



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua - Moquegua 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Mamani Mamani, Eddert Gabriel (ORCID: [0000-0003-2311-8557](https://orcid.org/0000-0003-2311-8557))

Nina Limache, Cristopher Arios (ORCID: [0000-0003-3296-7745](https://orcid.org/0000-0003-3296-7745))

ASESOR:

MSc. Teofilo Martin Sifuentes Inostroza

(ORCID: 0000-0000-0001-8621-236X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Va dedicado a nuestras familias, más que todo a nuestros padres, quienes nos dieron los consejos, el impulso, la inspiración y la educación para ser buenos estudiantes y futuros profesionales, por darnos la oportunidad de poder superarnos y ser mejores cada día; va dedicado también a nuestra pareja, que nos dieron el soporte necesario, nuestros compañeros y amigos, quienes nos brindaron su apoyo en los momentos que los necesitábamos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a nuestros padres en primer lugar, por formarnos y darnos la educación que nos hizo llegar a ser quienes somos hoy, a nuestros docentes, amigos y allegados que formaron parte de nuestro trayecto a lo largo de nuestra carrera profesional, que nos dieron el impulso a ser mejores, muchas gracias a todos ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parámetros de radiación</i>	5
Tabla 2 <i>Eficiencias de elementos del sistema</i>	7
Tabla 3 <i>Datos técnicos de Paneles Monocristalinos</i>	20
Tabla 4 <i>Datos técnicos de Paneles Policristalinos</i>	20
Tabla 5 <i>Evaluación de potencia en número de paneles</i>	22
Tabla 6 <i>Comparación de características de Inversores de corriente</i>	22
Tabla 7 <i>Comparación de características de baterías</i>	23
Tabla 8 <i>Conductividad de materiales</i>	29
Tabla 9 <i>Evaluación de producción de energía</i>	31
Tabla 10 <i>Comparativa de impacto ambiental entre generación de energía eléctrica</i>	32
Tabla 11 <i>Descripción y costo de materiales</i>	33
Tabla 12 <i>Costo de terceros.</i>	33
Tabla 13 <i>Costo Total de implementación.</i>	33
Tabla 14 <i>Reducción de facturación</i>	35
Tabla 15 <i>Costos promedio de facturación e implementación</i>	36
Tabla 16 <i>Reducción de facturación en torno a la facturación promedio</i>	37
Tabla 17 <i>Análisis de resultados de costos</i>	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Inclinaciones para Diferentes Instalaciones Fotovoltaicas. (Cantos, 2016).....	6
<i>Gráfico 2.</i> Distancia entre paneles solares. Guamán, 2017.....	10
<i>Gráfico 3.</i> Cargas del mercado distrital de Samegua (primer piso) en los últimos 6 meses. ...	15
<i>Gráfico 4.</i> Cargas del mercado distrital de Samegua (segundo piso) en los últimos 6 meses. 16	
<i>Gráfico 5.</i> Irradiancia mensual del Mercado de Samegua, según Meteonorm-versión demo v8.1.1.....	18
<i>Gráfico 6.</i> Disposición de conexionado de baterías	25
<i>Gráfico 7.</i> Vida útil de batería tipo GEL. Autosolar Energía del Perú S.A.C.....	25
<i>Gráfico 8.</i> Esquema de sistema fotovoltaico.....	30

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1)	6
Ecuación (2)	6
Ecuación (3)	7
Ecuación (4)	7
<u>Ecuación (5)</u>	7
Ecuación (6)	8
Ecuación (7)	8
Ecuación (8)	8
Ecuación (9)	8
Ecuación (10)	8
Ecuación (11)	9
Ecuación (12)	9
Ecuación (13)	10
Ecuación (14)	10
Ecuación (15)	10
Ecuación (16)	10
Ecuación (17)	10
Ecuación (18)	11
Ecuación (19)	11
Ecuación (20)	11
Ecuación (21)	11
Ecuación (22)	11
Ecuación (23)	11
Ecuación (24)	27
Ecuación (25)	28
Ecuación (26)	28
Ecuación (27)	31
Ecuación (28)	31
Ecuación (29)	34
Ecuación (30)	34

RESUMEN

Atestiguando la problemática medioambiental y energética, se realizó el dimensionamiento de paneles solares, para un sistema fotovoltaico y así reducir la facturación en el mercado de Samegua, realizado a través de la investigación aplicada, con un diseño no experimental correlacional. Identificando las facturaciones en los últimos 6 meses, se consideró los consumos máximos, siendo octubre 2021 en el primer piso 251 kWh/mes, y marzo 5 kWh/mes a 50% de capacidad debido al Covid-19, duplicado a 10 kWh/mes, obteniendo un consumo energético mensual de 261 kWh, 8.419 kWh/día, facturación máxima total de S/263.00. Se observó que la energía diaria generada por los paneles fue de 12.38 kWh/día, con ello, se redujo la facturación por encima del 100% contrastado con el sistema actual, realizando un análisis de costos en función del ahorro facturado, obtuvimos un VAN de S/ 40655.59, una TIR de 13.72%, relación costo – beneficio de 2.30 y un retorno de inversión de 6.17 años, concluyendo que la implementación del sistema es factible, impactando positivamente en el aspecto económico y reduciendo el impacto medioambiental, deduciendo que con el nuevo sistema, se podría poner el 2do piso en funcionamiento al 100%, y poder trabajar como un sistema aislado, fuera de la red.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, paneles solares, irradiancia, potencia.

ABSTRACT

Witnessing the environmental and energy problems, the sizing of solar panels was carried out, for a photovoltaic system and thus reduce the billing in the Samegua market, carried out through applied research, with a non-experimental correlational design. Identifying the billings in the last 6 months, the maximum consumptions were considered, being October 2021 in the second floor 251 kWh/month, and March 5 kWh/month at 50% capacity due to Covid-19, doubled to 10 kwh/month, obtaining a monthly energy consumption of 261 kWh, 8,419 kwh/day, total maximum billing of S/263.00. It was observed that the daily energy generated by the panels was 12.38 kwh/day, with this, the billing was reduced by over 100% compared to the current system, performing a cost analysis based on the savings billed, we obtained an NPV of S/ 40655.59, an IRR of 13.72%, cost - benefit ratio of 2.30 and a return on investment of 6.17 years, concluding that the implementation of the system is feasible, impacting positively on the economic aspect and reducing the environmental impact, deducing that with the new system, the 2nd floor could be put into operation at 100%, and be able to work as an isolated system, outside the network.

Keywords: Photovoltaic system, solar panels, irradiance, power.

I. INTRODUCCIÓN.

La investigación realizada fue para el distrito peruano de Samegua, que es 1 de los seis distritos de la Provincia de Mariscal Nieto, ubicado en el Departamento de Moquegua, que se encuentra administrado por el Gobierno regional de Moquegua, ubicado al sur del Perú. Data en promedio de los años 750 y 800 contemporáneo a nuestra época, los Uros y los Puquinas escapando del asedio Aymara arribando a estas zonas, que períodos después con el llegar de los Aymaras nombraron como SAMI que significa "dicha" y GUA que significando "partícula de ornato" según palabras del padre jesuita Ludovico Bertonio (Wikipedia, 2021)

Con la investigación se pretende llegar a los comerciantes del mercado del distrito de Samegua, con el uso de energía renovable por medio del panel solar, el cual espera aportar comodidades y facilidades económicas, así como un impacto positivo al medio ambiente, en los trabajos rutinarios de los comerciantes.

Con la implementación del panel solar, se permitirá generar energía eléctrica continua, con paneles solares, inversores, la cual tendrán una repercusión favorable en el aspecto económico en los comerciantes del Mercado del distrito de Samegua. Aprovechando el clima caluroso, soleado de Samegua y con fines de reducción del impacto ambiental, ante la problemática actual.

En los últimos años se observó un aumento progresivo del consumo energético que nos obliga a mantener en funcionamiento centrales Termoeléctricas que en su gran mayoría aún utilizan combustible para sus centrales térmicas, provocando de esta manera un aumento de contaminantes químicos como CO₂, CO, SO₂, por mencionar algunos, que ocasionan daños al ser humano como al medioambiente.

En esta zona del Perú, la distribución sistemática de energía eléctrica proviene tanto de Centrales Hidroeléctricas (C.H.), como Centrales Termoeléctricas (C.T.), de las cuales algunas de las C.T., son pertenecientes a la ciudad de Ilo, C.T. Ilo21, C.T. Ilo 31.

(Enersur, 2014) Señala que “La Central Termoeléctrica Ilo21 es la única central de generación eléctrica a base de carbón en el país, siendo ubicada al sur de Ilo. Construcción iniciada en el mes de julio de 1998, entrado a operar comercialmente en agosto del 2000”.

También contamos con la C.T. Ilo 31, que es una central de reserva fría, la cual (Enersur, 2014) indica que “Compuesta de tres turbinas a base de gas que utiliza biodiésel B5 y generan una potencia de 500.00 MW” (p.2).

La quema de este tipo de combustibles fósiles son parte de la problemática ambiental actual, ya que emiten gases de efecto invernadero.

Adicional a ello, vemos otros de los aspectos desfavorables del sistema de generación de energía eléctrica, es que el costo es definido por el valor económico del combustible, que presenta siempre variaciones a lo largo del tiempo. Estas fluctuaciones presentadas en el precio del diésel son producto del déficit en la oferta que presenta el Perú, debido a ello es que importamos del combustible, así, las refinerías acaban cosechando “un beneficio lucrativo al aumentar los costes en cerca de un 17%, por los costes logísticos del transporte del combustible y por los propios beneficios de la empresa”, señaló un artículo del diario (La republica, 2017)

Tomando como base a lo anteriormente señalado procedemos a la formulación del problema:

¿En qué medida se reducirá el costo de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua por implementación del dimensionamiento de paneles solares?

Además, nuestra justificación de la investigación parte de que contamos en esta zona del Perú se cuenta con un alto nivel de radiación solar que puede ser aprovechado. Según (Autosolar, 2021) “El mapa solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas muestra que nuestro país tiene una alta radiación solar, de 5,5 a 6,5 kWh/m²; 5,0 a 6,0 kWh/m² en áreas costeras y alrededor de 4,5 a 5,0 kWh/m² en bosques densos.

El sistema de transmisión de energía hacia el mercado del distrito de Samegua, suele ser deficiente, además, la tecnología que se utiliza para este sistema eléctrico, es costosa, lo cual eleva su tarifa, esto provoca cierto descontento entre los usuarios del mercado del distrito de Samegua, que

identificamos como una alternativa ideal que pudiera garantizar el suministro de energía las 24 horas del día a través de paneles solares, además de ser factible con las condiciones naturales de la zona, propias de la geografía. La alternativa para generar utilidades a partir de la energía solar como piloto en dicha zona podría representar un hito importante en el desarrollo del distrito, ya que la tecnología que se está implementando será de gran beneficio para quienes comercian en el mercado cercano de Samegua-Moquegua.

Por lo expuesto anteriormente consideramos que nuestro objetivo general será determinar el dimensionamiento de paneles solares y uso de energía renovable para reducir costos de facturación de E.E. en el mercado del distrito de Samegua - Moquegua 2022.

Definimos nuestros objetivos específicos en; i) evaluar las condiciones energéticas actuales y consumos del mercado de abastos del distrito de Samegua. ii) Dimensionar el uso de energía renovable por medio de panel solar. iii) Evaluar la mejora proyectada de uso de energía renovable por medio del uso de paneles solares vs el sistema energético original. iv) Determinar los costos de implementación del dimensionamiento de la investigación. iv) Determinar el beneficio económico y retorno de la inversión en función del ahorro de facturación.

La hipótesis que se trabaja es que, aprovechando la radiación solar de la ciudad de Moquegua, precisamente en el distrito de Samegua, que es donde se ubica el mercado, se podrá hacer uso de energía renovable, implementada por medio de paneles solares y poder ser fructífero para permitir reducir los costos de facturación de los comerciantes usuarios del mercado del distrito de Samegua.

II. MARCO TEÓRICO

Para la investigación realizada analizamos la investigación de (Ventura & Delgado, 2020) en su tesis denominada: Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la demanda eléctrica de la posta médica, centro poblado Urakusa, provincia Condorcanqui, amazonas-Perú; sostiene que con ganas de contribuir a la reducción del calentamiento global y contaminación ambiental manifiesta su proyecto, motivando al uso de energías renovables que benefician enormemente al planeta y al mismo tiempo, invita a implementar proyectos similares, ya que ellos no se requerirá la utilización de la energía eléctrica entregada por el concesionario del país, sino la radiación solar como fuente de energía.

Los exponentes (Sosa & Teves, 2021), en su tesis denominada: Identificación, Evaluación y Selección de Instituciones Educativas de Bajos Recursos en el Distrito de Sicchez, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura que Cumplan con Diversos Factores Para la Implementación de Paneles Solares Como Reemplazo de Energía Eléctrica; buscó determinar la factibilidad de la implementación de paneles solares, evidenciando zona sierra de Piura cumple con datos de irradiancia óptima.

Además (Barrera & Castilla, 2018) en su investigación: Propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el municipio de Quebradanegra, Cundinamarca; concluyen que el uso de energía fotovoltaica en países con cercanía a la zona ecuatorial como Colombia beneficia a esta alternativa, por lo que es probable que sea una de las mejores opciones explotación y uso a gran escala, en su análisis de rentabilidad retornaron su inversión en 13 años, con una vida útil de 25 años.

Según (Viera, 2021) denota en el Diseño e Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas ubicada en las riberas del río Payamino de la ciudad de Coca para la empresa Orellana Turismo EP. Concluyendo que la eficiencia nominal de los paneles solares en el día soleado es del 50%, mientras que en días semi nublados es de 26.6% y de días nublados de 17.4% respectivamente.

Finalmente, en la tesis de (López, 2019) donde estudia el uso de la energía solar en micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Moquegua, 2015; concluye en que existen solo dos necesidades energéticas principales (agua caliente e iluminación) que pueden ser absueltas por medio de los paneles solares y fotovoltaicos respectivamente.

Detallamos los componentes a intervenir en nuestro dimensionamiento:

Irradiancia, que según (Lira & Guevera, 2017), es la magnitud usada para describir aquella potencia incidente por unidad de espacio de distintas de radiaciones electromagnéticas. Es el promedio de energía que repercute por cada unidad de área por tiempo unitario sobre un espacio. Sus unidades de medición, son unidades radiométricas, que son Watt sobre metro cuadrado (W/m²). También (CENERGIA, 2019) no indica que la luz solar, que es transmitida a zona externa, mediante la radiación electromagnética, es la radiación solar y la dimensión a medir con la radiación solar en el planeta, lleva por nombre, irradiancia.

Una buena opción de estudio de irradiancia es a través de **Meteonorm**, que, según (SOLSTA, 2022), es una combinación única de información climatológica y sofisticadas herramientas de cálculo para la interpolación de datos alrededor del mundo. (Meteonorm, 2022) maneja los parámetros:

Tabla 1
Parámetros de radiación

Etiqueta	Parámetro
bh	Radiación horizontal directa desde un ángulo sólido estrecho de 6 grados centrado alrededor del sol
mil millones	Radiación normal directa (DNI, rayo) desde un estrecho ángulo sólido de 6° centrado alrededor del disco solar
dh	La radiación difusa del hemisferio superior se reduce por la radiación solar directa del disco solar y sus alrededores (apertura de 6°)
dh hor	Radiación difusa teniendo en cuenta el horizonte elevado
Dh min	Radiación difusa bajo cielos despejados
gh	Radiación horizontal global ("GHI")
gh hor	Radiación global teniendo en cuenta el horizonte elevado
Ghmáx	Radiación global bajo cielos despejados

Fuente: Meteonorm

Tenemos que según (IDEAM, 2015), la Radiación global horizontal, es el producto de la adición entre los componentes irradiancia directa y difusa, siendo la data más importante para la evaluación del potencial de la energía solar en una zona en específico. La irradiancia debe de ser aprovechada durante el período de exposición máxima, que son las **horas pico**. Según el reglamento de técnico de configuración de sistemas fotovoltaicos domésticos del ministerio de energía y minas, nos indica que la máxima potencia a tomar en cuenta en condiciones normales se tomará el valor de irradiancia de 1kW/m² a temperatura 25° C en los paneles fotovoltaicos. por lo tanto, podemos usar la ecuación (1) para hallarlo. (Style, 2012).

$$HPS = \frac{R}{I} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde: **R**: Irradiancia local; **I**: Irradiancia en pico solar; **HPS**: Horas pico solar

Según (Cantos, 2016), el ángulo con el que impactan los rayos solares sobre un área horizontal variable en todo el año, por lo que en instalaciones fijas conectadas a la red existirá un determinado ángulo de inclinación que ayudará al captar la máxima irradiancia. También recomienda que en sistemas fotovoltaicos aislados a la red el objetivo es garantizar el suministro teniendo en cuenta las condiciones de uso y para calcular el ángulo de inclinación del panel (β) en función de la latitud geográfica (ϕ), para sistemas conectados a la red:

$$\beta = 3.7 + 0.69 \times \phi \quad \text{Ecuación (2)}$$

Para distintas instalaciones fotovoltaicas, recomienda el siguiente gráfico:

Tipo de instalación	Periodo de uso	Inclinación óptima	Justificación
Bombeo de agua	Solamente verano	$\beta = \phi - 20^\circ$	En verano, la altura que alcanza el sol es mayor, por lo que se requiere una menor inclinación.
Instalación para vivienda	Solamente invierno	$\beta = \phi + 15^\circ$	En invierno, la altura que alcanza el sol es menor, por lo que se requiere una mayor inclinación.
Instalación para vivienda	Anual	$\beta = \phi + 10^\circ$	Debe diseñarse la instalación para la época de menor radiación (invierno), con el objetivo de garantizar el suministro.
Lugar de nevadas frecuentes	Anual	$\beta = 65^\circ$	El objetivo es evitar acumulaciones de nieve sobre la superficie de los módulos.

Gráfico 1. Inclinaciones para Diferentes Instalaciones Fotovoltaicas.

(Cantos, 2016)

Para optar por un sistema aislado, se considera:

$$\beta = \phi + 10^\circ \quad \text{Ecuación (3)}$$

La energía de consumo máxima diaria la cual no es más que el consumo diario de la carga, evaluado a través de las eficiencias (η) del inversor, batería y cableado; ya que según (Barrera & Castilla, 2018), las pérdidas de una instalación fotovoltaica son calculadas en base a la eficiencia promedio.

$$E_{M\acute{a}x\ diaria} = \frac{\text{Consumo diario}}{\eta_{\text{inversor}} \times \eta_{\text{batería}} \times \eta_{\text{cableado}}} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Según (DS New Energy, 2019), la eficiencia de un inversor de baterías está en el ámbito del 92%, lo que nos indica pérdidas del 8%. Para las eficiencias de las baterías, respecto a la carga y descarga, (REGULED, 2020) nos indica que, es bastante recomendable mantener el DOD máximo para la batería a la profundidad debida, que nos viene siendo del 80% para prolongar la vida útil de sus baterías de ciclo profundo. Así mismo (REGULED, 2020) nos indica que el DOD de una batería, es la cantidad o grado de agotamiento, lo que significa que, si la batería se agota por completo, la profundidad de descarga es del 100% y que, por el contrario, si es cargada, el DOD será del 100%. Por otro lado (DS New Energy, 2019), no sugiere que para las pérdidas en un cable de CC, puede existir una mínima caída de voltaje entre el sistema de paneles solares y el inversor, por lo que la eficiencia perdida oscilaría entre un 1-2%. Para lo cual, con los datos recaudados, obtendríamos nuestra tabla de eficiencias para aplicar en la ecuación (4).

Tabla 2
Eficiencias de elementos del sistema

Elemento del sistema	Eficiencia promedio
Inversor de corriente	92%
Descarga en baterías (DOD)	80%
Cableado	99%

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar los paneles fotovoltaicos es necesario trabajar con una potencia de diseño, la cual vendrá formulada en:

$$P_{min} = \frac{E_{M\acute{a}x\ diaria} \times I}{R \times PR} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde: **Emax**: Energía máxima diaria consumida; **I**: Irradiancia según el pico solar; **PR**: rendimiento energético; **R**: Irradiancia local.

