



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“ PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA,
DEL CASERÍO DE TUMBADÉN GRANDE - SAN PABLO – 2017 ”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

WILSON ALEXANDER BRIONES CACHI

ASESOR:

ING. LUIS FERNANDO CHAPOÑÁN RIMACHI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO – PERÚ

2017.

PÁGINA DEL JURADO

.....
ALUMNO: WILSON ALEXANDER BRIONES CACHI

Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César
Vallejo – Chiclayo para optar por el Título Profesional de Ingeniero Mecánico
Eléctricista.

.....
ING. SIALER DIAZ CÉSAR DANY

PRESIDENTE

.....
ING. CHAPOÑAN RIMACHI LUIS FERNANDO

SECRETARIO

.....
ING. REYES TASSARA PEDRO DEMETRIO

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. A mi hermano que siempre ha estado junto a mí y brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padre.

Al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de haberlo perdido a muy temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mi esposa María Consuelo, quien me brindó su amor, su cariño, su comprensión y paciente espera para que pudiera terminar mi carrera, son evidencia de su gran amor, gracias.

A mis hijos Esthefany Adriana, Jennifer Zahira, Jesús Alexander, quienes me prestaron el tiempo que les pertenecía para terminar, motivándome con su apoyo, mi triunfo es de ustedes, los amo.

Wilson Alexander Briones Cachi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, salud y fortaleza para seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestra sociedad y de nuestro País.

Un agradecimiento muy especial a mi madre y hermano que siempre me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos en mi etapa de formación profesional.

Quisiera agradecer también a mi esposa que con su comprensión, amor y apoyo constante he logrado cumplir un objetivo más en mi vida.

Wilson Alexander Briones Cachi

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Briones Cachi Wilson Alexander con DNI N^o 44020096, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 21 de junio del 2017

Wilson Alexander Briones Cachi

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: **“PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, DEL CASERÍO DE TUMBADÉN GRANDE – SAN PABLO”** la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional **DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**.

Wilson Alexander Briones Cachi

ÍNDICE

PÀGINA DE JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.1.1. Realidad Problemática Internacional	11
1.1.2. Realidad Problemática Nacional.....	12
1.1.3. Realidad Problemática regional	14
1.1.4 . Realidad local	15
1.2. Trabajos Previos.....	15
1.2.1. Internacional	15
1.2.2. Nacional.....	16
1.2.3. Regional.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	17
1.3.1. Propuesta técnico económica.....	17
1.3.2. Generación eléctrica	18
1.3.3. Energía solar	22
1.3.4. Sistema Fotovoltaico.....	24
1.4. Formulación del problema	32
1.5. Justificación de estudio.....	32
1.5.1. Justificación Metodológica	32
1.5.2. Justificación Económica.....	32
1.5.3. Justificación práctica.....	33
1.5.4. Justificación social	33
1.5.5. Justificación ambiental.....	33

1.6.	Hipótesis	34
1.7.	Objetivos.....	34
1.7.1.	Objetivo General.....	34
1.7.2.	Objetivos Específicos.....	34
II.	METODO.....	34
2.1.	Diseño de Investigación.....	34
2.2.	Variables, Operacionalización	35
2.2.1.	Identificación de Variables	35
2.3.	Población y muestra	38
2.3.1.	Población.....	38
2.3.2.	Muestra.....	38
2.4.	Recolección de datos.....	38
2.4.1.	Técnicas	38
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	38
2.5.	Métodos de análisis de datos	39
2.6.	Aspectos éticos.....	39
2.6.1.	Derechos de autor	39
2.6.2.	Respeto	39
2.6.3.	Cordialidad.....	40
2.6.4.	Compromiso	40
III.	RESULTADOS	40
3.1.	Evaluar la energía solar incidente diaria promedio anual de la zona de influencia del caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento Cajamarca	40
3.2.	Determinar el requerimiento promedio por vivienda de energía eléctrica en el caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.	41
3.3.	Cálculo y selección de equipos del sistema fotovoltaico a emplearse.....	43
IV	DISCUSIÓN:.....	47
V	CONCLUSIÓN	48
VI	RECOMENDACIONES	49
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
VIII.	ANEXO	58

RESUMEN

La presente investigación se circunscribió en el caserío Tumbadén Grande ubicada a unos 60 km de la ciudad de Cajamarca, perteneciente al distrito Tumbadén, provincia San Pablo y departamento Cajamarca entre los años 2016 y 2017, busca proponer la generación de energía eléctrica para la zona rural del lugar a partir de un sistema fotovoltaico, se analizaron aspectos técnicos y se evaluó la factibilidad económica.

Para ello, se realizó visitas a la zona para investigar las técnicas observación directa, análisis de documentos y también recolección de datos para obtener un consumo promedio por vivienda y obtener máxima demanda. La estrategia seguida fue determinar el requerimiento promedio de potencia requerida por la población la zona (demanda), se evaluó el nivel de radiación solar histórica en la zona (oferta), se calculó el monto total promedio por vivienda de inversión y se concluyó con la evaluación económica para el suministro de energía eléctrica en el lugar.

El método seguido en la presente investigación es La investigación es no experimental, aplicado – descriptiva, pues busca resolver el déficit energético de la población sin tener control respecto de la fuente primaria de energía.

Los resultados obtenidos mostraron viabilidad y sostenibilidad técnico – económica para la generación de energía eléctrica a partir de un sistema fotovoltaico y pretende ser lo suficientemente clara y concisa para alentar la inversión estatal o privada para concretar el proyecto.

Palabras clave: factibilidad – viabilidad –generación– fotovoltaica - energía

ABSTRACT

The present investigation was limited to the Tumbadén Grande hamlet located about 60 km from the city of Cajamarca, belonging to the district Tumbadén, San Pablo province and Cajamarca department between 2016 and 2017, seeks to propose the generation of electric power for the rural area Of the site from a photovoltaic system, analyzed technical aspects and evaluated the economic feasibility. To this end, visits were made to the area to investigate the techniques direct observation, analysis of documents and also data collection to obtain an average consumption per house and obtain maximum demand. The strategy followed was to determine the average requirement of power required by the population in the area (demand), the historical solar radiation level in the area (supply) was evaluated, and the average total amount per investment house was calculated and concluded with the Economic evaluation for the on-site electricity supply.

The method followed in the present research is applied - descriptive, as it seeks to solve the energy deficit of the population without control over the primary source of energy.

The results showed feasibility and technical - economical sustainability for the generation of electrical energy from a photovoltaic system and aims to be sufficiently clear and concise to encourage state or private investment to concretize the project.

Keywords: feasibility - viability - generation – photovoltaic - énergie

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Realidad Problemática Internacional

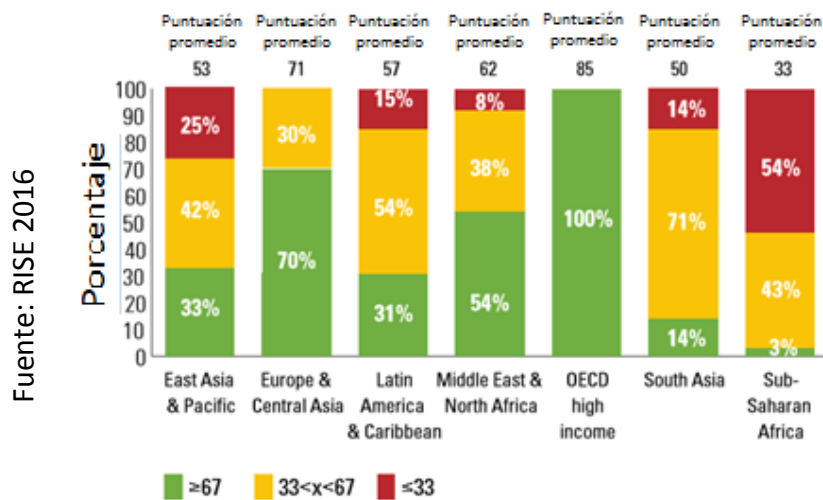
En el mundo actual se acrecienta el temor y la inseguridad energética, esto se agrava con el constante aumento del precio del petróleo y el gas, en forma paralela aumenta la preocupación por el cambio climático.