Los **paneles solares** según (CELSIA, 2018) son módulos fotovoltaicos individuales que reciben energía del sol, transformándola en electricidad. Según (Green Vatio, 2020) los tipos de paneles fotovoltaicos se dividen en 3 subcategorías; las células de silicio monocristalino, silicio policristalino y silicio amorfo. Así mismo (sotysolar, 2019) indica que, los paneles de silicio monocristalinos, generan un 20% más de energía eléctrica que los paneles policristalinos, así también los paneles policristalinos son menos eficientes cuando sube la temperatura a diferencia de los monocristalinos. (Cabal S.A., 2014) nos dice que, la demanda mundial de sistemas fotovoltaicos (FV) creció sostenidamente en los últimos 20 años.

$$P_{Real} = P_{min} * FS \quad \text{Ecuación (6)}$$

Por recomendación de (Barrera & Castilla, 2018) el N° de paneles fotovoltaicos (N° paneles), depende de la potencia mínima a satisfacer (Pmin) y la potencia máxima del panel fotovoltaico (Pp panel). Teniendo:

$$N^{\circ}_{paneles} = \frac{P_{min}}{P_{p\ panel}} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Para hallar la potencia máxima del sistema (P máx del sistema):

$$P_{máx\ del\ sistema} = P_{p\ panel} \times N^{\circ}_{paneles} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Llegando a la Energía generada (Eg) durante el pico solar (horas pico) en:

$$E_g = P_{maxg} \times horas\ pico \quad \text{Ecuación (9)}$$

Inversor de corriente, según (COELECTRX, 2018), es un dispositivo electrónico cuyo funcionamiento radica en modificar el voltaje de entrada de corriente directa (CC) a salida en corriente alterna (CA). Siendo así:

$$\#_{Inversores} = \frac{P_{maxg}}{P_{maxDC}} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Las **Baterías eléctricas**, (TodoSai, 2022) nos indica que son dispositivos acumuladores que, formados por distintas celdas electroquímicas, que transforman la energía química almacenada, en energía eléctrica, y a

diferencia de las pilas, la reacción química, se puede revertir, lo que nos permitiría cargar nuevamente la batería por medios eléctricos.

Según (Autosolar, 2020) existen diferentes tipos de baterías solares, se diferencian de acuerdo a la tecnología con las que las fabricaron, y son:

Baterías de plomo ácido abierto, con 6 compartimentos conectados en serie, sumergidos en ácido sulfúrico. **Baterías AGM**, Absorption Glass Mat, que soportan gran número de ciclos, usados en instalaciones exigentes.

Baterías GEL, no emite gases nocivos, sellada, no requiere mantenimiento.

Baterías estacionarias, caracterizadas por mantenerse cargadas constantemente. **Baterías de litio**, sin efecto de memoria, se pueden descargar al 100% o 50%, sin repercusiones.

El **regulador de carga solar**, que según (monsolar, 2015) es quien controla de manera continua la carga de las baterías para mantenerlas cargadas de manera óptima, preservando su vida útil. Según (Tarifasgasluz, 2021) se tienen 2 tipos de reguladores de carga solar: PWM (Pulse-Width Modulation) y MPPT (Maximum Power Tracking). (atersa shop, 2019) nos dice que un regulador PWM funciona de manera parecida a un interruptor, que si la batería posee basta carga, se abre, y de manera contraria cuando existe baja tensión se cerrará y un regulador MPPT recibe el funcionamiento como un convertidor de corriente directa a corriente directa, lo cual mantiene al panel solar en funcionamiento máximo de potencia. Para poder seleccionar el regulador de carga (Ventura & Delgado, 2020) nos dicen que la corriente del regulador (I_{sc}) será la multiplicación de un factor de 1.2 y la corriente de cortocircuito de cada uno de los paneles solares, teniendo así:

$$I_{REG} = 1.2 * I_{sc} * N^{\circ} \text{ Paneles} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Según (Barrera & Castilla, 2018) para hallar la capacidad mínima requerida de las baterías ($C_{minBateria}$) en un día donde el consumo sea máximo, se utiliza lo siguiente:

$$C_{minBateria} = \frac{E_{M\acute{a}x \text{ diaria}} \times DOA}{DOD \times V_{carga}} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde: $E_{M\acute{a}x\ diaria}$: Consumo máximo diario; **DOA**: días de autonomía de la batería; **DOD**: capacidad de descarga; **Vcarg**: Voltaje de carga

Para hallar el número de banco de baterías (N° Banco de Baterías), tenemos:

$$N^{\circ}\text{ Banco de Baterías} = \frac{C_{min\text{Bateria}}}{C_{Bateria}} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Los **tipos de configuración de baterías**, (SYSCOM, 2020) la conexión de las baterías en serie aumenta el voltaje, pero mantiene los amperes, mientras que las baterías en paralelo aumentan la capacidad de Amperes-hora (Ah) y el voltaje sigue siendo el mismo. El **distanciamiento entre paneles** según (Guamán, 2017), en su diseño de una micro red basada en energías renovables.

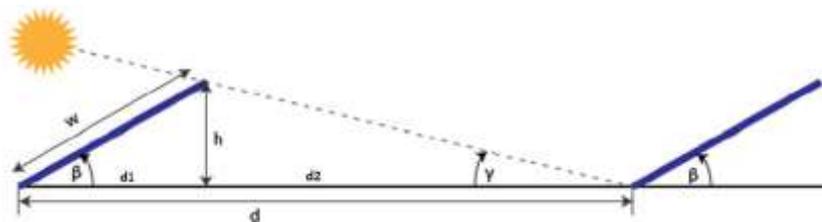


Gráfico 2. Distancia entre paneles solares. Guamán, 2017.

$$h = \text{Tan}(\beta) \times d1 \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde: **h**: altura según ángulo de inclinación; **β**: grados de inclinación de panel solar; **d1**: Distancia de panel con ángulo de inclinación

Primero hallamos la altura de la horizontal con la inclinación del panel, con:

$$d_1 = w \times \text{Cos}(\beta) \quad \text{Ecuación (15)}$$

Según (tecnosolab, 2016), para hallar la distancia d_2 , procederemos a utilizar:

$$d_2 = \frac{h}{\text{tan}(\gamma)} \quad \text{Ecuación (16)} ; \gamma = 61 - \phi \quad \text{Ecuación (17)}$$

Donde; **h**: altura del panel; **l**: latitud

En los proyectos de inversión para estimaciones de viabilidad y/o rentabilidad se realiza el **cálculo del VAN y el TIR**. Ya que según (Encalada & Sancho, 2022) es un proceso enfocado en calcular los flujos de caja futuro y se

sustraer con la inversión inicial, dando que el fin obtenido es el valor actual neto del proyecto, determinando el tiempo de retorno de la inversión original.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_o \quad \text{Ecuación (18)}$$

Donde: **Vt**: flujo de caja en cierto periodo de tiempo (t); **Io**: valor inicial de la inversión inicial; **n**: número de períodos; **k**: tasa de interés

$$TIR = \sum_{i=1}^n \frac{Vt}{(1+i)^t} = 0 \quad \text{Ecuación (19)}$$

Donde: **Vt**: flujo de caja en cierto periodo de tiempo (t); **n**: número de períodos

Sección de conductor

(Prysmian Club, 2020) nos recomienda la siguiente fórmula para la estimación de la sección del conductor en corriente continua y alterna:

$$S = \frac{2 * L * I}{\lambda * \Delta U} \quad \text{Ecuación (20)}$$

$$S = \frac{2 * L * I * \cos\delta}{\lambda * \Delta U} \quad \text{Ecuación (21)}$$

Donde: **S**: Sección del conductor (mm²); **L**: longitud de tramo (m); **I**: corriente en el punto de máximo (A); **λ**: conductividad de conductor (m/ohm-mm²); **ΔU**: caída de tensión; **cosδ**: Factor de potencia (ideal = 1).

$$\Delta U = \% * (N^{\circ} \text{ paneles} * V_{mp}) \quad \text{Ecuación (22)}$$

$$\Delta U = \% * (V_{mi}) \quad \text{Ecuación (23)}$$

Sistema de puesta a tierra, (cirprotec, 2016) menciona que es una parte fundamental de una instalación eléctrica, cuyo fin es fijar la tensión que existen en las partículas metálicas respecto a tierra, preservar el actuar de las protecciones y minimizar el peligro de alguna avería en el material eléctrico.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente tesis es de tipo aplicada ya que se realiza una propuesta de implementación de paneles solares tomando como referencia cálculos y simulaciones.

El diseño de la tesis es no experimental correlacional, siendo que según (Questionpro, 2018) la investigación de correlación es un tipo de método no experimental en el que el investigador mide dos variables, entendiendo y evaluando la relación estadística entre ellas sin la influencia de valores atípicos.

3.2. Variables y operacionalización

La presente tesis utiliza como variable independiente a los paneles solares y variable dependiente a la reducción de costos de facturación.

3.3. Población, muestra y muestreo

Es un conjunto que tienen ciertas características que se desean estudiar. Se puede considerar dos tipos de población; población diana y población de estudio (Icart, Fuentelsaz, & Pulpón, 2006) esta última es la que es accesible para estudiar ya que están definidos por criterios de selección.

Nuestra población y muestra son los paneles solares que serán necesarios para abastecer de energía a los comerciantes del mercado de abastos que está compuesto por 23 puestos.

Para esta tesis, en torno al muestreo, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que se utilizará la data de las facturaciones de los últimos 6 meses (octubre 2021-marzo 2022). Según (Canal, 2006) el muestreo por conveniencia es donde el investigador impone que individuos de la población serán parte de la muestra en función de la disponibilidad de estos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos fue realizada mediante visitas y reuniones a la oficina de gerencia de servicios a la ciudad, encargados de administrar el mercado del distrito de Samegua. En dichas reuniones se obtuvieron

copias de los recibos de consumo eléctrico de los últimos 6 meses, para evaluar la implementación de nuestro sistema fotovoltaico.

Las técnicas de recolección de datos empleadas, en torno a los objetivos específicos:

Para evaluar las condiciones energéticas actuales y consumos del mercado de abastos del distrito de Samegua se utilizó como técnica, el análisis documental, y como instrumento, registro (cargas).

Para dimensionar el uso de energía renovable por medio de panel solar, para reemplazar al sistema tradicional actual, se utilizó la técnica de análisis documental, y como instrumento, un cuadro de cargas.

Para evaluar la mejora proyectada de uso de energía renovable por medio del uso de paneles solares vs el sistema energético original, se utilizó la técnica de análisis documental, y como instrumento, un cuadro comparativo.

Para determinar los costos de implementación del dimensionamiento de la investigación, su beneficio económico y retorno de la inversión en función del ahorro de facturación, se utilizó la técnica de análisis documental, y como instrumento, un cuadro de costos.

3.5. Procedimientos

Se realizó una entrevista informal a los encargados de la gerencia de servicios a la ciudad del municipio distrital de Samegua, y se obtuvo las facturaciones de los últimos 6 meses del mercado de abastos de Samegua.

Para evaluar las condiciones energéticas actuales y facturaciones del mercado de abastos del distrito de Samegua se utilizó la observación de facturación de 6 meses y compilación de datos en un cuadro de cargas.

A continuación, se realizó el dimensionamiento en el uso de energía renovable por medio de panel solar, para su implementación al sistema tradicional actual, haciendo cálculos de diseño de acuerdo a las áreas y cargas a satisfacer.

Así mismo se evaluó la mejora proyectada de uso de energía renovable por medio del uso de paneles solares vs el sistema energético original.

Seguidamente se compiló la data del dimensionamiento y se realizó un cuadro de costos de implementación del sistema dimensionado.

Finalmente se evaluó el ahorro facturado y con ello realizó el análisis respectivo con el VAN y el TIR la relación costo – beneficio y se mostró en cuanto tiempo se vería el retorno de nuestra inversión.

3.6. Método de análisis de datos

Para la distinción de las cargas eléctricas relevantes, los datos fueron llevados a hojas de cálculo del software SPSS y/o Microsoft Excel, Microsoft Word, Meteonorm versión demo v8.1.1 para su concerniente estudio. Para la elección de los componentes del uso de energía fotovoltaica se usaron las respectivas ecuaciones a los cálculos y las especificaciones técnicas de los equipos, obtenidas de los fabricantes.

3.7. Aspectos éticos

Se puede denotar que la normativa de seguridad y la protección medioambiental son de gran importancia, y la conservación del medio natural, por lo que nuestra investigación tiene la finalidad de ser un aporte por medio de dimensionamiento de paneles solares en la reducción de costos de facturación de la energía eléctrica.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluar las condiciones energéticas actuales y consumos del mercado de abastos del distrito de Samegua

Para obtener la carga mensual del primer y segundo piso de los últimos 6 meses del mercado de abastos del distrito de Samegua se realizó la solicitud de información documentaria formalmente a la oficina de servicios a la ciudad (Anexo 4 y 5).

Se obtuvieron, las facturas de consumo de los últimos 6 meses (octubre 2021 – marzo 2022), tanto de primer piso (Anexo 6) como del segundo piso (Anexo 7), y con estos datos pudimos constatar que el precio unitario del kWh no es constante, por tal motivo elaboramos un cuadro de consumo energético (Anexo 8), sintetizando el consumo de energía mensual, en tablas de barras correspondientes al primer piso (Gráfico 3) y segundo piso (Gráfico 4).

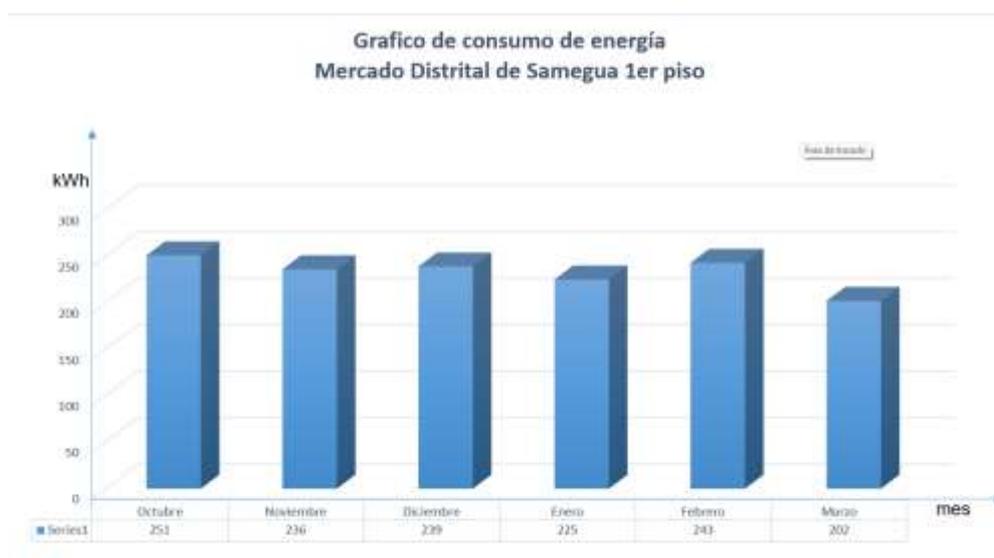


Gráfico 3. Cargas del mercado distrital de Samegua (primer piso) en los últimos 6 meses.

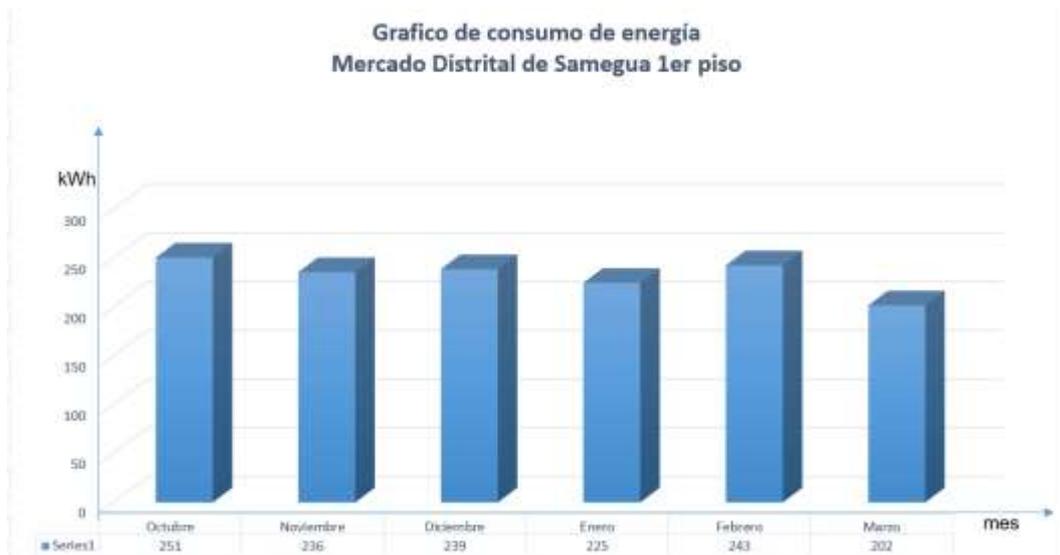


Gráfico 4. Cargas del mercado distrital de Samegua (segundo piso) en los últimos 6 meses.

Con los datos obtenidos a través del uso de nuestro cuadro de consumos energéticos (Anexo 8), Pudimos obtener los siguientes datos:

- **Potencia máxima consumida mensual, en el primer piso:**
251 kWh
- **Potencia máxima consumida mensual, en el segundo piso:**
5 kWh
- **Facturación máxima mensual, primer piso:**
S/237.5
- **Facturación máxima mensual, segundo piso:**
S/25.5

4.2. Dimensionar el uso de energía renovable por medio de panel solar, para reemplazar al sistema tradicional actual.

Para este objetivo se procedió a recopilar la información tales como la mayor carga a satisfacer, altitud y latitud del lugar, irradiancia global y ángulo de inclinación para proceder a dimensionar los paneles solares fotovoltaicos necesarios.

Datos:

Mayor consumo (primer piso): 251 kWh – octubre 2021 (Gráfico 3)

Mayor consumo (segundo piso): 5 kWh – marzo 2021 (Gráfico 4), sabiendo que el segundo piso del Mercado de Samegua, por motivos de la pandemia a causa del virus SARS-COV2, se encuentra a un 50% de su uso, por lo tanto, para fines de cálculos duplicaremos el consumo, para obtener el 100%.

Por lo tanto, nuestro consumo diario resulta:

$$E = \frac{251+(5*2)kWh/mes}{31 \text{ días}} \text{ (días del mes)} = 8.419 \text{ kWh/día}$$

Coordenadas geográficas.

Se utilizó la aplicación web de propiedad de alphabet Inc. Llamada Google Maps, se sustrajo las coordenadas del mercado del distrito de Samegua, ubicado entre la calle Huayna capac y la avenida emancipación, como:

Latitud: 17°10'52.7"S

Altitud: 70°53'55.6"W

Irradiancia global de Mercado del Distrito de Samegua.

Para poder hallar la irradiancia promedio en cierto periodo de meses del año, se utilizó el software Meteonorm versión demo v8.1.1

Nos sirvió para analizar el registro de la radiación en el año 2020 según las coordenadas del mercado distrital de Samegua (Anexo 3).

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Enero	233	77	221	15.8	9.1	2.7	
Febrero	210	58	217	15.5	11	2.6	
Marzo	231	45	271	15.8	10.1	2.5	
Abril	201	33	264	15.9	6.4	2.5	
Mayo	186	28	262	15.5	-1.7	2.6	
Junio	164	21	255	15	-5.9	2.6	
Julio	173	29	249	14.8	-6.6	2.6	
Agosto	177	44	212	15.5	-6.8	2.7	
Setiembre	198	45	228	16	-4.4	2.8	
Octubre	229	59	237	16.1	-2.5	2.8	
Noviembre	245	54	254	16	0.4	2.9	
Diciembre	258	52	289	16.2	5	2.8	
Año	2500	544	2950	15.7	1.2	2.7	

Datos de resultado
 Incertidumbre de valores anuales: Gh = 10%, Bn = 20%, Ta = 1.5 °C
 Tendencia de gh / década: 2.0% Variabilidad de gh / año: 12.5%
 Sitios de radiación interpolados: Datos de satélite (Parte de los datos de satélite: 100%)

Gráfico 5. Irradiancia mensual del Mercado de Samegua, según Meteonorm-versión demo v8.1.1

Se tomó el valor menor de la radiación, con fines de cálculo, del Gráfico 5 (con fines de cálculo), obtuvimos el valor de irradiancia:

$$I = 164 \text{ kWh/m}^2$$

Dicho valor correspondería al mes de junio, obtenido en el software.