De acuerdo a estadísticas recientes se estima que a nivel mundial hay 1 600 millones de personas que no tienen acceso aún a la electricidad y 2 400 millones, más de los dos tercios de la población mundial, todavía cocinan y se calientan con fuentes de combustibles tradicionales, como la leña o el estiércol y que sufren la contaminación del aire en espacios cerrados y al aire libre. Hace falta apostar por más fuentes de energía menos contaminantes para impulsar el tipo de desarrollo económico que mejore la vida de millones de personas que, en estos momentos, viven en la indigencia.

Ghosh y otros (2016, p. 30), la mayoría de los países de todo el mundo están haciendo un esfuerzo para construir un entorno político sólido para la energía sostenible. La agregación de puntuaciones a través de los tres pilares de RISE (Regulatory Indicators for Sustainable Energy: Indicadores Regulatorios de la Energía Sostenible) brinda una visión general de alto nivel de la calidad general del entorno político de un país para la energía sostenible. De un máximo posible de 100, las c de 90 en Dinamarca y menos de 10 en Somalia. Sin embargo, RISE clasifica a los países en función de su puntuación en la zona verde (67-100), en la zona amarilla (34-66) o en la zona roja (0-33). Lo sorprendente es que casi el 80 por ciento de los países de todo el mundo tienen puntuación en la zona verde o amarilla, aproximadamente la mitad en cada uno; Cerca del 20 por ciento en la zona roja (Figura 1). Aproximadamente la mitad de los

países con entornos políticos más apropiados para la energía sostenible son economías emergentes, aunque no es sorprendente que los países de la OCDE ocupen un lugar prominente entre los de la zona verde y dominen a los 20 mejores anotadores de RISE. No obstante, cabe destacar que aproximadamente la mitad de los países situados en la zona verde pertenecen al mundo en desarrollo. Todos los continentes están en esa zona: África (Sudáfrica), Asia (China, India, Malasia, Tailandia y Vietnam), Europa y Asia Central (Armenia, Belarús, Kazajstán, Rumania, América Latina (Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México) y el Oriente Medio (Argelia, la República Árabe de Egipto, la República Islámica de Irán, Jordania, Marruecos y Túnez y Emiratos Árabes Unidos)”.

Figura. 1



Puntuaciones globales y puntajes promedio por región

1.1.2. Realidad Problemática Nacional

(MEM, 2013, p. 7) El Ministerio de Energía y Minas en su “Plan Nacional de Electrificación Rural” nos indica que los coeficientes de electrificación

de acuerdo con los resultados del censo del año 1993 fueron: Nacional 54.9%, Urbano 77% y Rural 7.7%.

De acuerdo con los resultados del censo del año 2007 se tienen los siguientes valores: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5%. Al finalizar el año 2011, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 84.8% y Rural 63%. Entonces el 37% que falta electrificar nos toca trabajar y con este proyecto queremos aportar a una mejor calidad de vida integrando a los pueblos rurales a la modernidad, educación, comunicación, salud, facilita las labores domésticas y además proporciona proyectos de uso productivo como en este caso a la agricultura.

Según Jordán(2009, p. 7) el panorama actual del Perú nos indica, según datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM), que aproximadamente 6 millones de pobladores no cuentan con el servicio básico de energía eléctrica, lo cual resulta ser un importante impedimento en el crecimiento de cualquier país; ya que lo limita de muchos beneficios y perjudica su calidad de vida al no tener acceso a las telecomunicaciones y a otros servicios que podrían perjudicar su salud. Dentro de este universo de peruanos se encuentran los pobladores de Ruta del Sol, ubicados en el Distrito de San Juan de Marcona, al sur del departamento de Ica, un asentamiento humano cuyos habitantes se dedican principalmente a la pesca y comercio, los cuales ven complicadas sus posibilidades de desarrollo por no contar con energía eléctrica. Para encontrar la mejor solución a este problema se analizó el aprovechamiento del recurso más abundante con el que cuenta la localidad, el cual según estudios hechos por el MEM resulta ser el solar.