Obteniendo los valores diarios, ya que los valores obtenidos son mensuales, procederemos a convertir los datos mensuales a diarios:

$$164 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ mes}} \times \left(\frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} \right) = 5.5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ día}}$$

Cálculo de hora pico

Se desarrolló la ecuación (1):

$$HPS = \frac{R}{I} \quad (1)$$

$$HPS = \frac{5.5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}} = 5.5 \text{ horas}$$

Inclinación de paneles solares

Calculando como un sistema que esté conectado a la red, utilizamos la ecuación (2):

$$\beta = 3.7 + 0.69 \times \phi \quad (2)$$

$$\beta = 3.7 + 0.69 \times 17.1813$$

$$\beta = 15.56^\circ$$

Siendo el caso de usar un sistema aislado de la red, se resolvió la ecuación (3):

$$\beta = \phi + 10^\circ \quad (3)$$

$$\beta = 17.1813 + 10^\circ = 27.1813^\circ$$

Hallando la potencia real

Teniendo los datos de la tabla 2, y usando los datos de consumo diario, tenemos:

$$E_{M\acute{a}x\ diaria} = \frac{\text{Consumo diario}}{\eta_{Inversor} \times \eta_{bater\acute{a}} \times \eta_{cableado}} \quad (4)$$

$$E_{M\acute{a}x\ diaria} = \frac{8.419 \text{ kWh/d\acute{a}}}{0.92 \times 0.80 \times 0.99} = 11.55 \text{ kWh/d\acute{a}}$$

De esta manera, con la energía máxima diaria, procedimos a calcular la potencia mínima de trabajo, resolviendo:

$$P_{min} = \frac{E_{M\acute{a}x\ diaria} \times I}{R \times PR} \quad (5)$$

$$P_{min} = \frac{11.55 \times \frac{1kW}{m^2}}{\frac{5.5kW}{m^2} \times 0.6} = 3.5 \text{ kW}$$

Según (Barrera & Castilla, 2018) para sistemas con inversor y baterías, varían los porcentajes de rendimiento energético, siendo así PR: 60% en sistemas con batería e inversor y PR: 70% en sistemas con inversor.

Para dimensionar de manera correcta se consideró un rendimiento energético en el sistema de inversor y batería de 0.6.

Ahora bien, una vez tenemos la potencia mínima considerando los rendimientos y eficiencia del sistema, procedimos a considerar un factor de diseño de 1.2, siendo éste una reserva del 20%, ya que según (Alvarado, 2017) una solución para contrarrestar las pérdidas reales, en nuestro cálculo, es aplicar un factor de seguridad del 20% a la potencia calculada.

$$P_{real} = 1.2 \times P_{min} \quad (6)$$

$$P_{real} = 1.2 \times 3.5kW = 4.55kW$$

Selección de paneles fotovoltaicos

Como proveedor seleccionamos a Autosolar, debido a la gran variedad de paneles en su stock, la información detallada y concisa que brinda y por ser un proveedor cercano hallado en Perú.

Dicho proveedor cuenta con unos paneles solar de potencia estándar entre 400 w y 450 W, y debido a nuestra demanda de carga, seleccionamos los de 450 w. como mínimo.

Tabla 3
Datos técnicos de Paneles Monocristalinos

Paneles Monocristalinos		
Voltaje (V)	Potencia (w)	Tipo
24	450	PERC Ecogreen
24	450	JA SOLAR PERC
24	455	JA SOLAR PERC
24	550	PERC Ecogreen

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4
Datos técnicos de Paneles Policristalinos

Paneles Policristalinos		
Voltaje (V)	Potencia (w)	Tipo
24	325	Talesun Policrist.
24	350	Policristalino ERA
24	330	Policristalino ERA

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar se tiene 2 tipos de paneles, los cuales fueron evaluados por la calidad de sus celdas y eficiencia en producción de energía.

Por tal motivo, para nuestro dimensionamiento seleccionamos paneles solares de tipo Monocristalinos, EcoGreen de 450 W de potencia, 24 V y 25 años de vida útil (Anexo 10) y para poder obtener el número de paneles serán necesarios para satisfacer nuestra carga, hicimos uso de la ecuación (7) tenemos:

$$N^{\circ}_{paneles} = \frac{P_{min}}{P_{pico\ panel}} \quad (7)$$

$$N^{\circ}_{paneles} = \frac{3.5\ kW}{450\ W} = 7.78 \cong 8\ paneles$$

Luego procedimos a recalcular la potencia máxima considerando un número entero para los paneles.

$$P_{Max\ del\ sistema} = P_{pico\ panel} \times N^{\circ}_{paneles} \quad (8)$$

$$P_{Max\ del\ sistema} = 450 \times 8 = 3.6\ kW$$

La energía, producto de la generación, a través de los paneles solares está directamente relacionada por la cantidad de hora sol donde la generación eléctrica estará en su máximo valor, en nuestros cálculos, se halló que en el mercado del distrito de Samegua existe un pico solar de 5.5 horas, por lo tanto, calculamos la energía de los paneles.

$$E_g = P_{max\ g} \times horas\ pico \quad (9)$$

$$E_g = 3.6\ kW \times 5.5\ h = 19.8\ kWh/día$$

Recalculando N° de paneles debido a sobredimensionamiento

Teniendo una potencia de 19.8 kWh/día, generados por los paneles, sabiendo que originalmente el consumo diario máximo es de 8.419 kWh/día y una estimación de energía máxima de 11.55 kWh/día, observamos que la energía generada por los paneles es sobredimensionada, por lo que procedemos a recalcular el número de

paneles solares realizando la aproximación utilizando la ecuación (8) y (9) en la tabla 5.

Tabla 5
Evaluación de potencia en número de paneles

# Paneles	Potencia (kW)	Energía generada (kWh/día)
1	0.45	2.48
2	0.90	4.95
3	1.35	7.43
4	1.80	9.90
5	2.25	12.38
6	2.70	14.85
7	3.15	17.33
8	3.60	19.80

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo que la cantidad adecuada, evitando el sobredimensionamiento, serían 5 paneles solares, tipo PERC Ecogreen de 24 V, 450 W y 25 años de vida útil. Adicional a los paneles, se tomará en cuenta conectores macho-hembra (Anexo 12).

Selección de inversor

Seguidamente, definimos el número de inversores necesarios para el sistema, ya que estos dependen de la potencia máxima de trabajo del sistema y la potencia máxima del inversor cuando la carga es corriente directa (DC), de la misma manera la cantidad de inversores nos ayudara a definir la distribución de los paneles solares.

Nuestra potencia máxima generada por los paneles es de 2.25 kW, por lo tanto, lo tomamos como nuestra potencia pico para la selección de nuestros inversores. Teniendo como proveedor a Autosolar, tendríamos:

Tabla 6
Comparación de características de Inversores de corriente

Inversores de corriente		
Voltaje (V)	Potencia pico DC (W)	Tipo
24	3000	3000W 24V MPPT 80A Must Solar VHM
24	4000	Multiplus 50A
24	6000	Victron Phoenix 3000VA
24	6000	Victron P. multiplus 3000VA

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a nuestra carga a satisfacer que es de 2.25kW, seleccionamos el Inversor cargador de 3000W 24V MPPT 80A Must Solar VHM (Anexo 11).

$$\#_{Inversores} = \frac{P_{maxg}}{P_{maxDC}} \quad (10)$$

$$\#_{Inversores} = \frac{2.25 \text{ kW}}{3 \text{ kW}}$$

$$\#_{Inversores} = 0.75 \cong 1$$

Según las recomendaciones de (Sanches & Egoavil, 2015), el inversor de corriente no debe estar en funcionamiento al 100% de su potencia nominal, para evitar su calentamiento.

Seguidamente comprobaremos la corriente de nuestro regulador de carga MPPT incluido en el inversor, definiendo si es el adecuado, para lo cual desarrollaremos:

$$I_{REG} = 1.2 * I_{sc} * N^{\circ} \text{ Paneles} \quad (11)$$

$$I_{REG} = 1.2 * 11.57 * 5 = 69.92A$$

Observamos la corriente del regulador debe de ser de 69.42A, nuestro inversor cargador tolera 80A, por lo tanto, satisface la corriente.

Selección de batería

Para la selección de las baterías, habiendo obtenido la Emax, seleccionamos nuestra batería en base a los requerimientos y exigencias.

Tabla 7
Comparación de características de baterías

Comparación de Baterías			
Voltaje (V)	N° baterías	Amperios-Hora	Tipo
12	-	250	Tensite tipo GEL
12	4	300	Tensite tipo GEL
12	-	172	Ultracell tipo GEL
24	-	650	TAB TOPzS 500
24	-	345	TAB TOPzS 265

Fuente: (Autosolar, 2022)

Resolviendo ecuación (12):

$$C_{minBateria} = \frac{E_{Máx\ diaria} \times DOA}{DOD \times V_{carga}} \quad (12)$$

$$C_{minBateria} = \frac{11.55\ kWh/dia \times 1\ dia}{0.8 \times 24}$$

$$C_{minBateria} = 598\ Ah$$

Se seleccionó la batería marca Tensite, tipo GEL de 12V y 300Ah (Anexo 12) debido al factor económico y a la recomendación del fabricante, ya que según (AutoSolar, 2022), el uso de baterías GEL de tipo profundo son para climas cálidos.

A continuación, se procederá a calcular la cantidad de baterías necesarias para satisfacer la carga:

$$N^{\circ}_{Banco\ de\ Baterías} = \frac{C_{minBateria}}{C_{Bateria}} \quad (13)$$

$$N^{\circ}_{Banco\ de\ Baterías} = \frac{598\ Ah}{300\ Ah}$$

$$N^{\circ}_{Banco\ de\ Baterías} = 1.99 \cong 2$$

La disposición será de 2 bancos de baterías de 24V en paralelo, cada banco consistirá en 2 baterías de 12 V, como se muestra en el gráfico 6.

Teniendo 4 baterías de 12V y 300Ah, y conociendo que en los circuitos el voltaje en paralelo se mantiene y la corriente se suma, mientras que el voltaje en serie se suma y la corriente se mantiene.

$$V_{1,2\ en\ serie} = 12V + 12V = 24V$$

$$I_{1,2\ paralelo} = 300A + 300A = 600Ah$$

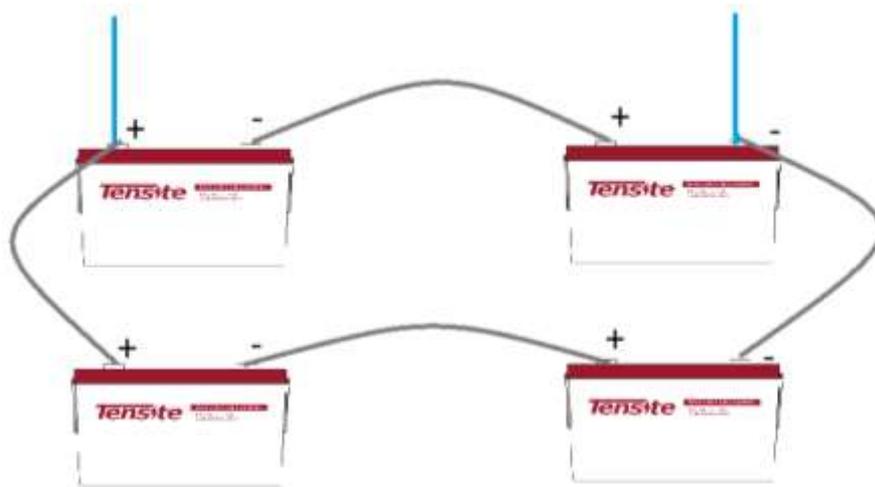


Gráfico 6. Disposición de conexionado de baterías

Analizando el gráfico 7, extraído del anexo 12, estimamos la vida útil de la batería, trabajando a una temperatura de 25°C, que fue la temperatura sobre la que calculamos nuestras horas pico, dándonos como resultado un aproximado de 10.7 años de vida útil.

Por lo cual sería necesario realizar el reemplazo del banco de baterías aproximadamente cada 10 años.

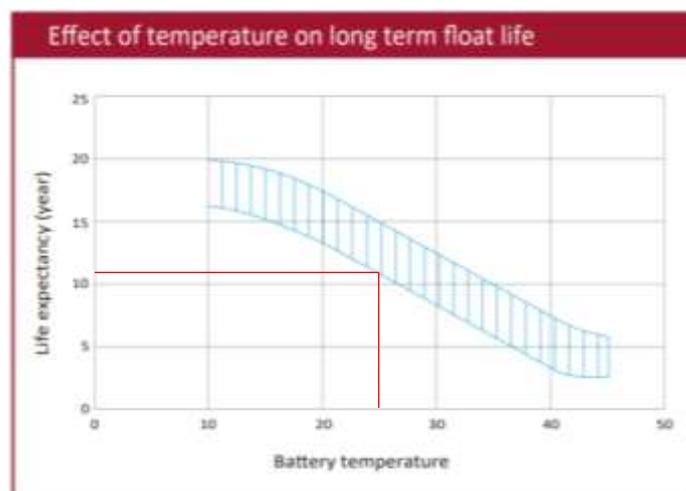


Gráfico 7. Vida útil de batería tipo GEL. Autosolar Energía del Perú S.A.C.

Distancia entre paneles

Para una correcta instalación de los paneles fotovoltaicos, se tuvo que obtener la distancia mínima de separación para que no se hagan sombra, usando la ecuación (14):

$$h = \text{Tan}(\beta) \times d_1 \quad (14)$$

Primero hallamos la altura de la horizontal con la inclinación del panel, resolviendo la ecuación (15):

$$d_1 = w \times \text{Cos}(\beta) \quad (15)$$

$$d_1 = 2.102 \times \text{Cos}(15.56)$$

$$d_1 = 2.025 \text{ m}$$

$$h = \text{Tan}(15.56) \times 2.025$$

$$h = 0.5638 \text{ m}$$

Seguidamente, para hallar la distancia d_2 , procedimos a resolver la ecuación (17) para resolver la ecuación (16):

$$d_2 = \frac{h}{\tan(\gamma)} \quad (16)$$

$$\gamma = 61 - \phi \quad (17)$$

Procedimos a hallar el ángulo γ :

$$\gamma = 61 - (17.1813)$$

$$\gamma = 43.8187^\circ$$

y finalmente hallamos d_2 :

$$d_2 = \frac{0.5638}{\tan(43.8187^\circ)}$$

$$d_2 = 0.5875 \text{ m}$$

Donde la sumatoria de distancias nos resultó

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 2.025 + 0.5875$$

$$d = 2.6125 \text{ m}$$

Representación en Anexo 13.

Área ocupada por los paneles

Considerando los datos anteriormente obtenidos, tomaremos las distancias:

$$d_1 = 2.025 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.5875 \text{ m}$$

$$d = 2.6125 \text{ m}$$

Agruparemos los paneles en 1 grupo de 3 paneles y otro de 2 paneles

Para el grupo de 3 paneles (A_{3p}):

Estarán ubicados de manera horizontal, con una separación de 1 mm entre panel y panel, y verticalmente separado del grupo de 2 paneles por la distancia d_2 , ahora para hallar desarrollaremos el área de un 1 rectángulo, formulando

Ecuación (24)

$$A_{3p} = ((b * h) * 3) + 2mm \quad (24)$$

Donde:

b = altura de panel solar, obtenido del anexo 10. (1.04m)

$$h = d_1 + d_2$$

Entonces:

$$A_{3p} = ((1.04 * (2.025 + 0.5875)) * 3) + 0.002 \text{ m}$$

$$A_{3p} = 8.153 \text{ m}^2$$

Para el grupo de 2 paneles (A_{2p}):

Ecuación (25)

$$A_{2p} = ((b * h) * 2) + 0.001m \quad (25)$$

Donde:

b = altura de panel solar, obtenido del anexo 10. (1.04m)

$h=d_1$, en este caso no se considera d_2 , debido a que ya fue considerado

$$A_{2p} = ((1.04 * 2.025) * 2) + 0.001m$$

$$A_{2p} = 4.213 m^2$$

Área total ocupada:

Ecuación (26)

$$A_T = A_{3p} + A_{2p} \quad (26)$$

$$A_T = 8.153 + 4.213$$

$$A_T = 12.366 m^2 \cong 12.4 m^2$$

Teniendo un área total ocupada de $12.4 m^2$ plasmado en el Anexo 14

Cálculo de sección de conductor

Para la caída de tensión el (Ministerio de Energía y Minas, 2006), los conductores de los alimentadores no deben exceder el 2.5%, y en circuitos derivados no deben de exceder el 2.5%, por lo que consideramos un 1.5%.

Para el conductor en Corriente directa, que es la conexión entre el inversor y los paneles, se estimó una distancia máxima 30 m entre el inversor y el panel más lejano, procedemos a desarrollar las ecuaciones, para la caída de tensión consideraremos un 1.5% porcentaje:

$$\Delta U = 1.5\% * (N^{\circ}_{paneles} * V_{mp}) \quad (22)$$

$$\Delta U = 1.5\% * (5 * 40.96V) = 3.072 V$$

$$\Delta U = 3.072 V$$

Tabla 8
Conductividad de materiales

Temperatura del conductor			
	20°C	Termoplásticos a 70°C	Termoplásticos a 70°C
Cu	58	48.47	45.49
Al	35.71	29.67	27.8

Fuente: (Prysmian Club, 2020)

$$S = \frac{2 * L * I}{\lambda * \Delta U} \quad (20)$$

$$S = \frac{2 * 30 * 10.99}{45.5 * 3.072}$$

$$S = 4.71 \text{ mm}^2$$

Estandarizando nuestra sección tendríamos un conductor de 6 mm², seleccionando el conductor unifilar Topsolar PV (Anexo 15).

Para el conductor en corriente alterna, que es la conexión entre el inversor el tablero de control, estimamos una longitud de 20m, para ello tenemos la ecuación:

$$S = \frac{2 * L * I * \cos \delta}{\lambda * \Delta U} \quad (21)$$

Previo a ello, resolveremos la ecuación (23), donde V_{mi}, es el voltaje máximo en corriente alterna del inversor, por lo tanto:

$$\Delta U = \% * (V_{mi}) \quad (23)$$

$$\Delta U = 1.5\% * (240)$$

Por lo tanto:

$$S = \frac{2 * 25 * 30 * 1}{45.5 * 3.6}$$

$$S = 9.16 \text{ mm}^2$$

Estandarizando la medida a 10 mm², seleccionando el conductor unifilar Topsolar PV (Anexo 15).

Sintetizando lo dimensionado se realizó un esquema de Sistema Fotovoltaico:

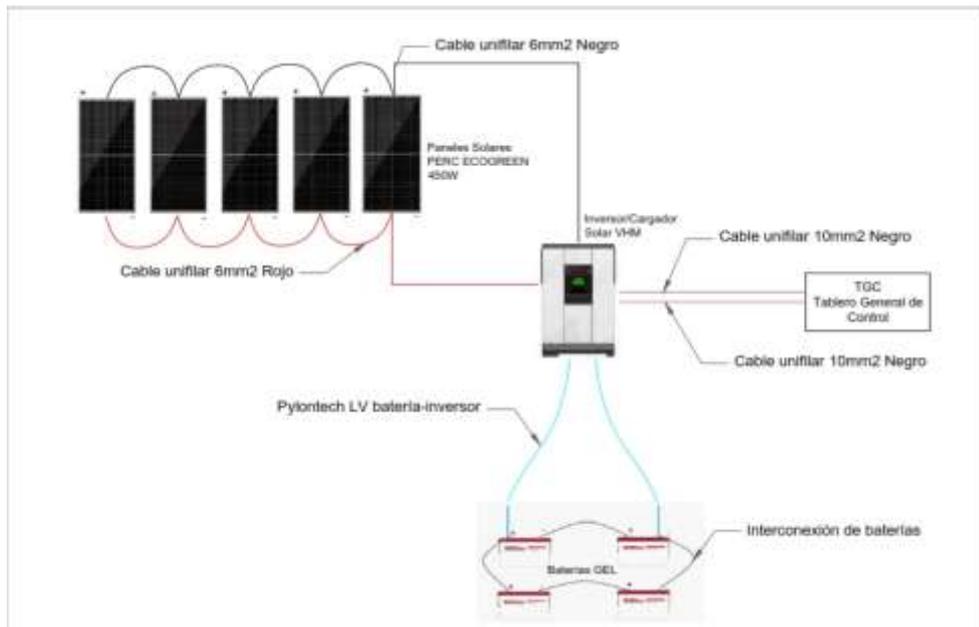


Gráfico 8. Esquema de sistema fotovoltaico

Adicional a ello se contará con una estructura de soporte para los paneles, para así obtener el ángulo de inclinación regulada (Anexo 16).

- Estructura inclinada FALCAT structures 15° a 30° para 2 paneles
- Estructura inclinada FALCAT structures 15° a 30° para 3 paneles

Sistema de puesta a tierra, se realizó una cotización con una empresa eléctrica local (Centro de Iluminaciones ROJESAN S.C.R.LTDA.) para la implementación del sistema de puesta a tierra (Anexo 17).

4.3. Evaluar la mejora proyectada de uso de energía renovable por medio del uso de paneles solares vs el sistema energético original.

Para la evaluación de la mejora proyectada tenemos la potencia máxima consumida en los últimos 6 meses con el sistema energético actual, tomando la más alta para nuestra investigación:

$$E_{max} = 261 \text{ kWh} = 8.419 \text{ kWh/día}$$

- Dicho sistema de generación, con 5 paneles solares acoplados, es capaz de generar durante las horas pico (5.5h):

$$E_{generada} = 12.38 \text{ kWh/día}$$

Realizando la comparación de nuestro sistema de generación fotovoltaica vs actual instalado, podemos evaluar el ahorro de energía obtenido a través de los meses evaluados en el anexo 8, tenemos:

$$E_{gsf} = E_{gsfhp} * \text{días} \quad \text{Ecuación (27)}$$

Donde:

- E_{gsf} = energía promedio generada por sistema fotovoltaico cada mes (kWh/mes).
- E_{gsfhp} = energía generada por Sistema fotovoltaico, durante horas pico (12.38kWh/día).
- días = días del mes evaluado (día).

Para hallar el porcentaje de energía generada por nuestro sistema fotovoltaico, tenemos:

$$\%_{E_{gsf}} = \frac{E_{gsf}}{E.C.} * 100 \quad \text{Ecuación (28)}$$

Donde:

- $\%_{E_{gsf}}$: porcentaje de energía generada por sistema fotovoltaico en cada mes (%)
- $E.C.$ = energía mensual consumida del mercado (kWh)

Tabla 9
Evaluación de producción de energía

Evaluación de producción de energía					
Ubicación:	Centro de abastecimiento zonal de tipo minorista Samegua - Moquegua				
Tarifa	BT5B - NO RESIDENCIAL				
Tipo de medidor:	Monofásico-Electrónico-2 Hilos	E_{gsfhp} (5.5 h)		12.38	kWh/día
MES	Días	E. C.(kWh)		E_{gsf} (kW.h)	$\%_{E_{gsf}}$
		1er piso	2do piso		
Octubre	31	251	1	383.78	152.29%
Noviembre	30	236	0	371.4	157.37%
Diciembre	31	239	0	383.78	160.58%
Enero	31	225	1	383.78	169.81%
Febrero	28	243	0	346.64	142.65%
Marzo	31	202	5	383.78	185.40%

Fuente: Elaboración propia.

Observamos la energía generada por el sistema fotovoltaico, en comparación al consumo mensual con el sistema actual, es en promedio 2.5 veces mayor, obteniendo así un sistema de generación continua e ininterrumpida, capaz de satisfacer nuestra carga y dar abasto a futuras cargas, en el Mercado del Distrito de Samegua.

Tabla 9 desarrollada en el anexo 19.

Con nuestro sistema de generación de sistema fotovoltaico podemos suplantar el sistema actual, que es sabido que viene utilizando combustibles contaminantes para generar energía eléctrica, través del proveedor. Presentamos un cuadro comparativo en la tabla 10, para evidenciar las distintas características de cada sistema de generación de energía, térmica que es la que actualmente suministra a los usuarios del mercado del distrito de Samegua-Moquegua, y la energía solar que es la que se propone.

Tabla 10

Comparativa de impacto ambiental entre generación de energía eléctrica

Energía termoeléctrica	Energía fotovoltaica
Uso de combustibles para generación de energía eléctrica.	Aprovechamiento de la irradiancia solar.
Dependencia de reservas de combustible para su funcionamiento	Disponibilidad de energía constante durante el día y almacenamiento de esta durante la noche.
Inestabilidad de la energía generada.	
Energía contaminante	
Emisiones de gases de efecto invernadero.	Energía limpia y sostenible

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Determinar los costos de implementación del dimensionamiento de la investigación.

Los precios se obtuvieron como proveedor a Autosolar, cada precio está detallado los siguientes anexos:

- Anexo 17
- Anexo 18

Tabla 11
Descripción y costo de materiales

Producto	Modelo	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total
Panel	Monocristalino PERC Ecogreen	5 un	927.74	4638.70
Inversor	3000W MPPT 80A Must Solar VHM	1 un	1924.36	1924.36
Batería	Tensite tipo GEL 12V 300Ah	4 un	1631.44	6525.77
Cables / acoples	Cable unifilar 6mm2 SOLAR PV ZZ Rojo	30 m	5.88	176.29
	Cable unifilar 6mm2 SOLAR PV ZZ Negro	30 m	5.88	176.29
	Cable unifilar 10mm2 SOLAR PV ZZ Rojo	25 m	12.92	323.00
	Cable unifilar 10mm2 SOLAR PV ZZ Negro	25 m	12.92	323.00
	Conector MC4 Multicontact macho - hembra	5 un	19.97	99.89
	Pylontech LV batería - inversor	1 un	96.63	96.63
	Interconexión de baterías paralelo	4 un	69.52	278.08
Estructuras para panel	FALCAT 15° a 30° para 2 paneles	1 un	495.23	495.23
	FALCAT 15° a 30° para 3 paneles	1 un	595.64	595.64
Puesta a tierra (PAT)	Sistema de PAT	1 un	15543.46	1554.46
Total				17207.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12
Costo de terceros.

Descripción	Cantidad	Precio unitario x día	Días	Total
Técnico eléctrico	2	S/ 80	4	S/ 320
Ayudante	2	S/ 50	4	S/ 200
Total: S/.				520

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13
Costo Total de implementación.

COSTOS DIRECTOS	
Materiales/insumos	S/ 17207.41
Mano de obra	S/ 520.00
Total	S/ 17727.41

Fuente: Elaboración propia.

La implementación del sistema fotovoltaico cuenta un costo de S/. 17727.41 nuevos soles.

4.5. Determinar el beneficio económico y retorno de la inversión en función del ahorro de facturación.

Ahorro de facturación

Para determinar el ahorro de la inversión, formulamos la ecuación (29) y (30), expresadas a continuación:

$$E_{gsf\ S/} = E_{pgsf} * días * P_u \quad \text{Ecuación (29)}$$

Donde:

- $E_{gsf\ S/}$: energía generada por el sistema fotovoltaico (S/. mes)
- E_{pgsf} : energía generada por el sistema fotovoltaico durante horas pico (12.34 kWh/día).
- $días$: días del mes evaluado.
- P_u : precio unitario de kWh en el mes (S/-kWh)

Para hallar el % ahorrado en la facturación:

$$\%_{AF} = \frac{E_{gsf\ S/}}{E_f} * 100 \quad \text{Ecuación (30)}$$

Donde:

- $\%_{AF}$: Ahorrado en facturación durante el mes (%).
- $E_{gsf\ S/}$: energía generada por el sistema fotovoltaico (S/. mes)
- E_f : energía facturada en el Mercado de Samegua durante el mes.

Tabla 14
Reducción de facturación

Evaluación de reducción de facturación							
Ubicación:	Centro de abastecimiento zonal de tipo minorista Samegua - Moquegua						
Tarifa	BT5B - NO RESIDENCIAL					12.38	
Tipo de medidor:	Monofásico-Electrónico-2 Hilos					E_{pgsf}	kWh/día
MES	días	Pu (S/- kWh)	Factura Total		E_{gsf} S/	%AF	
			1er piso	2do piso			
Octubre	31	0.73	S/ 237.50	S/ 7.79	S/ 279.15	113.80%	
Noviembre	30	0.73	S/ 230.30	S/ 13.35	S/ 270.14	110.87%	
Diciembre	31	0.73	S/ 236.10	S/ 7.20	S/ 279.15	114.73%	
Enero	31	0.73	S/ 218.50	S/ 15.70	S/ 279.15	119.19%	
Febrero	28	0.73	S/ 239.80	S/ 7.00	S/ 252.13	102.16%	
Marzo	31	0.73	S/ 198.70	S/ 25.50	S/ 279.15	124.51%	

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados arrojados en la tabla 14, se puede deducir que la cantidad teórica facturada es cubierta a más del 100% del actual pago, lo cual nos indicaría que los usuarios estarían absueltos de un pago mensual hacia la empresa encargada del abastecimiento de la energía eléctrica, con un ahorro de facturación total.

Tabla 14 anexada en el anexo 20.

Evaluación de costos y retornos de inversión en función del ahorro de facturación

Realizando el análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno, tenemos la ecuación (18) del VAN y ecuación (19) del TIR:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_o \quad (18)$$

$$TIR = \sum_{i=1}^n \frac{Vt}{(1+i)^t} = 0 \quad (19)$$

Con los resultados obtenidos en la tabla 14 (Anexo 20), sabemos que la facturación mensual es cubierta en su totalidad, con los cuales se realizó la evaluación financiera en torno a la vida de utilización de los paneles solares (25 años) (Anexo 10), se tomó en cuenta la vida útil de las baterías, que se renovarían cada 10 años (Gráfico 7).

Como ingresos anuales, se usaron los datos promedios de consumo, datos obtenidos de los gráficos 3 y 4, basados en el anexo 8, obtenemos los datos del Anexo 9:

Facturación media mensual, primer piso:

S/226.82

Facturación media mensual, segundo piso:

S/12.76

Facturación media mensual, en el mercado:

S/239.57

Tarifa unitaria promedio:

0.73 S/-kWh

Tabla 15

Costos promedio de facturación e implementación

Descripción	Período	Precio
Ahorro de facturación mensual (promedio)	1 mes	S/. 239.57
Ahorro de Facturación anual (promedio)	12 meses	S/ 2874.84
Inversión para implementación de sistema fotovoltaico	-	S/ 17727.41

Fuente: Elaboración propia

Para la aplicación de las ecuaciones (18) y (19) en la **evaluación de costos en función del ahorro de facturación**, se tienen como datos base:

$V_t = 2874.84$, $I_0 = 17727.41$, $n = 25$ años, $k = 0\%$

Tabla 16
Reducción de facturación en torno a la facturación promedio

Análisis de costos con VAN y TIR						
Tasa interés	0.00%					
Período (años)	Inversión inicial	Costos de operación y Mtto	Ingresos anuales	Flujo de carga	FLUJO DE CAJA	FLUJO
0	S/ 17,727.41	S/ -	S/ -	-S/ 17,727.41	-S/ 17,727.41	-S/ 17,727.41
1	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 14,852.57
2	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 11,977.73
3	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 9,102.89
4	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 6,228.05
5	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 3,353.21
6	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	-S/ 478.37
7	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,396.47
8	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 5,271.31
9	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 8,146.15
10	S/ -	S/ 6,744.00	S/ 2,874.84	-S/ 3,869.16	-S/ 3,869.16	S/ 4,276.99
11	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 7,151.83
12	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 10,026.67
13	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 12,901.51
14	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 15,776.35
15	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 18,651.19
16	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 21,526.03
17	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 24,400.87
18	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 27,275.71
19	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 30,150.55
20	S/ -	S/ 6,744.00	S/ 2,874.84	-S/ 3,869.16	-S/ 3,869.16	S/ 26,281.39
21	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 29,156.23
22	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 32,031.07
23	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 34,905.91
24	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 37,780.75
25	S/ -	S/ -	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 2,874.84	S/ 40,655.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17
Análisis de resultados de costos

Retorno de inversión de proyecto	
VAN de proyecto	S/ 40,655.59
TIR de proyecto	13.72%
VAN Ingresos	S/ 71,871.00
VAN Egresos (gastos)	S/ 13,488.00
VAN Egresos + inversión	S/ 31,215.41
Costo - Beneficio	2.30
Retorno de inversión (años)	6.17

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo como resultados (Anexo 21):

VAN de proyecto = S/. 40655.59 TIR proyecto = 13.72%, Costo – beneficio = 2.30 y Retorno de inversión en función de la facturación promedio = 6.17 años.

Como se pudo observar se realizaron los cálculos en base a una tasa de interés del 0%, se realizó considerando un escenario ideal sin recargos monetarios.

V. DISCUSIÓN

Según la investigación realizada, se pudo observar la importancia de la ubicación geográfica, como factor clave para el aprovechamiento de la energía solar, así como se pudo destacar el área física a ser ocupada por los paneles solares, los cuales tienden a tener un separación para evitar así tener sombras que limiten la producción de energía con el bloqueo de la luz solar, adicional a ello cabe mencionar que con la implementación de los paneles solares, se lleva a cabo un impacto en la sociedad el cuál va dirigido tanto al medio económico como medioambiental, reduciendo el consumo de energías por parte del sistema tradicional, que son obtenidas en gran parte por la quema de combustibles; en concordancia con (Ventura & Delgado, 2020) realizando su investigación sobre el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la demanda eléctrica de la posta médica en el centro poblado Urakusa, Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú, mencionan que la ubicación y área disponible para la ubicación de los paneles repercute de manera notable debido a que las sombras por objetos o edificios colindantes impedirían una correcta generación de energía, de igual manera manifiestan que su proyecto es motivante e impulsor a optar por las energías renovables ya que contribuyen a la reducción del calentamiento global.

También, previo al dimensionamiento pudimos observar que la irradiancia del Distrito de Samegua, obtenida a través del software *Meteonorm demo v8.1.1*, cumple con valores propicios para el aprovechamiento de la energía renovable, irradiancia característica de la zona costera del Perú, lo cual es provechoso para la producción de energía a través de los paneles solares, sabiendo que según (Geografía Infinita, 2021) el clima del país Peruano es bastante determinado, por la ubicación geográfica ya que dicho país se sitúa dentro de la zona intertropical de la tierra, dicho de otro modo, a baja latitud y aproximada al ecuador terrestre, contrastamos con (Sosa & Teves, 2021) que en su investigación sobre la Identificación, Evaluación y Selección de Instituciones Educativas de Bajos Recursos en el Distrito de Sicchez, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura que Cumplan con Diversos Factores Para la Implementación de Paneles Solares Como Reemplazo de

Energía Eléctrica obtuvieron como resultado, mediante el análisis a distintas instituciones educativas, la evidencia que en la zona sierra del departamento de Piura también se cumple con datos de irradiancia óptima para la implementación de sistema fotovoltaicos.

Además, en nuestros resultados observamos que tuvimos que recalcular nuestros números de paneles solares debido al sobredimensionamiento que existía, al notar la energía producida en comparación de la demanda inicial, suponiendo así una aminoración de los costos, un Valor Actual Neto más acorde a la inversión, siendo éste mayor a la unidad, y sabiendo que de acuerdo con (Rich, Jones, Heithger, Mowen, & Hansen, 2012) si el VAN resulta ser por encima que cero, el proyecto es rentable; con lo cual tenemos que nuestro proyecto es rentable; determinamos una Tasa Interna de Retorno (TIR) que resultó por encima de la unidad de porcentaje, y de acuerdo a (Meyer & Reniers, 2013), cuanto mayor sea la TIR de una inversión, más deseable es continuar con dicha inversión; para lo cual, en nuestro proyecto, es deseable continuar con la inversión, y por último analizando la relación costo – beneficio, tuvimos un resultado por encima de la unidad y según (International Union for Conservation of Nature, 2018), un proyecto tendrá rentabilidad si la relación costo – beneficio está por encima de la unidad; difiriendo con la investigación de (Barrera & Castilla, 2018) quienes realizaron una propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el municipio de Quebradanegra, Cundinamarca, obteniendo como resultado, una producción de energía que resulta ser más doble según su demanda inicial, lo cual repercute en los costos de implementación, lo que quiere decir que la implementación de dicho proyecto tendrá un costo más elevado de lo que debería de ser si se realiza el correcto dimensionamiento.

Adicional a ello en nuestro desarrollo de resultados pudimos observar que el ángulo de inclinación es parte muy importante en la estimación de energía a generar por medio de los paneles solares, notando así que si se trabaja con un sistema aislado o un sistema conectado a la red, existirá variación del

ángulo de inclinación, agregando a ello que tanto el ángulo como los paneles solares, el inversor, el regulador solar y los bancos de baterías son partes esenciales en el sistema de generación de energía eléctrica, concordando con (Viera, 2021) que marca la importancia de los equipos y el ángulo de inclinación de los paneles como los factores más importantes para la utilidad del recurso energético solar.

Finalmente, en nuestros resultados dimensionamos nuestros paneles solares teniendo en cuenta la demanda de energía consumida por los comerciantes del mercado de Samegua-Moquegua, los cuales realizan sus actividades teniendo como principal medio el uso de la energía eléctrica para sus electrodomésticos, luminarias, etc., denotamos, con la implementación de los paneles solares, el cumplimiento de la reducción de facturación en su totalidad complementado por el trabajo de (López, 2019), que lleva por título Uso de la energía solar en micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Moquegua, 2015, el cual concluye en que las micro y pequeñas empresas de producción en la ciudad de Moquegua utilizan como principal fuente de energía, la electricidad pública, para el uso de electrodomésticos y uso de maquinaria en su totalidad y en iluminación abarcando casi lo absoluto.

VI. CONCLUSIONES

Revisando la documentación de la facturación de los últimos 6 meses del Mercado de Samegua, obtenido de la Municipalidad Distrital, se concluye que la potencia promedio consumida con el sistema actual, es de 261 kWh/mes en el Mercado siendo igual a 8.4 kWh/día, siendo la el consumo máximo 251kWh en el mes de Octubre ubicado en el primer piso, y el consumo máximo en el segundo piso fue del mes de mayo con 5 kWh, debido a la pandemia producida por la COVID-19 (Sars-Cov2), se encuentra al 50% de su capacidad, por lo cual se duplicó la carga mensual en el segundo piso, para usarlo en la carga máxima y así realizar el dimensionamiento.

Realizando el dimensionamiento, se concluyó que nuestro sistema está compuesto por 5 paneles solares tipo PERC ECOGREEN 450W, un inversor/cargador 3000W Must Solar VHM, y 2 bancos de baterías GEL, cada banco compuesto de 2 baterías de 12V en serie, ambos bancos conectados en paralelo, generando un promedio de 12.38 kWh/día durante las horas pico (5.5 horas), y mensualmente generando un mínimo de 346.64 kwh/mes.

En torno a la mejora proyectada se concluyó que la generación de energía a través de la implementación del sistema fotovoltaico satisface con creces en generación de energía, en función de los máximos consumos energéticos. Analizando los costos de implementación de equipos, accesorios, cableado y pozo a tierra, se determinó que la inversión del proyecto tendría un costo inicial de S/17723.43 nuevos soles.

Analizando el ahorro de facturación concluimos que con el sistema implementado la reducción de facturación es de más del 100%, lo cual quiere decir que la reducción de facturación es total en todos los meses contrastados con las facturaciones evaluadas del Anexo 6 y Anexo 7, teniendo con ello nuestros ingresos, considerando nuestro período de inversión de 25 años, que es el tiempo de vida de nuestros paneles solares según el fabricante, y cada 10 años implementando los costos de operación

y mantenimientos, obtuvimos a través del análisis de costos un Valor Actual Neto de S/ 40659.57, una Tasa Interna de Retorno de 13.73%, una relación de costo – beneficio de 2.30 y un retorno de inversión de 6.17 años, que viene siendo 6 años y 1 mes aproximadamente, considerando un escenario ideal donde la tasa de interés es de un 0.0%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener la cuenta el DOD (profundidad de descarga) de las baterías, para preservar la capacidad de carga de las baterías tipo GEL, y mantenerlas en un lugar adecuado para evitar su sobrecalentamiento.

Tener en cuenta que el dimensionamiento realizado, fue en base al máximo consumo, en el primer piso, en el mes de octubre y en el 2do piso en el mes de marzo del 2021, con un consumo total, del primer piso 251 y segundo piso, 5 kWh/mes, duplicado dando 10 kWh/mes, siendo 261 kWh/mes, igual que 8.129 kWh/día el consumo diario, y que se obtuvo una generación mínima de 346.64 kWh/mes.

Se recomienda para el uso correcto del sistema fotovoltaico, realizar capacitaciones sobre los beneficios de los paneles, el funcionamiento, y operación básica del sistema fotovoltaico, a los comerciantes del mercado de Samegua, para que al menos se tenga una base del funcionamiento del sistema.

Se recomienda realizar un análisis y determinar si el sistema será absuelto de la red actual, o si se trabajará conectado a la red, debido a que, en ambas condiciones, el sistema responderá de igual manera debido al tipo de inversor que posee.

De igual manera, se recomienda realizar una evaluación y concerniente estudio para poder reproducir e impulsar la implementación de los sistemas de generación fotovoltaica en la ciudad de Samegua, siendo que ésta posee una muy aprovechable irradiancia.