El Perú posee, 4 millones 741 mil 730 viviendas que disponen de alumbrado eléctrico conectado a la red pública, mientras que un millón 658 mil 401 viviendas aún no disponen de este servicio (Fuente: INEI,

Según el Censo del 2007, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes). En cifras relativas, el 74,1% de las viviendas dispone de este servicio, que significa un importante crecimiento en relación a 1993, que fue de 54,9%. En cambio, las viviendas que no disponen del servicio de alumbrado eléctrico han disminuido de 45,1% en 1993 a 25,9% en el 2007; siendo el principal motivo la orografía tan variada y la dispersión de las poblaciones rurales, haciendo que el costo de tendido de redes eléctricas sea alto, por lo que se hace necesario buscar alternativas de electrificación con modelos diferentes. El Perú es un país con buen potencial solar, el sur peruano conforma el desierto más árido del mundo, el desierto de Atacama, en Tacna se puede encontrar que la energía solar incidente diaria promedio anual es de 6-6.5 kWh/m², (Fuente: SENAMHI, periodo 1975-1990) y para el Perú la energía solar incidente diaria promedio anual es de 4.61 kWh/m² (Fuente: MINEM, 2001).

1.1.3. Realidad Problemática regional

Según Horn (2006, p. 1), como se sabe en Cajamarca es una zona minera por excelencia, a pesar de ello es considerada como la región con mayor déficit de electrificación en el Perú, esto debido, muchas veces al alejamiento de la zona urbana el cual, en muchos de los casos, sus habitantes están muy distantes de la red eléctrica convencional

En el diario La República, menciona que el Ministro de Energía y Minas ha inaugurado en zonas alejadas de la ciudad cajamarquina una red de electricidad a base de energía fotovoltaica el cual dará bienestar y satisfacción a los pobladores de la zona, sin embargo en la zona de influencia de la presente investigación aún persiste la falta de energía eléctrica en la población rural, sus requerimientos no son atendidos por la entidad responsable del suministro eléctrico debido a que no les es rentable puesto que la inversión necesaria no tendría una recuperación

por el bajo consumo de energía, por tanto esta población se ve postergada en la satisfacción de esta necesidad estando en el siglo XXI (La República, 2013, párr. 01).

1.1.4. Realidad local

El caserío de Tumbadén Grande, se encuentra limitado por el norte con las provincias de Hualgayoc y San Miguel, por el este con la provincia de Cajamarca, por el sur con el distrito de San Pablo y por el oeste con San Miguel. En dicho caserío sus pobladores en su mayoría sufren la carencia del suministro de energía eléctrica para el desarrollo de diversas actividades.

Esto se debe a su ubicación geográfica a 70.5 km del distrito de Cajamarca, la cual genera un aumento de costos de instalación de líneas de distribución de energía eléctrica, por tanto no cuenta con una alternativa eficiente para suplir aunque se en parte las necesidades energéticas de estos pobladores que se dedican al rubro agrícola y ganadero, quienes tienen limitaciones financieras que les permita acceder a tecnologías alternativas para acceder a la energía eléctrica.

1.2. Trabajos Previos

1.2.1. Internacional

Según Aliaga y otros (2009, p. 92), en su tesis denominada “Estudio de factibilidad económica de la instalación de luminarias solares para la ciudad de Tocopilla”, menciona que el proyecto es técnica y económicamente factible, debido a que analizaron el beneficio – costo de la propuesta con un margen de pago de 10 años, dando apoyo de esta manera a las actuales empresas como son Electro Andina y Edelnor.

Según Orellana y otros (2015, p. 131), en su tesis titulada “Estudio de factibilidad para el uso de energía solar y eólica en sistemas de alumbrado público para la vía de integración barrial, sector El Plateado servido por empresa eléctrica Regional del Sur” manifiesta que para un adecuado manejo de la energía fotovoltaica está enfocado a determinar las horas pico de mayor radiación solar.

Sanz (2010, p. 99), en la tesis denominada “Diseño de una central fotovoltaica de 100 kWp de potencia nominal”, redacta la descripción, diseño e instalación de una central fotovoltaica de un terreno elegido conectada a red especificando aspectos de durabilidad, fiabilidad y seguridad. El trabajo abarca los estudios mecánicos, eléctricos y electrónicos que conforman las instalaciones.