REFERENCIAS

- Alvarado, J. (2017). *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada*. Obtenido de Archivo Digital UPM:
https://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf
- atersa shop. (Marzo de 2019). *Diferencias entre los reguladores de carga solar PWM y MPPT*. Obtenido de atersa: <https://atersa.shop/diferencias-entre-los-reguladores-de-carga-solar-pwm-y-mppt/>
- Autosolar. (10 de Julio de 2020). *Tipos baterías solares*. Obtenido de Autosolar:
<https://autosolar.es/baterias-placas-solares/tipos-baterias-solares>
- Autosolar. (14 de 09 de 2021). *Perú: radiación más alta de todo el planeta*. Obtenido de Autosolar: <https://autosolar.pe/blog/actualidad-de-energia-solar/peru-radiacion-solar-mas-alta-de-todo-el-planeta>
- AutoSolar. (11 de Febrero de 2022). *Baterías AGM y GEL – Ventajas y aplicaciones*. Obtenido de AutoSolar: <https://autosolar.es/baterias-placas-solares/baterias-agm-y-gel-ventajas-y-aplicaciones>
- Autosolar. (05 de 05 de 2022). *Baterías solares*. Obtenido de Autosolar:
<https://autosolar.pe/baterias-solares>
- Barrera, W., & Castilla, F. (2018). *PROPUESTA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CONSUMO ELÉCTRICO EN EL MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA, CUNDINAMARCA*. Obtenido de UNIVERSIDAD LIBRE:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15472/MONOGRAF%C3%8DA%2C%20PROPUESTA%20DE%20UN%20SISTEMA%20FOTOVOLTAICO%20PARA%20CONSUMO%20EL%C3%89CTRICO%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20QUEBRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabal S.A. (Enero de 2014). *Guía de buenas prácticas Proyectos fotovoltaicos*. Obtenido de SICA:
<https://www.sica.int/download/?89647>
- Canal, N. (1 de 12 de 2006). *Técnicas de muestreo. Sesgos*. Obtenido de SEDEN:
<https://www.revistaseden.org/files/9-cap%209.pdf>
- Cantos, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid: paraninfo. Obtenido de
<https://books.google.com.co/books?id=EHDICwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- CELSIA. (5 de Mayo de 2018). *Paneles solares ¿Cómo funcionan y qué son?* Obtenido de CELSIA:
[https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/#:~:text=PANELES%20SOLARES-,Los%20paneles%20solares%20se%20componen%20de%20c%C3%A9lulas%20fotovoltaicas%20\(PV\)%2C,durante%20las%20horas%20del%20d%C3%ADa.&text=Este%20dispositiv](https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/#:~:text=PANELES%20SOLARES-,Los%20paneles%20solares%20se%20componen%20de%20c%C3%A9lulas%20fotovoltaicas%20(PV)%2C,durante%20las%20horas%20del%20d%C3%ADa.&text=Este%20dispositiv)
- CENERGIA. (1 de Marzo de 2019). *Radiación Solar en el Perú. Irradiancia vs Radiación*. Obtenido de CENERGIA: <https://cenergia.org.pe/blog/radiacion-solar-peru-irradiancia-radiacion/>

- cirprotec. (Junio de 2016). *Importancia del sistema de puesta a tierra*. Obtenido de cirprotec: <http://www.cirprotec.com/es/Solutions/Safeground/Importancia-del-sistema-de-puesta-a-tierra>
- COELECTRIX. (02 de Abril de 2018). *Inversor de corriente, que es y como elegir el que necesitas*. Obtenido de COELECTRIX: <https://coelectrix.com/inversor-de-corriente>
- DS New Energy. (06 de Agosto de 2019). *Factores que afectan la eficiencia y el rendimiento de un panel solar*. Obtenido de DS New Energy: <https://www.dsisolar.com/info/factors-that-affect-tthe-efficiency-and-output-37934914.html#:~:text=La%20eficiencia%20del%20inversor%20para,representa%20una%20p%C3%A9rdida%20del%208%25.&text=Puede%20haber%20una%20peque%C3%B1a%20ca%C3%ADa,alrededor%20del%2>
- Encalada, A., & Sancho, J. (2022). *Proyecto técnico con enfoque investigativo: "Análisis de costos para la operación de sistemas fotovoltaicos domiciliarios para la ciudad de Cuenca"*. Obtenido de Repositori Institucional Universidad Politécnica SALESIANA Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21587/1/UPS-CT009491.pdf>
- Enersur. (2014). *Memoria anual*. Obtenido de ENGIE: <https://engie-energia.pe/wp-content/uploads/2020/10/MemoriaAnual2014-EnerSur-web.pdf>
- Geografía Infinita. (9 de Junio de 2021). *El clima del Perú a través de los mapas*. Obtenido de Geografía Infinita: <https://www.geografiainfinita.com/2021/02/el-clima-del-peru-a-traves-de-los-mapas/#:~:text=En%20primer%20lugar%2C%20si%20nos,y%20cerca%20del%20ecuador%20terrestre>
- Green Vatio. (Septiembre de 2020). *Paneles Solares*. Obtenido de Green Vatio de México: <https://greenvatio.com/paneles-solares/>
- Guamán, C. (Febrero de 2017). *DISEÑO DE UNA MICRORRED BASADA EN RENOVABLES PARA SUMINISTRAR ELECTRICIDAD A UN ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83964/P030153316_TFM_14867660672271275997430684805011.pdf?sequence=2
- Icart, T., Fuentelsaz, C., & Pulpón, A. (2006). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. Obtenido de Universitat de BARCELONA: <http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/06677.pdf>
- IDEAM. (26 de Octubre de 2015). *Distribución global de la irradiación Global Horizontal*. Obtenido de IDEAM: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Distribucion-global-de-la-Irradiacion-Global-Horizontal.pdf>
- International Union for Conservation of Nature. (2018). *Análisis costo - beneficio de la restauración de los paisajes forestales en Perú*. Obtenido de IUCN, International Union for Conservation of Nature: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/flr_peru_analisis_economico_flr.pdf

- La republica. (2 de octubre de 2017). *Así se comporta el mercado de combustibles en el Perú*. Obtenido de La republica: <https://larepublica.pe/economia/1105746-asi-se-comporta-el-mercado-de-combustibles-en-el-peru/>
- Lira, A., & Guevera, A. (2017). *Irradiancia y Radiancia*. México: Laboratorio de Edificación Sostenible.
- López, D. (2019). *Uso de la energía solar en micro y pequeñas empresas de producción de la ciudad de Moquegua, 2015*. Obtenido de Repositorio Institucional – UJCM: https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/707/Danny_tesis_titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meteonorm. (2022). *Meteonorm parameters*. Obtenido de Meteonorm: <https://meteonorm.com/en/meteonorm-parameter>
- Meyer, T., & Reniers, G. (2013). *Gestión de riesgos de ingeniería (Engineering Risk Management)*. Obtenido de Knovel: <https://goo.gl/6lCPrX>
- Ministerio de Energía y Minas. (30 de Enero de 2006). *Código nacional de electricidad Utilización*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad__Utilizaci%C3%B3n_.pdf
- monsolar. (9 de Noviembre de 2015). *¿Qué es y qué hace un regulador de carga solar?* Obtenido de monsolar: <https://www.monsolar.com/blog/que-es-y-que-hace-un-regulador-de-carga-solar/>
- Prysmian Club. (13 de Marzo de 2020). *Cálculo de las fórmulas para obtener la sección por caída de tensión. Ejemplo de cálculo*. Obtenido de Prysmian Club: <https://www.prysmianclub.es/no1-calculo-para-obtener-la-seccion-por-caida-de-tension-ejemplo-de-calculo/>
- Questionpro. (07 de Agosto de 2018). *¿Qué es la investigación correlacional?* Obtenido de Questionpro: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-correlacional/>
- Quintana, S. (13 de Mayo de 2020). *La Operacionalización de variables "Clave" para armar una tesis, parte 1*. Obtenido de Universidad Nacional de San Martín: <https://unsm.edu.pe/wp-content/uploads/2020/05/silvestre-quintana-articulo-unsm-13-05-2020.pdf>
- REGULED. (Julio de 2020). *¿Qué Es El DOD De Una Batería?* Obtenido de Reguled: <https://reguled.com/que-es-el-dod-de-una-bateria/#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20el%20DOD,sus%20bater%C3%ADas%20de%20ciclo%20profundo%20>.
- Rich, J., Jones, J., Heithger, D., Mowen, M., & Hansen, D. (2012). *Contabilidad Gerencial: La Piedra Angular de los Negocios*. Boston: Cengage Learning.
- Sanches, N., & Egoavil, G. (2015). *Implementación de un tablero de control de panel solar*. Huancayo: SENATI.
- SOLSTA. (2022). *Meteonorm V 8.0*. Obtenido de SOLSTA: <https://solsta.co/productos/meteonorm-5/>

- Sosa, M., & Teves, D. (Abril de 2021). *Identificación, Evaluación y Selección de Instituciones Educativas de Bajos Recursos en el Distrito de Sicchez, Provincia de Ayabaca, Departamento de Piura que Cumplan con Diversos Factores Para la Implementación de Paneles Solares Como Reemplazo de Energ.* Obtenido de Repositorio Institucional UNP: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2718/CIV-SOS-TEV-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- sotysolar. (2019). Obtenido de sotysolar: <https://sotysolar.es/placas-solares/monocristalinas-policristalinas>
- Style, O. (Mayo de 2012). *Energía solar autónoma.* Obtenido de Google Libros: <https://books.google.com.pe/books?id=cNJB5tdbcJ0C&pg=PA15&dq=hora+pico+solar&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewjUjla-5pj3AhXOH7kGHZj2Bz0Q6AF6BAGJEAI#v=onepage&q=hora%20pico%20solar&f=false>
- SYSCOM. (6 de Julio de 2020). *Baterías, ¿En Serie o en Paralelo?* Obtenido de SYSCOM: <https://www.syscomblog.com/2020/07/baterias-en-serie-o-en-paralelo.html#:~:text=Para%20conectar%20%20bater%C3%ADas%20en,para%20obtene r%20el%20voltaje%20resultante.>
- Tarifasgasluz. (30 de Marzo de 2021). *¿Qué son los reguladores solares y cuál elijo según mi instalación?* Obtenido de Tarifasgasluz: <https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/componentes/regulador-solar>
- tecnosolab. (05 de Diciembre de 2016). *Distancia entre filas de paneles solares para evitar el sombreado.* Obtenido de tecnosolab: <https://tecnosolab.com/noticias/distancia-entre-filas-de-paneles-solares/>
- TodoSai. (2 de Febrero de 2022). *BATERÍAS - TIPOS Y USOS 2022.* Obtenido de TodoSai: <https://todosai.com/blog/baterias-tipos-y-usos-b50.html>
- Ventura, E., & Delgado, L. (Junio de 2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.* Obtenido de Repositorio institucional digital de Universidad Nacional de Jaen: https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/215/1/Ventura_VEA_Delgado_CLB.pdf
- Viera, J. (Septiembre de 2021). *Diseño e Implementación de un sistema de generación de energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas ubicada en las riveras del río payamino de la ciudad del Coca para la empresa Orellana Turismo EP.* Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33707/1/Tesis%20I.%20M.%20655%20-%20Viera%20%20Andi%20Jonathan%20%20Andr%C3%A9s.pdf>
- Wikipedia. (5 de Mayo de 2021). *Distrito de Samegua.* Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Samegua

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Dimensionamiento de paneles solares	Diseño de un sistema con energías renovables para captar energía solar y transformarlo en energía eléctrica	Basada en el cálculo de la potencia del	Watts	razón
		sistema de paneles solares y radiación solar	Kilowatts por metro cuadrado	razón
Reducción de costos de facturación	Disminución en la tarifa por concepto de consumo eléctrico de los comerciantes del mercado de Samegua	optimización de	Facturación	razón
		facturación por kWh aprovechados	actual	razón
			deseada	razón
			Tarifa kWh	razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

Titulo:

Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica. en el mercado del distrito de Samegua - Moquegua 2022.

Formulación del problema	Justificación	Objetivos.	Hipótesis.	Variable.	Población, muestra y muestreo.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.
¿De qué manera se reducirá el costo de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua por implementación del dimensionamiento de paneles solares?	El sistema de transmisión de energía hacia el mercado del distrito de Samegua, suele ser deficiente, además, la tecnología que se utiliza para este sistema eléctrico, es costosa, lo cual eleva su tarifa, lo que genera cierto nivel de insatisfacción en los usuarios del mercado del distrito de Samegua, lo que determina la alternativa ideal que pueda	<p>Objetivo general. Determinar el dimensionamiento de paneles solares y uso de energía renovable para reducir costos de facturación de E.E. en el mercado del distrito de Moquegua 2022.</p> <p>Objetivos específicos. i) evaluar las condiciones energéticas actuales y consumos del mercado de abastos del distrito de Samegua. ii) Dimensionar el uso de energía renovable por medio de panel solar. iii) Evaluar la mejora proyectada de</p>	Con la implementación de energía renovable por medio de paneles solares se reducirán costos de los usuarios del mercado del distrito de Samegua.	<p>Variable independiente. Dimensionamiento de paneles solares.</p> <p>Variable dependiente. Reducir costos de facturación de energía eléctrica.</p>	Nuestra población y muestra son los paneles solares que serán necesarios para abastecer de energía a los comerciantes del mercado de abastos que está compuesto por 23 puestos.	Las técnicas utilizadas fue la observación y análisis documental. En los instrumentos de recolección de datos se realizó un cuadro de cargas.

garantizar el suministro de energía eléctrica durante las 24 horas por medio de panel solar, además que se pueda llevar a cabo con las condiciones naturales de la región, propio de su localización geográfica.	el uso de energía renovable por medio del uso de paneles solares vs el sistema energético original. iv) Determinar los costos de implementación del dimensionamiento de la investigación. v) Determinar el beneficio económico y retorno de la inversión en función del ahorro de facturación.
--	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Carta de autorización de ejecución de investigación.



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CHICLAYO, 14 de marzo de 2022

Señor(a)
MIGUEL FREDDY CHURACUTIPA CRUZ
GERENTE DE SERVICIOS A LA CIUDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
Av. Los Incas S/N

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial CHICLAYO y en el mío propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el Bach. EDDERT GABRIEL MAMANI MAMANI del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, pueda ejecutar su investigación titulada: " **Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua - Moquegua 2022**", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

.....
Dr. JORGE ANTONIO INCISO VÁSQUEZ
COORDINADOR PT.IME UCV

Recibido
30/03/2022

Fuente: Elaboración propia



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CHICLAYO, 14 de marzo de 2022

Señor(a)
MIGUEL FREDDY CHURACUTIPA CRUZ
GERENTE DE SERVICIOS A LA CIUDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
Av. Los Incas S/N

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial CHICLAYO y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el Bach. CRISTOPHER ARIOS NINA LIMACHE del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, pueda ejecutar su investigación titulada: " Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua - Moquegua 2022", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



.....
Dr. JORGE ANTONIO INCISO VÁSQUEZ
COORDINADOR PT.IME UCV

cc: Archivo PTUN.



Anexo 5. Cargo por información solicitada

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
GERENCIA DE SERVICIOS MUNICIPALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Samegua, 04 de abril del 2022.

CARTA N° 018-2022-GSCGA/MDS

Dr.:

JORGE ANTONIO INCISO VASQUEZ

Coordinador PT. IME Universidad Cesar Vallejo

Presente. –

Referencia: Carta s/n

ASUNTO : REMITO INFORMACION SOLICITADA

Mediante el presente me dirijo a Usted para saludarlo cordialmente, y a la vez en virtud al documento de la referencia, remitir información solicitada la cual consta de copias de recibos de consumo de energía eléctrica de los últimos seis meses del Mercado de Abastos de nuestro Distrito.

Todo ello con la finalidad de apoyar en investigación realizada por Bach. EDDERT GABRIEL MAMANI MAMANI del programa de titulación – Taller de elaboración de tesis de la Escuela Académica Profesional de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Sin otro particular, me despido de Ud.

Atentamente;




Lic. Miguel P. Chiquitipa Cruz
GERENTE DE SERVICIOS MUNICIPALES Y
GESTIÓN AMBIENTAL

MFCHC/GSMGA
LDRV/Sec
Cc. Archivo

Fuente: Municipalidad Distrital de Samegua

Anexo 6. Recibos de facturación, primer piso, de octubre 2021 a marzo 2022



Empresa Regional de Servicios Públicos de Electricidad
Electrosur S.A.
 Calle Jirón 126 - Lima
 Avenida Arequipa, Av. Juan Combarros s/n - Moquegua
 Teléfono: 052 223 5500
 Email: 2021@electrosur.pe

Para consultas su número de cliente es:
210005418

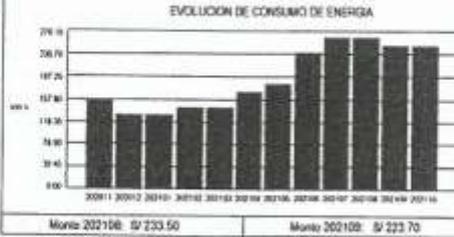
ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO: Octubre-2021

DATOS DEL CLIENTE
NOMBRE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC: 20154470108
DIRECCIÓN: CALLE HUASCAR 5/N
DPTO/PROV: MOQUEGUAMCAL NIETO/SAMEGUA
ruta: 21-05-052-123400 **N° MEDIDOR:** 01823689

DATOS TÉCNICOS
TARIFA: BT5B - NO RESIDENCIAL **ACOMETIDA:** AAREA
POTENCIA: 2.00 kW **TENSION:** 220 V - BT
MEDIDOR: MEDIDOR ELECTRONICO 1 fase **CONEXIÓN:** C.1.1
SISTEMA: 0111 - MOQUEGUA **(023-23->Moquegua 05_09)**
SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO
LECTURA ACTUAL: 25074 **08 Oct 2021**
LECTURA ANTERIOR: 24823 **08 Sep 2021**
CONSUMO FACTURADO: 251.00 **KWh**
FACTOR: 1.00
PRECIO UNIT. \$/KWh: 0.7055

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto \$/ 7.45



DETALLE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE \$/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldía AP: \$/0.6860)	17.15
CARGO FUEO	3.75
ENERGIA	177.08
INTERESES COMPENSATORIOS	0.10
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.28
SUBTOTAL	199.36
IGV 18%	35.88

OTROS PAGOS
 LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL 2.21
 REDONDEO DEL MES 0.05

FECHA EMISIÓN: 10 oct 2021 **FECHA VENCIMIENTO: 26 oct 2021** **TOTAL A PAGAR \$/ ***237.50**

SON : DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE CON 50/100 SOLES

MENSAJES

Próxima Facturación:

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
nov-2021	8-nov-2021	16-nov-2021	25-nov-2021

Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis;
 Conoce la fecha y centro de vacunación en: pongohombro.gob.pe

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO	Octubre-2021	SS200 - 552722	2021001000001973068
TOTAL \$/	***237.50	210005418	
VENCIMIENTO	26 oct 2021	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA	
		001 - 23 - MCAL NIETO/SAMEGUA	21-05-052-123400

Lady's Muanca Meneses
 13-10-2021



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad: RECIBO N° S200 - 586584

Electrosur S.A.
 Av. José Pardo 1000 - Lima
 Callao 05104 - Iquitos 05105 - Pucallpa 05106
 Tarma 05107 - Huancayo 05108 - Huaran 05109
 Huánuco 05110 - Moquegua 05111

Para consultas su número de cliente es:

210005418

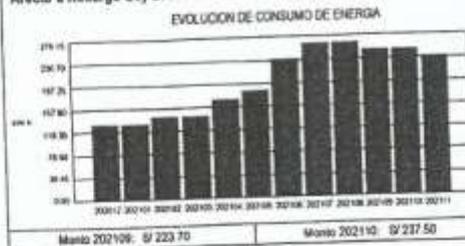
ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO: Noviembre-2021

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR SIN
DPTO/PROV:	MOQUEGUAMCAL NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123400 N° MEDIDOR: 01823689

DATOS TÉCNICOS			
TARIFA:	BT5B - NO RESIDENCIAL	ACOMETIDA:	AEREA
POTENCIA:	2.00 KW.	TENSIÓN:	220 V - BT
MEDIDOR:	MONOFASICO ELECTRONICO 2 HAZ	CONEXIÓN:	C.1.1
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA		[023-23->Moquegua 05_09]
		SEC. TÍPICO:	2

DETALLE DEL CONSUMO		
LECTURA ACTUAL:	25310	08 Nov 2021
LECTURA ANTERIOR:	25074	08 Oct 2021
CONSUMO FACTURADO:	236.00	KW.h
FACTOR:	1.00	
PRECIO UNIT. S/ AWH:	0.7324	

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 7.29



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldia AP: S/ 0.6067)	15.17
CARGO FUD	1.80
ENERGIA	172.85
INTERESES COMPENSATORIOS	0.30
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29
SUBTOTAL	193.41
ICV 18%	34.81

SUBTOTAL	193.41
ICV 18%	34.81

OTROS PAGOS	
LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL	2.08
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.05

FECHA EMISIÓN: 10 nov 2021 FECHA VENCIMIENTO: 25 nov 2021 TOTAL A PAGAR S/ ***230.30

SON : DOSCIENTOS TREINTA CON 30/100 SOLES

MENSAJES

Proxima Facturacion:

Mes:	F. Lectura:	F. Factur.	F. Pago:
dic-2021	8-dic-2021	10-dic-2021	27-dic-2021

Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis.
 Conoce tu fecha y centro de vacunación en: pongoalurbro.gob.pe

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO SS200 - 586584 2021001000002208077

MES FACTURADO	Noviembre-2021	210005418	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
TOTAL S/	***230.30		
VENCIMIENTO	25 nov 2021	001 - 23 - MCAL NIETO/SAMEGUA	21-05-052-123400