1.2.2. Nacional

Según Pino (2015, p. 62), en su tesis titulada “Análisis de la reducción del costo de consumo de energía eléctrica usando un sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la facultad de ingeniería de sistemas e informática de la UNSM – T”, manifiesta que es rentable la implementación de energía fotovoltaica y en poco tiempo se retorna la inversión con una fuente inagotable de radiación como es el sol

Según Vasquez y otros (2015, p.184), en la tesis titulada “Proyecto de Pre factibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa” manifiesta que a partir de los costos hallados se realizó una evaluación financiera, para medir la rentabilidad del proyecto, los escenarios que podrían presentarse y los riesgos. Se plantearon tres escenarios, base, optimista y pesimista. Mediante esta herramienta se pudo determinar que resulta rentable la implementación de energía solar térmica, para cubrir el 82% del total de la energía consumida en el campamento, sin embargo, el 18% restante (Sistema Fotovoltaico) no resulta rentable económicamente, debido a los

altos costos de esta tecnología, así como al bajo costo de la energía hidroeléctrica con la cual se estaría compitiendo.

1.2.3. Regional

Delgado (2010, p. 1), en su artículo de investigación, denominado “EXPERIENCIAS EN ELECTRIFICACIÓN RURAL FOTOVOLTAICA EN CAJAMARCA”, plantea como objetivo evaluar experiencias realizadas con el objeto de avanzar en electrificación rural a partir de energía fotovoltaica en la región Cajamarca, esto a través de diversos proyectos en los últimos 10 años. La investigación se basa en la revisión de fuentes recopilando estadísticas y datos cualitativos de proyectos desarrollados en la zona rural de Cajamarca. El resultado del análisis arroja que, principalmente, la inversión con recursos públicos ha sido mínima existiendo una enorme brecha comparativa con el servicio a la zona urbana.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Propuesta técnico económica

Según Fernández (2011, p.25), menciona que la factibilidad es la necesidad de encontrar aspectos técnicos como localización, tamaño, tecnología y otros que permitan optimizar procesos y dar mejoras sustanciales al estudio técnico económico al objeto de estudio. La propuesta técnica económica manifiesta formas actuales de trabajo que engloben desde normativas legales en temas de seguridad, calidad y mejora continua, así como un análisis de criterio costo/beneficio que permitan determinar la viabilidad del proyecto. Esto se realiza en coordinación de la parte técnica y la población de estudio los cuales deberán tener un constante intercambio de ideas y propuestas con el fin de beneficiar a la comunidad en general.

1.3.2. Generación eléctrica

(González, 2012) Energía eléctrica es el resultado del movimiento de cargas eléctricas (electrones tanto positivos como negativos) a través del interior de materiales conductores como el cobre. Además del conductor, para que exista este transporte, es necesario un diferencial de potencial representado por un generador o una pila que impulse el movimiento de los electrones en un sentido dado.

(González, 2012) De acuerdo al principio de conservación de la energía, se explica que la energía eléctrica pueda convertirse en energía luminosa, mecánica y térmica. Además, es apreciable su relativa facilidad en la generación y transporte. Sin embargo, y pese a ser una de las formas de energía más empleadas, se tiene el serio inconveniente para almacenarse. Esto trae como consecuencia que la oferta deba ser igual a la demanda, por tanto, es necesario tanto la coordinación en la producción de energía eléctrica, y también las decisiones a tomar para la inversión en su generación y transporte.

(González, 2012) Generación: La energía eléctrica se obtiene en las denominadas centrales de generación, determinadas por la fuente de energía utilizada para accionar el motor. Estas fuentes pueden ser renovables o no. Dentro de las renovables se consideran las centrales hidráulicas, eólicas, solares y de biomasa. Se pueden regenerar de manera natural o artificial. En oposición se encuentran las centrales que utilizan fuentes de energía no renovables, aquellas que tienen un uso ilimitado en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración, acá se consideran las centrales térmicas y las nucleares.

(González, 2012) Transmisión: Luego de generada la energía eléctrica, la siguiente etapa es la fase de transmisión. La energía es enviada a las

subestaciones que se encuentran en las centrales generadoras mediante líneas de transmisión, pudiendo ser estas elevadas o subterráneas. Estas líneas de alta tensión transmiten grandes cantidades de energía eléctrica y se extienden a lo largo de distancias considerables.

(González, 2012) Distribución: Constituye el último paso en la utilización por parte de los usuarios finales.