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
 ElectroSur S.A.
 Calle Zeta 800 - Tarma
 Avenida 2019 - Baños de Ocoña s/n - Moquegua
 Jirón 2019 - Arequipa
 RUC 2019/AS114

RECIBO N° S200 - 620531

Para consultas su número de cliente es:
210005418

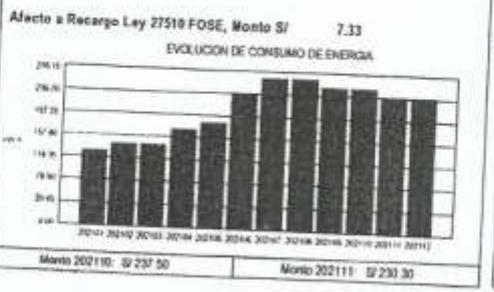
ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Diciembre-2021

DATOS DEL CLIENTE
 NOMBRE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
 RUC: 20154470108
 DIRECCIÓN: CALLE HUASCAR SIN
 DPTO/PROV: MOQUEGUANCA, NIETO/SAMEGUA
 RUTA: 21-05-052-123400 N° MEDIDOR: 01823689

DATOS TÉCNICOS
 TARIFA: BT5B - NO RESIDENCIAL ACOMETIDA: APREA
 POTENCIA: 2.00 kW. TENSIÓN: 220 V - BT
 MEDIDOR: MONOFÁSICO ELECTRONICO 2 FASES CONEXIÓN: C.1.1
 SISTEMA: 0111 - MOQUEGUA (023-23->Moquegua 05_09)
 SEC. TÍPICO: 2

CONCEPTO	DETALLE FACTURACIÓN	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldía AP S/O 7964)		14.91
CARGO FIJO		3.80
ENERGIA		174.14
INTERESES COMPENSATORIOS		0.22
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION		1.28

DETALLE DEL CONSUMO
 LECTURA ACTUAL: 25548 04 Dic 2021
 LECTURA ANTERIOR: 25310 08 Nov 2021
 CONSUMO FACTURADO: 238.00 kWh
 FACTOR: 1.00
 PRECIO UNIT. S/ kWh: 0.7286



SUBTOTAL 198.36
 IGV 18% 35.70

OTROS PAGOS
 LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL 2.10
 REDONDEO DEL MES -0.01
 REDONDEO MES ANTERIOR -0.05

FECHA EMISIÓN
10 dic 2021

FECHA VENCIMIENTO
27 dic 2021

TOTAL A PAGAR S/
*****236.10**

SON : DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 10/100 SOLES

MENSAJES

Proxima Facturación:
 Mes ene-2022 F. Lectura 8-ene-2022 F. Facturación 10-ene-2022 F. Pago 25-ene-2022

Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis.
 Conoce tu fecha y centro de vacunación en: ponquehombro.gob.pe

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

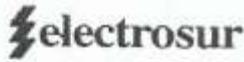
MES FACTURADO Diciembre-2021
 TOTAL S/ ****236.10
 VENCIMIENTO 27 dic 2021

210005418
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
 001-23-MCAL, NIETO/SAMEGUA

SS200 - 620531 2021001000002396399



[Handwritten signature]



Empresa Regional de Distribución de Energía Eléctrica S.A.

RECIBO N° S200 - 654554

Para consultas su número de cliente es:

210005418

ALIMENTADOR: O-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Enero-2022

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC: 20154470108
DIRECCIÓN: CALLE HUASCAR SIN
DPTO/PROV: MOQUEGUAMCAL NIETO/SAMEGUA
RUTA: 21-05-052-123400 N° MEDIDOR: 01823689

DATOS TÉCNICOS

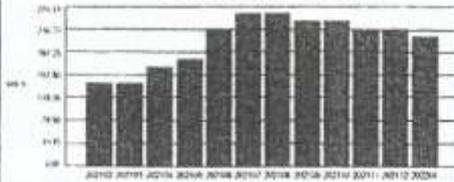
TARIFA: BT5B - NO RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA
POTENCIA: 2.00 kW TENSIÓN: 220 V - BT
MEDIDOR: MUECER ADICIONAL ELECTRONICO 2 fase CONEXIÓN: C.1.1
SISTEMA: 0111 - MOQUEGUA (073-73-Moquegua 05_00)
SIC TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL 25774 08 Ene 2022
LECTURA ANTERIOR 25549 08 Dic 2021
CONSUMO FACTURADO 225.00 kWh
FACTOR 1.00
PRECIO UNIT. \$/kWh: 0.7311

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto \$/ 6.93

EVOLUCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA



Monto 202111 \$/ 220.30

Monto 202112 \$/ 236.10

DETALLE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE \$/
ALUMBRADO PÚBLICO (Alcudia AP. \$/ 0.5487)	13.74
CARGO FIJO	3.84
ENERGÍA	164.50
INTERESES COMPENSATORIOS	0.08
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.30

SUBTOTAL 183.46
IGV 18% 33.02

OTROS PAGOS

LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL	1.98
REDONDEO DEL MES	0.01
REDONDEO MES ANTERIOR	0.01
VARIACION TARIFARIA	0.02

FECHA EMISIÓN

10 ene 2022

FECHA VENCIMIENTO

25 ene 2022

TOTAL A PAGAR \$/

***218.50

SON : DOSCIENTOS DIECIOCHO CON 50/100 SOLES

MENSAJES

Próxima Facturación:

Mes: feb-2022 F. Lectura: 8-feb-2022 F. Factur: 10-feb-2022 F. Pago: 25-feb-2022

Vacúnate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis. Conoce la fecha y centro de vacunación en: pongoelcontrol.gob.pe



PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SS200 - 654554

2022001000000160195

MES FACTURADO Enero-2022
TOTAL \$/ ***218.50
VENCIMIENTO 25 ene 2022

210005418
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA

001 - 73- MCAL. NIETO/SAMEGUA



21-05-052-123400



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Jata 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n, Moquegua
Jrón Junín 404, Ilo
RUC: 2011202549

RECIBO N° S200 - 688632

Para consultas su número de cliente es:

210005418

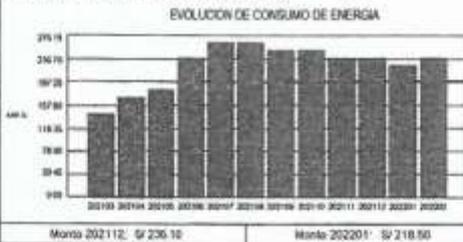
ALIMENTADOR: O-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Febrero-2022

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	GALLE HUASCAR S/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUAMCAL NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123400 N° MEDIDOR: 01823689

DATOS TÉCNICOS			
TARIFA:	BT5B - NO RESIDENCIAL	ACOMETIDA:	AEREA
POTENCIA:	2.00 kW	TENSIÓN:	220 V - BT
MEDIDOR:	MONOFÁSICO-ELECTRÓNICO 7 Hrs	CONEXIÓN:	C.1.1
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA	(023-23->Moquegua 05_09)	SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO	
LECTURA ACTUAL:	26017 08 Feb 2022
LECTURA ANTERIOR:	25774 08 Ene 2022
CONSUMO FACTURADO:	243.00 kWh
FACTOR:	1.00
PRECIO UNIT. \$/ kWh:	0.7317

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto \$/ 7.64



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE \$/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcota AP: \$/ 0.7303)	18.26
CARGO FIJO	3.84
ENERGIA	177.80
INTERESES COMPENSATORIOS	0.11
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.30

SUBTOTAL	201.31
IGV 18%	36.24

OTROS PAGOS	
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	2.24
REDONDEO DEL MES	0.02
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.01

FECHA EMISIÓN
10 feb 2022

FECHA VENCIMIENTO
25 feb 2022

TOTAL A PAGAR \$/
*****239.80**

SON : DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE CON 80/100 SOLES

MENSAJES

Proxima Facturacion :

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
mar-2022	5-mar-2022	10-mar-2022	25-mar-2022

"Pongo El Hombro por el Perú. Yo me vacuno"
(Vacínate y protégete de los riesgos más grandes de la COVID-19!)

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SS200 - 688632 2022001000000341632

MES FACTURADO	Febrero-2022
TOTAL \$/	***239.80
VENCIMIENTO	25 feb 2022

210005418
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
001 - 23- MCAL. NIETO/SAMEGUA





RECIBO N° S200 - 722850

Para consultas su número de cliente es:
210005418

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Tala 439 - Tarma
Avenida Andrés Bóscos Cáceres s/n. Moquegua
Jrón Junín 406. Ite
RUC: 2007829343

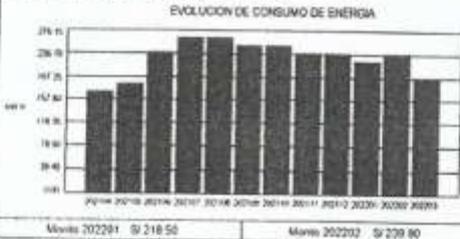
ALIMENTADOR: O-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Marzo-2022

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR 5/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUAMCAL NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123400 N° MEDIDOR: 01823689

DATOS TÉCNICOS			
TARIFA:	BT58 - NO RESIDENCIAL	ACOMETIDA:	AREA
POTENCIA:	2.00 KW	TENSIÓN:	220 V - BT
MEDIDOR:	MONOFASICO-ELECTRONICO 2 fase	CONEXIÓN:	C.1.1
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA	(023-23->Moquegua 05_09)	SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO	
LECTURA ACTUAL:	20219 08 Mar 2022
LECTURA ANTERIOR:	20017 08 Feb 2022
CONSUMO FACTURADO:	202.00 kWh
FACTOR:	1.00
PRECIO UNIT. S/ AWh:	0.7348

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 7,11



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcanta AP S/ 0.5168)	17.92
CARGO FIJO	3.86
ENERGIA	148.45
INTERESES COMPENSATORIOS	0.33
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29

SUBTOTAL	166.85
IGV 18%	30.03

OTROS PAGOS	
LEY 28746 ELECTRIFICACION RURAL	1.85
REDONDEO DEL MES	-0.02
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.02

FECHA EMISIÓN
10 mar 2022

FECHA VENCIMIENTO
25 mar 2022

TOTAL A PAGAR S/
*****198.70**

SON : CIENTO NOVENTA Y OCHO CON 70/100 SOLES

MENSAJES

Proxima Facturación:

Mes	F. Lectura	F. Factur	F. Pago
abr-2022	9-abr-2022	10-abr-2022	26-abr-2022

"Pongo El Hombro por el Perú. Yo me vacuno"
¡Vacúnate y protégete de los riesgos más grandes de la COVID-19!

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO	Marzo-2022
TOTAL S/	***198.70
VENCIMIENTO	25 mar 2022

210005418
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
001 - 23 - MCAL NIETO/SAMEGUA

SS200 - 722850 2022001000000573121



21-05-052-123400

Anexo 7. Recibos de facturación, segundo piso, de octubre 2021 a marzo 2022



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Jelski 426 - Tarma
Av. Pisco Arceles 1000 - Caceres - Huancayo
Av. José Antonio Enciso - Huancayo
RUC: 2017079424

RECIBO N° S200 - 552723

Para consultas su número de cliente es:
210011215

ALIMENTADOR: O-482 **SUBESTACIÓN: 6091**
MES FACTURADO **Octubre-2021**

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC: 20154470108
DIRECCIÓN: CALLE HUASCAR SIN
DPTO/PROV: MOQUEGUAMCAL NIETOYSAMEGUA
RUTA: 21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DETALLE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alícuota AP: S/ 0.6860)	0.69
CARGO FIJO	3.75
ENERGIA	0.71
INTERESES COMPENSATORIOS	0.17
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.28

DATOS TÉCNICOS

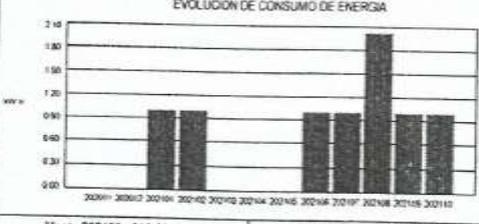
TARIFA: B7SB - NO RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA
POTENCIA: 6.50 kW TENSION: 220 V - BT
MEDIDOR: MONOFASICO-ELECTRONICO 2 HRS CONEXIÓN: C.1.2
SISTEMA: 0111 - MOQUEGUA (023-23->Moquegua 05_09)
SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 7739 08 Oct 2021
LECTURA ANTERIOR: 7738 08 Sep 2021
CONSUMO FACTURADO: 1.00 kWh
FACTOR: 1.00
PRECIO UNIT. S/ kWh: 0.7055

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 0.18

EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA



Monto 202109: S/ 8.20	Monto 202109: S/ 21.10
-----------------------	------------------------

SUBTOTAL 6.60
IGV 18% 1.19

OTROS PAGOS

DEUDA 2 MES(ES) ANTERIOR(ES)	29.30
INTERES MORATORIO	0.02
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	0.01
REDONDEO DEL MES	0.04
REDONDEO MES ANTERIOR	0.04

FECHA EMISIÓN
10 oct 2021

TOTAL A PAGAR S/
*****37.20**

MENSAJES

Proxima Facturacion :

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
nov-2021	8-nov-2021	10-nov-2021	25-nov-2021

MESES DEUDA
SUMINISTRO EN 2
CORTE

Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis. Conoce tu fecha y centro de vacunación en: pagoehombro.gob.pe

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO Octubre-2021
TOTAL S/ ****37.20

SUMINISTRO EN CORTE

210011215

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
01 - 23 - MCAL NIETOYSAMEGUA

SS200 - 552723 2021001000001973540





Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
 Calle 209, Tema
 Av. 209, Tema
 21-05-052-123500

RECIBO N° S200 - 586585

Para consultas su número de cliente es:

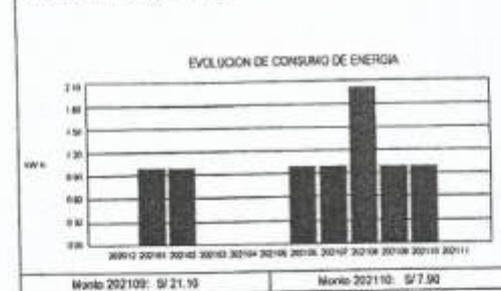
210011215

ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO: Noviembre-2021

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470188
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR S/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUA/MCAL. NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DATOS TÉCNICOS	
TARIFA:	BT5B - NO RESIDENCIAL
POTENCIA:	6.50 KW
MEDIDOR:	MONOFASICO-ELECTRONICO 7.7KW
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA
ACOMETIDA:	AEREA
TENSIÓN:	220 V - BT
CONEXIÓN:	C.1.2
SEC. TÍPICO:	2

DETALLE DEL CONSUMO		
LECTURA ACTUAL:	7739	08 Nov 2021
LECTURA ANTERIOR:	7738	08 Oct 2021
CONSUMO FACTURADO:	0.00	KWh
FACTOR:	1.00	
PRECIO UNIT. S/ /KWh:	0.7324	



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alizata AP: S/ 0.6067)	0.61
CARGO FLUJO	3.80
CORTE SERVICIO	5.45
INTERESES COMPENSATORIOS	0.16
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29
SUBTOTAL	11.31
IGV 18%	2.04

OTROS PAGOS	
DEUDA 3 MES(ES) ANTERIOR(ES)	37.20
INTERES MORATORIO	0.02
REDONDEO DEL MES	-0.03
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.04

FECHA EMISIÓN
10 nov 2021

TOTAL A PAGAR S/
*****50.50**

SON : CINCUENTA CON 50/100 SOLES

MESES DEUDA SUMINISTRO EN CORTE ³

MENSAJES

Proxima Facturacion :
 Mes: dic-2021 F. Lectura: 8-dic-2021 F. Factur: 10-dic-2021 F. Pago: 27-dic-2021

Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con los dos dosis. Conoce tu fecha y centro de vacunación en: pongoelbombo.gob.pe

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO: Noviembre-2021 TOTAL S/: ****50.50

SUMINISTRO EN CORTE

210011215
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
 001 - 21 - MCAL. NIETO/SAMEGUA

SS200 - 586585 2021001000002208549

21-05-052-123500



Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Lima 1700-408 - Iqma
Calle Huascar N° 80
Dpto. Moquegua - Moquegua
RUC: 201026596

RECIBO N° S200 - 620532

Para consultas su número de cliente es:

210011215

ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Diciembre-2021

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR S/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUA/MCAL. NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DATOS TÉCNICOS	
TARIFA:	BT3B - NO RESIDENCIAL
POTENCIA:	6.50 kW
MEDIDOR:	MONOFASICO ELECTRONICO 2788
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA
ACOMETIDA:	AEREA
TENSIÓN:	220 V - BT
CONEXIÓN:	C 1.2
SEC. TÍPICO:	2

DETALLE DEL CONSUMO		
LECTURA ACTUAL:	7739	08 Dic 2021
LECTURA ANTERIOR:	7739	08 Nov 2021
CONSUMO FACTURADO:	0.00	kWh
FACTOR:	1.00	
PRECIO UNIT. S/ kWh:	0.7286	



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcudia AP S/ 0.7564)	0.76
CARGO FIJO	1.80
INTERESES COMPENSATORIOS	0.21
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29
SUBCTAL	6.06
IGV 18%	1.09

OTROS PAGOS	
DEUDA 4 MESES ANTERIOR(ES)	50.50
INTERES MORATORIO	0.03
REDONDEO DEL MES	-0.01
REDONDEO MES ANTERIOR	0.03

FECHA EMISIÓN
10 dic 2021

TOTAL A PAGAR S/
***57.70

SON : CINCUENTA Y SIETE CON 70/100 SOLES

MENSAJES				MESES DEUDA SUMINISTRO EN CORTE	
Proxima Facturacion:				4	
Mes	F. Lectura	F. Factur	F. Pago		
ene-2022	8-ene-2022	10-ene-2022	25-ene-2022		
<p>Vacínate y protégete de los riesgos más graves del coronavirus con las dos dosis. </p> <p>Conoce tu fecha y centro de vacunación en: pongothombro.gob.pe</p>					

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SS200 - 620532

2021001000002396871

MES FACTURADO	Diciembre-2021
TOTAL S/	***57.70

SUMINISTRO EN CORTE

210011215
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
091 - 23 - MCAL. NIETO/SAMEGUA



21-05-052-123500



Empresa Regida por Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.

RECIBO N° S200 - 654555

Para consultas su número de cliente es:

210011215

ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Enero-2022

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC: 20154470108
DIRECCIÓN: CALLE HUASCAR SIN
DPTO/PROV: MOQUEGUAYMCA/ NIETO/SAMEGUA
RUTA: 21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DATOS TÉCNICOS

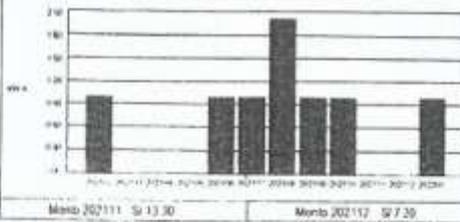
TARIFA: BT5B - NO RESIDENCIAL **ACOMETIDA:** AEREA
POTENCIA: 6.50 KW **TENSION:** 220 V - BT
MEDIDOR: MTRUFASCH ELECTRONICO 2-IMP **CONEXION:** C.1.2
SISTEMA: 0111 - MOQUEGUA **SEC. TÍPICO:** 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 7740 08 Ene 2022
LECTURA ANTERIOR: 7739 08 Dic 2021
CONSUMO FACTURADO: 1.00 KW h
FACTOR: 1.00
PRECIO UNIT. S/ /KW h: 0.7311

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 0.19

EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA





Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Tala 499 - Tarma
Avenida Andrés Bello Ciénega s/n. Moquegua
Jirón Junín 406, 3o
RUC: 20107209443

RECIBO N° S200 - 688633

Para consultas su número de cliente es:

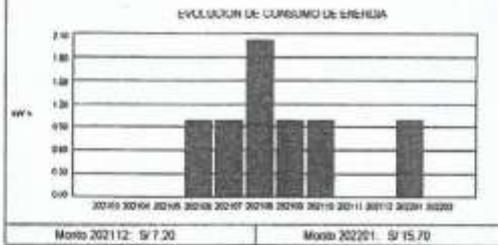
210011215

ALIMENTADOR: O-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Febrero-2022

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR S/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUA/MCAL. NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DATOS TÉCNICOS			
TARIFA:	BT5B - NO RESIDENCIAL	ACOMETIDA:	AEREA
POTENCIA:	6.50 KW.	TENSIÓN:	220 V - BT
MEDIDOR:	MONOFASICO-ELECTRONICO 3 Hm	CONEXIÓN:	C. 1.2
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA	(023-23->Moquegua 05_08)	SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO			
LECTURA ACTUAL:	7740	08 Feb 2022	
LECTURA ANTERIOR:	7740	08 Ene 2022	
CONSUMO FACTURADO:	0.00		KW.h
FACTOR:	1.00		
PRECIO UNIT. S/ AW.h:	0.7317		



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldía AP: S/O 7303)	0.73
CARGO FIJO	3.84
INTERESES COMPENSATORIOS	0.04
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.30

SUBTOTAL	5.91
IGV 18%	1.05

OTROS PAGOS	
DEUDA 1 MES(ES) ANTERIOR(ES)	15.70
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.02

FECHA EMISIÓN
10 feb 2022

FECHA VENCIMIENTO
25 feb 2022

TOTAL A PAGAR S/ *****22.70**

SON : VEINTIDOS CON 70/100 SOLES

MENSAJES				MESES DEUDA
"Pago en entidades bancarias hasta 02 días antes del vencimiento"				1
Proxima Facturacion:				SUMINISTRO EN CORTE
Mes	F. Lectura	F. Factor	F. Pago	Fecha Corte : 28-feb-2022
mar-2022	8-mar-2022	10-mar-2022	25-mar-2022	
"Pongo El Hombre por el País. Yo me vacuno" ¡Vacúnate y protégete de los riesgos más grandes de la COVID-19!				

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO	Febrero-2022
TOTAL S/	***22.70
VENCIMIENTO	25 feb 2022

SUMINISTRO EN CORTE
210011215
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
001 - 23- MCAL. NIETO/SAMEGUA

SS200 - 688633 2022001000000342104



21-05-052-123500



RECIBO N° S200 - 722851

Para consultas su número de cliente es:
210011215

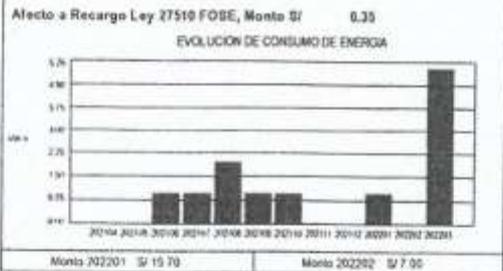
Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Dela 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n, Moquegua
Jirón Junín 85a. s/n
R.U.C. 2019205949

ALIMENTADOR: 0-482 SUBESTACIÓN: 6091
MES FACTURADO Marzo-2022

DATOS DEL CLIENTE	
NOMBRE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
RUC:	20154470108
DIRECCIÓN:	CALLE HUASCAR S/N
DPTO/PROV:	MOQUEGUA/MCAL NIETO/SAMEGUA
RUTA:	21-05-052-123500 N° MEDIDOR: 01823683

DATOS TÉCNICOS			
TARIFA:	BT5B - NO RESIDENCIAL	ACOMETIDA:	AEREA
POTENCIA:	6.50 kW.	TENSIÓN:	220 V - BT
MEDIDOR:	MONOFASICO-ELÉCTRICO-2 FASES	CONEXIÓN:	C. 1.2
SISTEMA:	0111 - MOQUEGUA	(023-23->Moquegua 05_09)	SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO	
LECTURA ACTUAL:	7745 08 Mar 2022
LECTURA ANTERIOR:	7740 08 Feb 2022
CONSUMO FACTURADO:	5.00 kWh
FACTOR:	1.00
PRECIO UNIT. S/ /kWh.	0.7349



DETALLE FACTURACIÓN	
CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcaldía AP- S/ 0.5168)	0.52
CARGO FIJO	3.86
CORTE SERVICIO	5.53
ENERGIA	3.67
INTERESES COMPENSATORIOS	0.07
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.29
RECONEXION SERVICIO	6.68

SUBTOTAL	21.62
IGV 18%	3.89

OTROS PAGOS	
INTERES MORATORIO	0.01
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	0.05
REDONDEO DEL MES	-0.02
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.05

FECHA EMISIÓN: **10 mar 2022** FECHA VENCIMIENTO: **25 mar 2022** TOTAL A PAGAR S/ *****25.50**

SON : VEINTICINCO CON 50/100 SOLES

MENSAJES

Próxima Facturación:

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
abr-2022	8-abr-2022	19-abr-2022	26-abr-2022

"Ponga El Hombro por el Perú. Yo me vacuno"
¡Vacúnate y protégete de los riesgos más grandes de la COVID-19!

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SS200 - 722851 202200100000573592

MES FACTURADO	Marzo-2022
TOTAL S/	***25.50
VENCIMIENTO	25 mar 2022

210011215
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMEGUA
001 - 23 - MCAL NIETO/SAMEGUA



Fuente: Municipalidad Distrital de Samegua

Anexo 8. Instrumento de recolección de datos.

REGISTRO DE FACTURACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO							
Ubicación:	Centro de abastecimiento zonal de tipo minorista Samegua - Moquegua						
Tarifa	BT5B - NO RESIDENCIAL						
Tipo de medidor:	Monofásico-Electrónico-2 Hilos						
MES	Energía consumida (kW.h)		Potencia instalada (kW)		Precio Unitario (S/kW.h)	Factura Total	
	Medidor 1 (1er piso)	Medidor 2 (2do piso)	Primer Piso	Segundo Piso		Primer piso	Segundo piso
Octubre	251	1	6.5	2	0.7055	S/ 237.50	S/ 7.79
Noviembre	236	0	6.5	2	0.7324	S/ 230.30	S/ 13.35
Diciembre	239	0	6.5	2	0.7286	S/ 236.10	S/ 7.20
Enero	225	1	6.5	2	0.7311	S/ 218.50	S/ 15.70
Febrero	243	0	6.5	2	0.7317	S/ 239.80	S/ 7.00
Marzo	202	5	6.5	2	0.7349	S/ 198.70	S/ 3.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Cuadro de consumos y facturaciones promedios

Descripción	Promedios	
Tarifa unitaria	0.73	S/-kwh
Energía consumida 1er piso	232.67	kwh/mes
Energía consumida 2do piso	1.17	kwh/mes
Facturación mensual 1er piso	226.82	Nuevos Soles
Facturación mensual 2er piso	9.01	Nuevos Soles
Facturación mensual Total	235.82	Nuevos Soles
Facturación Anual	2829.88	Nuevos Soles

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Ficha técnica de panel solar monocristalino Helios Plus-Eco Green Energy



HELIOS PLUS by Eco Green Energy

445-455W

M6 / 166 mm Cell - 144 cells

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Helios Plus solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.



KEY FEATURES

-  PERC Cells Technology
-  Lower LCOE and BOS
-  Anti PID/ Low LID protection
-  Less Hot Spot Shading effects
-  Lower temperature coefficient

144-Cell
MONOCRYSTALLINE MODULE

20.81%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

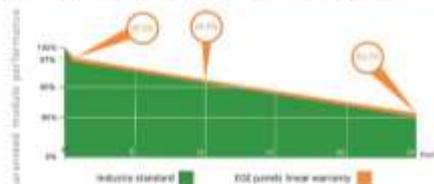
GRADE A
CELLS GUARANTEED

 French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 Xing Cheng Road, Chong Chuan District, Nantong, Jiangsu, China
Tel: +86 513 66910088 / E-mail: info@ecogreenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 61701/ UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



Facebook: www.facebook.com/EGE.nantong
LinkedIn: www.linkedin.com/company/eco-green-energy/
Website: www.ecogreenenergy.com



ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	445 W	450 W	455 W
Power tolerance	0-+5 W	0-+5 W	0-+5 W
Module efficiency	20.36%	20.58%	20.81%
Maximum power voltage (Vmp)	40.84 V	40.96 V	41.06 V
Maximum power current (Imp)	10.90 A	10.99 A	11.08 A
Open circuit voltage (Voc)	49.14 V	49.28 V	49.41 V
Short circuit current (Isc)	11.48 A	11.57 A	11.66 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	331.80 W	335.53 W	339.26 W
Maximum power voltage (Vmp)	38.29 V	38.40 V	38.49 V
Maximum power current (Imp)	8.65 A	8.73 A	8.80 A
Open circuit voltage (Voc)	45.57 V	45.70 V	45.82 V
Short circuit current (Isc)	9.33 A	9.41 A	9.48 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C
• AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (166x83mm)
Number of cells	144
Dimensions	2102x1040x35mm
Weight	24.5 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4.0 mm ² , 300 mm (+) / 300 mm (-); Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NMOT	41 °C ±3 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.05%/°C

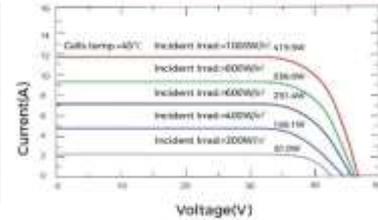
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-40 °C --+85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC)
Max series fuse rating	25 A

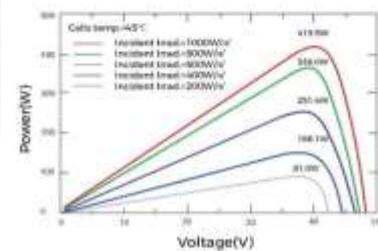
PACKAGING (2102x1040x35mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	31 pcs	~800 kg
40ft HQ Container	682 pcs (22pallets)	17.60 t

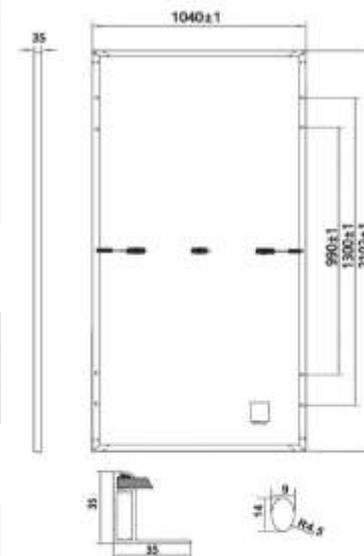
PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



Dimension of PV Module (mm)



Specifications included in this datasheet are subject to change without prior notice. Refer to our website for further information or contact one of our sales staff. www.eco-greenenergy.com

Fuente: Autosolar Energía del Perú S.A.C.

High Frequency Off Grid Solar Inverter

PV1800 VHM SERIES (2KW-5.5KW)



PV1800 VHM is a multi-functional inverter/charger, combining functions of inverter, solar charger and battery charger to offer uninterruptible power support in portable size. Its comprehensive LCD display offers user-configurable and easy-accessible button operation such as battery charging current, AC/solar charger priority, and acceptable input voltage based on different applications.

PRODUCT PARAMETERS

MAKE SURE EACH PARAMETER IS TRUE

Learn more about the product

MODEL		PV18-2024 VHM	PV18-3024 VHM	PV18-3048 VHM	PV18-4048 VHM	PV18-5048 VHM	PV18-5548 VHM
Nominal Battery System Voltage		24VDC			48VDC		
INVERTER OUTPUT	Rated Power	2000W	3000W	3000W	4000W	5000W	5500W
	Surge Power	4000W	6000W	6000W	8000W	10000W	11000W
	Waveform	Pure Sine Wave					
	AC Voltage Regulation (Batt.Mode)	(220VAC~240VAC)±5%					
	Inverter Efficiency(Peak)	93%					
	Transfer Time	10ms (For Personal Computers) 20ms (For Home Appliance)					
AC INPUT	Voltage	230VAC					
	Selectable Voltage Range	170~280VAC(For personal computer) \ 90~280VAC(For Home Appliance) \ 184~253VAC(VDE4105)					
	Frequency Range	50Hz/60Hz(Auto sensing)					
BATTERY	Normal Voltage	24VDC		48VDC			
	Floating Charge Voltage	27VDC		54VDC			
	Overcharge Protection	31VDC		60VDC			
SOLAR CHARGER & AC CHARGER	Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145VDC					
	PV Array MPPT Voltage Range	30~130VDC		64~130VDC			
	Standby Power Consumption	2W					
	PV Input Power	1440W/1920W		2880W/3840W			
	Maximum Solar Charge Current	60A/80A					
	Maximum Efficiency	98%					
	Maximum AC Charge Current	20A/30A		80A			
	Maximum Charge Current	80A		120A/140A			
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Machine Dimensions(W*H*D)(mm)	272*355*100			297.5*468*125		
	Package Dimensions(W*H*D)(mm)	540*395*241			638*395*241		
	Net Weight(kg)	10	11	13.3			
	Gross Weight(kg)	11.7	12	16.4			
OTHER	Humidity	5% to 95% Relaty Humidity (Non-condensing)					
	Operating Temperature	0°C ~55°C					
	Storage Temperature	-15°C ~60°C					

Fuente: Autosolar Energía del Perú S.A.C.

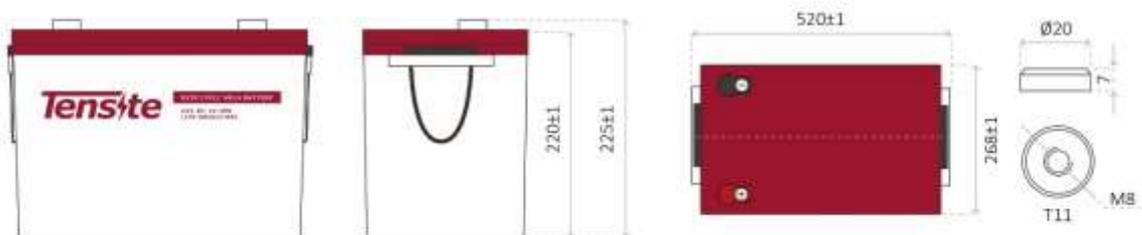
Anexo 12. Ficha técnica de batería tipo GEL Tensite 12V – 300 Ah



CHARACTERISTICS

-  Compact size ideal for any type of use.
-  Great performance due to its deep discharge cycle life.
-  Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

DIMENSIONS



Tensite
info@tensitebatteries.com
www.tensitebatteries.com

GEL BATTERY 12V 300 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

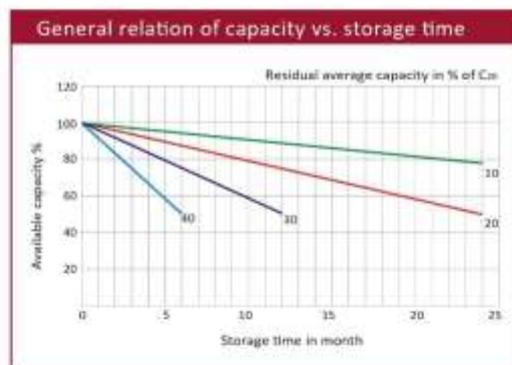
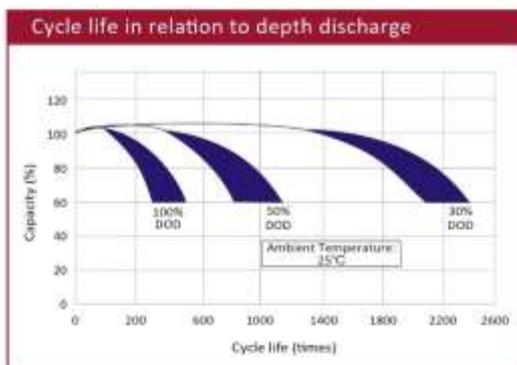
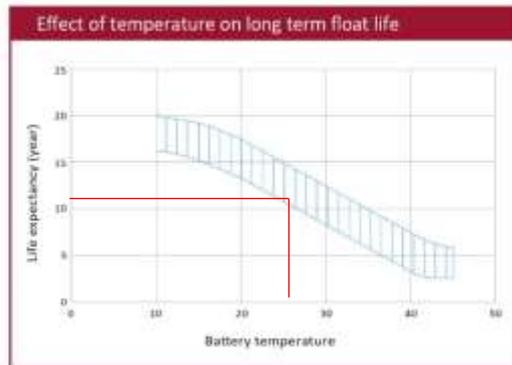
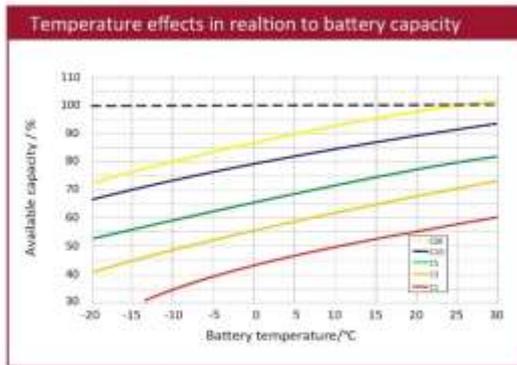
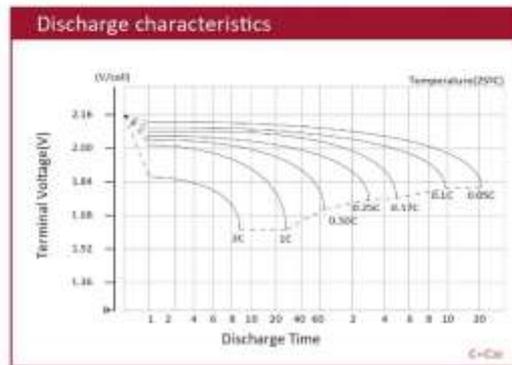
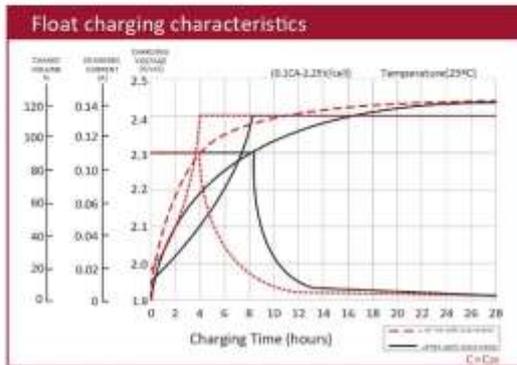
BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length 520 mm	Width 268 mm	Height 220 mm	Total Height 225 mm
APPROX. WEIGHT	67.0 kg ± 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (25.0A)	5 hour rate (43.7A)	3 hour rate (66.2A)	1 hour rate (161.5A)
	250.0 Ah	218.7 Ah	198.7 Ah	161.5 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2000 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use 14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		Standby Use 13.50-13.80V	

BATTERY DISCHARGE TABLE

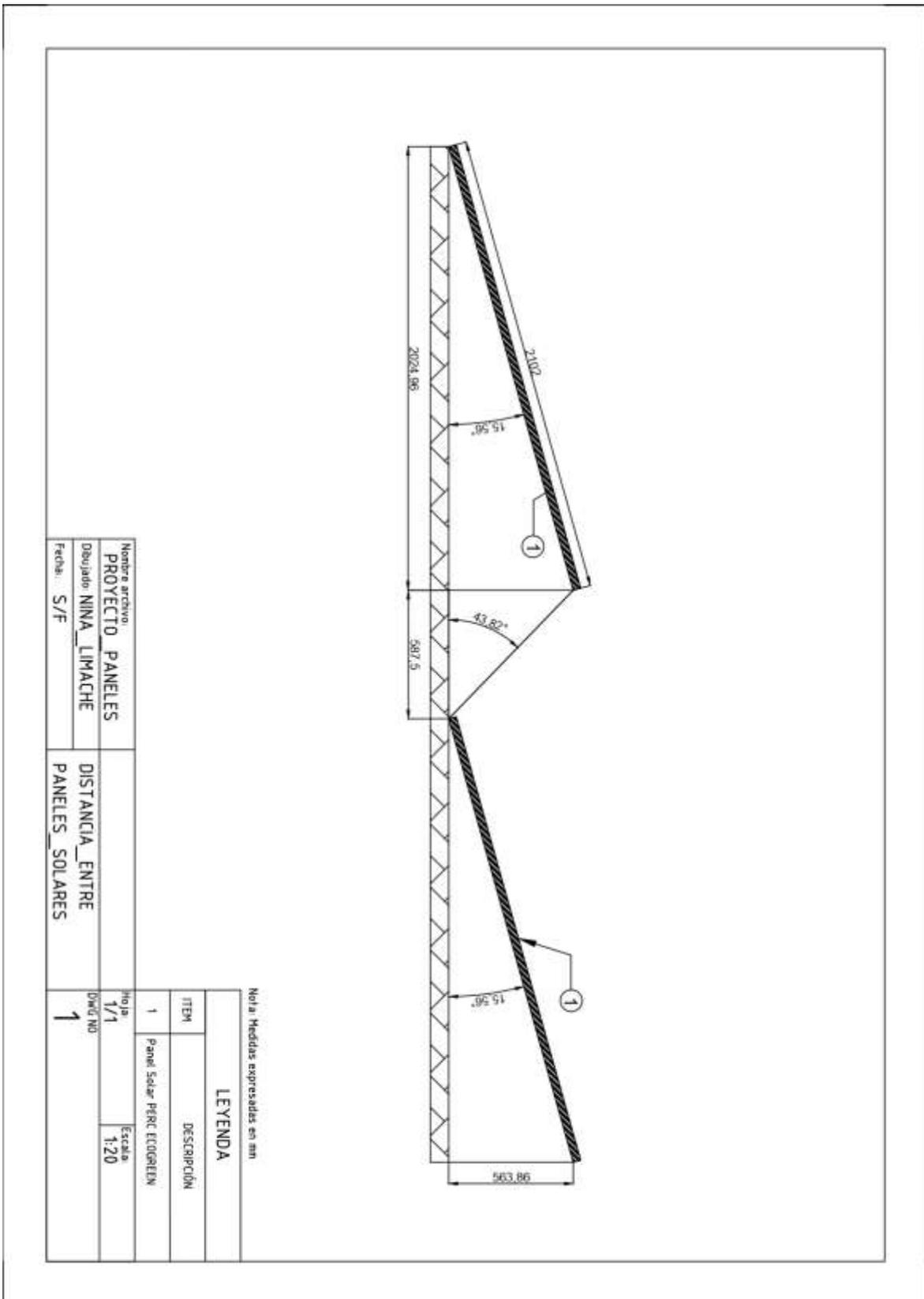
CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

F.V / TIME		5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00	13.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6	25.7
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25	13.13
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1	25.9
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50	13.38
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6	26.4
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75	13.55
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0	26.7
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00	13.63
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5	26.8

BATTERY CHARACTERISTICS

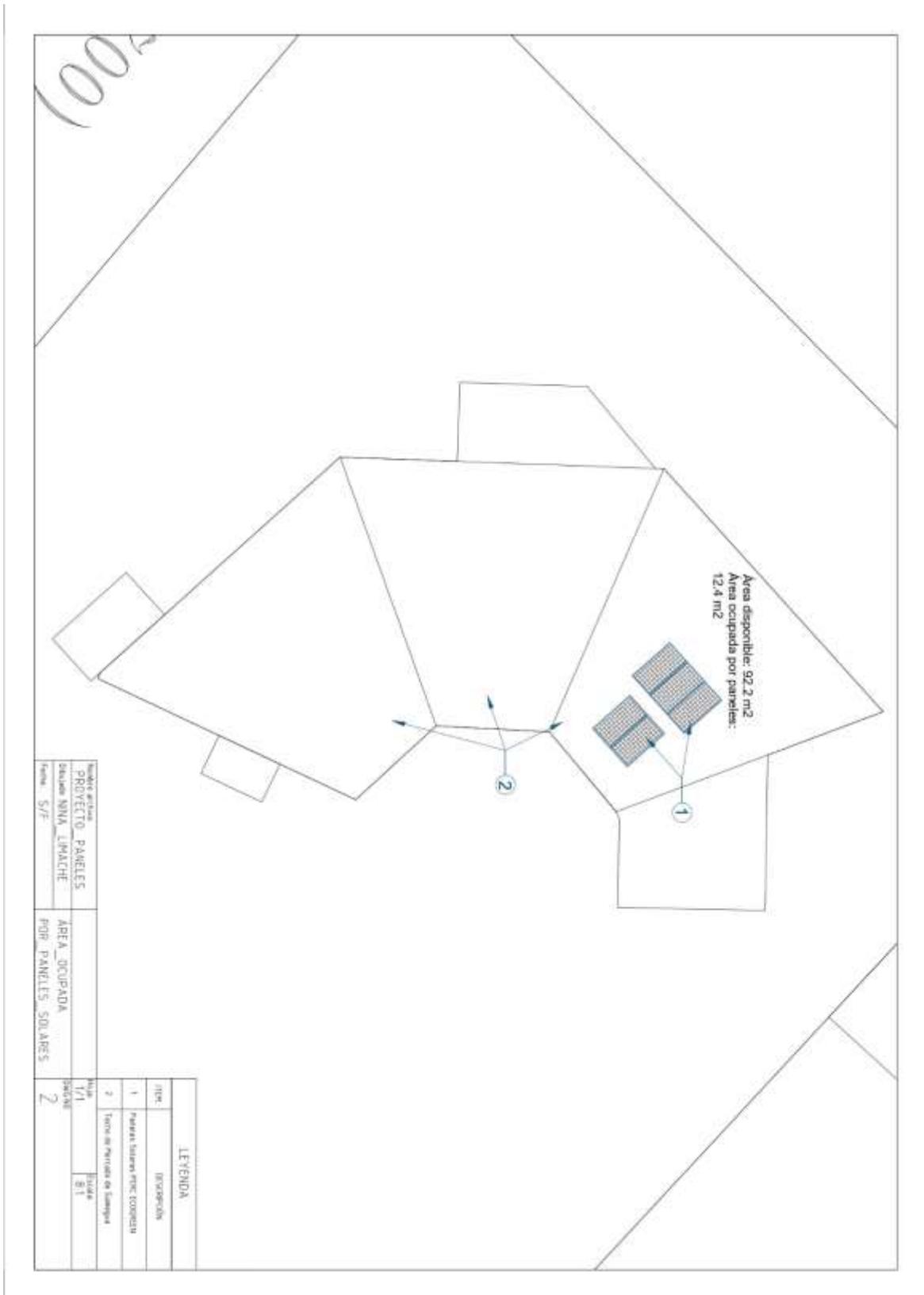


Anexo 13. Distancias entre paneles



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Ubicación de paneles en vista de planta en Mercado de Samegua



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Conductor unifilar Topsolar PV



Este render es un ejemplo de las diversas configuraciones de este cable. Puede ser suministrado en diversas secciones y número de conductores.

TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

124



TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618 / TÜV 2Pfg 1169-D9 / UTE C.32-502

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

2. Aislamiento

Goma libre de halógenos.

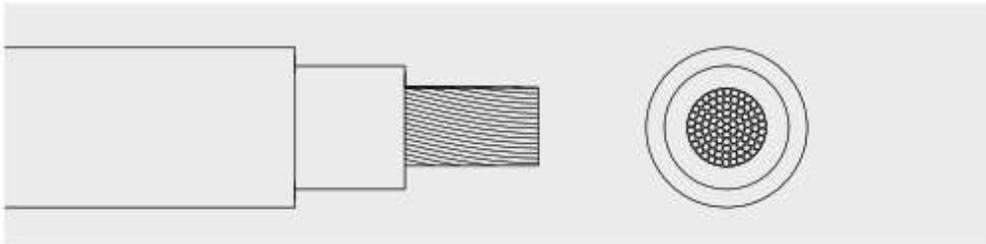
3. Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 - (1,8) kV



Norma de referencia

EN 50618 / TOV 2P1q 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados
CE
TOV
EN
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transparencia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AGZ Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TOV 2P1q 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: ADB sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



Fuente: Autosolar Energía del Perú S.A.C.

Anexo 16. Estructura FALCAT para paneles solares, 15° a 30°, 2 o 3 paneles.

Ficha técnica:
AD Solution



Especificaciones

Materiales: aluminio anodizado 6005 T5
Acero inoxidable 304

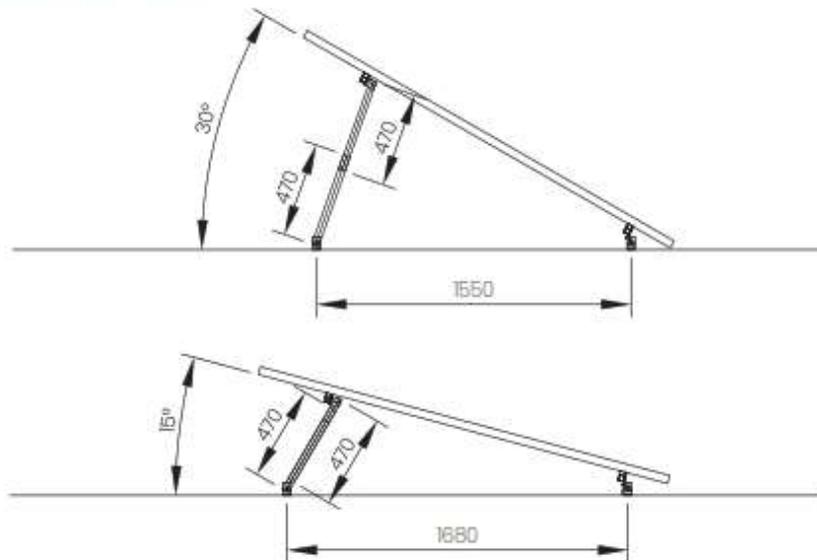
Velocidad del viento: hasta 45 m/s

Carga de nieve: hasta 50 cm

Accesorios

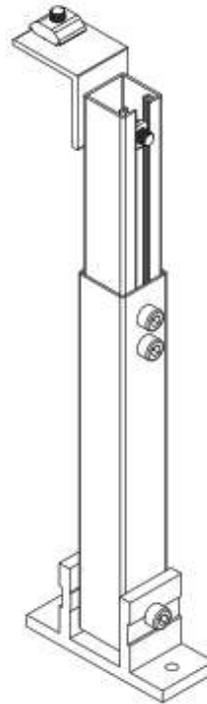
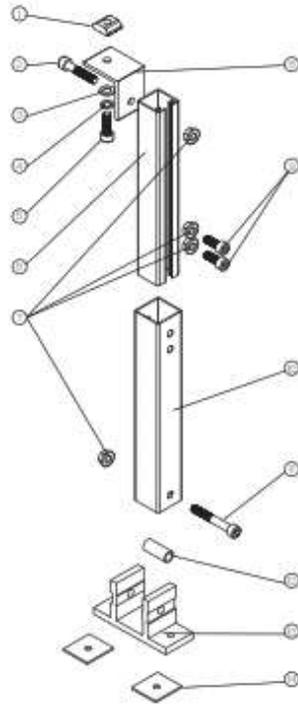
144 células Cantidad/ paneles	 Pata delantera	 Pata trasera ajustable	 Riel	 Abrazadera intermedia	 Abrazadera final	
2 paneles	2	2	2	2	4	
3 paneles	3	3	2	4	4	
72 células Cantidad/ paneles	 Pata delantera	 Pata trasera ajustable	 Riel	 Kit de empalme de riel	 Abrazadera intermedia	 Abrazadera final
2 paneles	2	2	4	2	2	4
3 paneles	3	3	6	4	4	4

Desglose y medidas

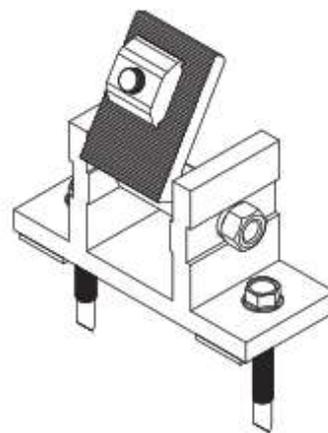
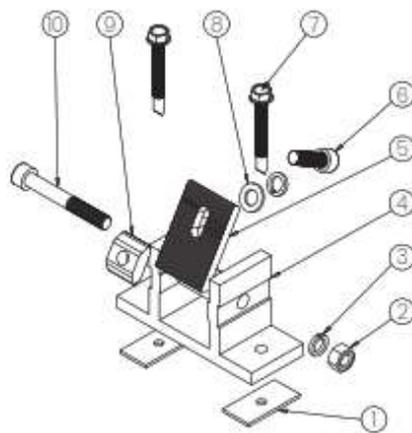


Desglose y medidas

Patas traseras ajustables



Patas frontales



Fuente: Autosolar Energía del Perú S.A.C.

Anexo 17. Cotización de sistema de puesta a tierra



CENTRO DE ILUMINACIONES ROJESAN S.C.R.LTDA.
 CAL. PROLOGANCION CALLE ANCASH MZA. A-6 LOTE. 4
 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA.

FONOS: 981090576-981091931 E-Mail: ROJESAN_3@HOTMAIL.COM

RUC: 20532342911

COTIZACION

001 - 480

FECHA:	11-07-2022	VEND:	JESUS MANUEL CARRILLO ROJAS	CONTROL:	PRO-07-00092
CÓDIGO:	0	NOTAS:			
SEÑOR(ES):	-				
DIRECCION:					

CANTIDAD	U.M.	DESCRIPCION	P.U.	IMPORTE
1	UND	VARILLA DE COBRE ELECTROLITICO 2.4M 5/8" CU PURO	192.00	192.00
1	UND	CONECTOR ANDERSON DE COBRE 5/8" ISO CERTIFIED CU PURO	5.00	5.00
2	UND	CEMENTO CONDUCTIVO ECOLOGICO BLS X 25KG FYRCOM	113.50	227.00
3	UND	BENTONITA SODICA BLS X 30KG CERRO MOCHO	30.00	90.00
1	UND	BOVEDA DE REGISTRO DE POLIPROPILENO PP - PROTEGEL	40.00	40.00
5	MTR	CABLE LIBRE DE HALOGENO NH-80 6MM2 INDECO	4.50	22.50
2	UND	TUBO PVC-L SEL ELECTRICO X 3MT 3/4" NICOLL	5.60	11.20
3	UND	CURVA PVC - LIVIANO (SEL) 3/4" NICOLL	0.80	2.40
1	UND	DOSIS ELECTROLITICA X 5KG PREMIUM THORGEL	114.50	114.50
1	UND	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	650.00	650.00
1	UND	CERTIFICACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	200.00	200.00

SON: UN MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO Y 00/100 SOLES

 <p>001-480 1,554.60 07-00092</p>	<p>BCP CUENTA CORRIENTE SOLES : 430-2223431-0-32</p> <p>BBVA CUENTA CORRIENTE SOLES : 0011-0021-00-0100000136</p> <p>TODO CAMBIO O DEVOLUCION DE PRODUCTO SE REALIZARA DENTRO DE LAS 72 HORAS SIGUIENTES A LA COMPRA</p> <p>NO APLICA A CORTES DE CABLES Y/O PRODUCTOS A PEDIDO</p>	<p>OP. GRAVADA: S/. 1,317.40</p> <p>IGV 18%: S/. 237.14</p> <p>TOTAL: S/. 1,554.60</p>
--	--	---

Agradecemos su Preferencia

Fuente: Centro de Iluminaciones ROJESAN S.C.R.LTDA.

Anexo 18. Cotización de equipos AUTOSOLAR



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C.: 20602492118

Cristopher

Cristopher

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 011447	I	13/07/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25395		29 Jennifer Chapilliquen	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	OTO.	TOTAL
	*COTIZACION DE EQUIPOS BAJO REQUERIMIENTO***	1,00				
1002042	Panel Solar ECO GREEN 450W 24V Mono PERC Clase A	5,00	786,22	3.931,10		3.931,10
1708246	Bateria GEL 300Ah 12V Tensite	4,00	1.686,08	6.744,32		6.744,32
3004118	Inversor Cargador 3000W 24V MPPT 80A Must Solar	1,00	1.630,82	1.630,82		1.630,82
5201002	Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H12222-K 1,5kV Rojo	30,00	4,98	149,40		149,40
5201003	Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H12222-K 1,5kV Negro	30,00	4,98	149,40		149,40
5201018	Cable Unifilar TOP CABLE 10 mm2 de 1,5kV Rojo	25,00	10,95	273,75		273,75
5201020	Cable Unifilar TOP CABLE 10 mm2 de 1,5kV Negro	25,00	10,95	273,75		273,75
5504074	Cable Pylontech (Bat-Inve) 48V	1,00	81,89	81,89		81,89
5504044	Juego Conectores MC4 Paneles solares	5,00	16,93	84,65		84,65
5504021	--Cable de Interconexión Baterías paralelo 50mm--	4,00	71,85	287,40		287,40
1501661	--Estructura 2 Paneles 144c 15º Inclinada Falcat--	1,00	419,69	419,69		419,69
1501662	--Estructura 3 Paneles 144c 15º Inclinada Falcat--	1,00	504,78	504,78		504,78
	*NOTA: - ENVIO GRATUITO A PROVINCIA	1,00				

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V.	R.E.
18,00	14.530,95					14.530,95	2.615,57	
10,00								
4,00								

TOTAL: S/. 17.146,52

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL

GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,75

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

Fuente: Autosolar Energía del Perú S.A.C.

Anexo 19. Desarrollo cálculo en Excel de tabla 9, de evaluación de producción de energía

Evaluación de producción de energía					
Ubicación:	Centro de abastecimiento zonal de tipo minorista Saragá - Mosquera				
Tarifa:	BTSS - NO RESIDENCIAL				
Tipo de medidor:	Módulo-Electrónico-2 Hilo		Egafp (3.5 H):		12.38 kWh/día
MES	Días	E. C. (kWh)		Egsf (kWh)	% Egsf
		1er piso	2do piso		
Octubre	31	251	1	353.78	152.28%
Noviembre	30	236	0	371.4	157.37%
Diciembre	31	239	0	383.78	160.58%
Enero	31	225	1	383.78	169.81%
Febrero	28	243	0	346.64	142.05%
Marzo	31	202	5	383.78	195.40%

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de la tabla, se calculó por cada mes, para el mes de octubre:

$$E_{gsf} = E_{gsfhp} * \text{días} \quad (27)$$

$$E_{gsf} = 12.38 \text{ kwh/día} * 31 \text{ días}$$

$$E_{gsf} = 383.78 \text{ kwh}$$

Seguidamente se procede a dividir entre la energía consumida y multiplicando por 100, para así obtener el resultado en valor de porcentaje:

$$\%_{E_{gsf}} = \frac{E_{gsf}}{E.C.} * 100 \quad (28)$$

$$\% EG S.F. = \frac{383.78 \text{ kwh}}{(251 + 1) \text{ kwh}} * 100$$

$$\% EG S.F. = \frac{383.78 \text{ kwh}}{(251 + 1) \text{ kwh}} * 100$$

$$\% EG S.F. = 243.57\%$$

- El mismo proceso se realizó para los distintos meses evaluados

Anexo 20. Desarrollo cálculo en Excel de tabla 14, de evaluación de reducción de facturación

Evaluación de reducción de facturación						
Ubicación:	Centro de abastecimiento zonal de tipo microreda Santiago - Moquegua					
Tarifa:	EFSB - NO RESIDENCIAL					
Tipo de medida:	Monofase Electrónico 2 Hilo					
			Factor Total		Egsf \$/	% AF
MES	Días	PU (\$/kWh)	1er piso	2do piso	Egsf \$/	% AF
Octubre	31	0.73	S/237.50	S/7.79	S/273.15	113.80%
Noviembre	30	0.73	S/230.30	S/13.35	S/270.14	110.87%
Diciembre	31	0.73	S/236.10	S/7.20	S/270.15	114.73%
Enero	31	0.73	S/238.50	S/15.70	S/270.15	119.19%
Febrero	28	0.73	S/238.80	S/2.00	S/252.13	103.10%
Marzo	31	0.73	S/239.00	S/2.00	S/270.15	124.51%

Fuente: Elaboración propia

Realizando el cálculo para el mes de octubre, se realizó el desarrollo de la ecuación (29):

$$E_{gsf\ \$/} = E_{p\ gsf} * \text{días} * P_u \quad (29)$$

$$E_{gsf\ \$/} = 12.38 \frac{kWh}{\text{día}} * 31 * 0.727$$

$$E_{gsf\ \$/} = S/273.15$$

Con el resultado obtenido, se desarrolló el porcentaje ahorro con la ecuación (30):

$$\%_{AF} = \frac{E_{gsf\ \$/}}{E_f} * 100 \quad (30)$$

$$\%_{AF} = \frac{S/433.04}{S/(237.50 + 7.79)} * 100$$

$$\%_{AF} = 113.80 \%$$

Anexo 21. Excel de tabla 16 y 17, VAN, TIR y retorno de inversión

Análisis de costo con VAN y TIR							Retorno de inversión de proyecto	
Periodo	Inversión	Costos de operación y Mantenimiento	Ingresos anuales	Flujo en carga	FLUJO DE CASH	FLUJO		
0	17.723,41				17.723,41	17.723,41		
1					2.874,04	2.874,04		
2					2.874,04	2.874,04		
3					2.874,04	2.874,04		
4					2.874,04	2.874,04		
5					2.874,04	2.874,04		
6					2.874,04	2.874,04		
7					2.874,04	2.874,04		
8					2.874,04	2.874,04		
9					2.874,04	2.874,04		
10		5.744,00		3.003,10	3.003,10	4.289,88		
11					2.874,04	2.874,04		
12					2.874,04	2.874,04		
13					2.874,04	2.874,04		
14					2.874,04	2.874,04		
15					2.874,04	2.874,04		
16					2.874,04	2.874,04		
17					2.874,04	2.874,04		
18					2.874,04	2.874,04		
19					2.874,04	2.874,04		
20		5.744,00		3.003,10	3.003,10	26.205,38		
21					2.874,04	2.874,04		
22					2.874,04	2.874,04		
23					2.874,04	2.874,04		
24					2.874,04	2.874,04		
25					2.874,04	2.874,04		

VAN de proyecto	\$ 40.659,59
TIR de proyecto	13,72%
VAN Ingresos	\$ 71.871,08
VAN Egresos (ganado)	\$ 13.485,08
VAN Egresos + inversión	\$ 35.211,41
Costo - Beneficio	2,30
Retorno de inversión (punto)	6,11

Fuente: Elaboración propia