(González, 2012) Problemas medioambientales: las distintas actividades desarrolladas por la humanidad dependen en su mayoría del suministro de energía eléctrica. El satisfacer esta demanda está pasando la factura al medioambiente, sobre todo porque gran parte de esa energía se genera por la quema de combustibles de origen fósil (gas, petróleo y carbón), esta combustión expulsa a la atmósfera gases contaminantes como el CO₂, considerado responsable del calentamiento global. Las centrales nucleares, del mismo modo, siguen preocupando por el almacenamiento de sus residuos a largo plazo y la posibilidad vigente de producirse accidentes o catástrofes de origen natural que conlleven la liberación de agentes radioactivos. Lo ocurrido en Chernóbil (Ucrania) y Fukushima (Japón) son tristes ejemplos de ello. Por esto resulta cada vez más frecuente que gobiernos de diferentes países apuesten por el desarrollo de energías del tipo renovable como la solar y la eólica.

(López, 2012) Centrales de generación: Instalaciones con capacidad de obtener electricidad partiendo de diferentes fuentes de energía primaria. Tradicionalmente parten de energías no renovables. Con la preocupación por el desarrollo sostenible y el avance de tecnologías surgieron otros tipos de centrales generadoras basadas en energías del tipo renovable.

Los distintos tipos de centrales de generación se muestran a continuación de manera resumida:

- Central de carbón: puede ser también a gasóleo o gas natural, obtienen la electricidad a partir de la combustión de combustibles fósiles. El calor generado se usa para calentar agua a alta presión, en fase de vapor acciona una turbina conectada con un generador eléctrico obteniéndose electricidad (López, 2012).
- Central de ciclo combinado: puede ser por ejemplo a gas natural, la instalación es similar a la anterior, pero de mayor eficiencia debido a que tiene dos circuitos conectados a un generador. Mientras que uno de ellos, sigue el mismo funcionamiento explicado en el punto anterior, el otro se trata de un ciclo agua-vapor que emplea el calor remanente de los gases de la combustión (López, 2012).
- Central nuclear: tipo de central en la que el agua se calienta a alta presión a partir del calor liberado por efecto de la fisión nuclear. El vapor a presión generado, al igual que los casos anteriores, mueve una turbina conectada a un generador eléctrico (López, 2012).
- Central de biomasa: instalaciones que tienen un funcionamiento similar al de las centrales de combustibles fósiles. Obviamente, la diferencia fundamental radica en el tipo de combustible empleado. Para estas centrales se da uso a la biomasa, término que engloba a distintos combustibles de origen renovable (López, 2012).
- Central hidráulica: tipo de instalación situada en la generalidad de los casos en embalses de acumulación de agua. La electricidad se produce por el giro de las turbinas movidas por la caída del agua almacenada desde gran altura. Estas turbinas están conectadas a un generador (López, 2012).
- Parque eólico: Centrales formadas por aerogeneradores. La electricidad se genera orientando las palas al viento para que éste las mueva, estas palas o aspas son equivalentes a las turbinas de

las otras centrales, el movimiento producida en ellas se transmiten al generador obteniéndose energía eléctrica. (López, 2012).

- Huerto solar: este nombre es el que reciben las centrales generadoras de electricidad a partir de radiación solar. Este es el único caso en que no se emplea la energía mecánica como energía de transición, sino que se genera la electricidad por una serie de reacciones químicas que se producen en los denominados paneles solares. Esta energía es almacenada en baterías para luego ser utilizadas (López, 2012).
- Central geotérmica: se denomina así a aquellas que emplean el calor interior de la tierra, este calienta agua a alta temperatura y presión, está en fase de vapor mueve una serie de turbinas conectadas a un generador. Se encuentran instaladas en zonas donde el suelo alcanza altas temperaturas a bajas profundidades (López, 2012).
- Central mareomotriz: el principio de funcionamiento se basa en el almacenamiento de agua en un embalse producto de la construcción de un dique con compuertas que permitan el control de entrada y salida de caudal de agua. Cuando la marea sube, las compuertas se abren y dejan pasar el agua hasta llegar a su máximo nivel. Al llegar la marea baja, se abren las compuertas y el agua pasa por turbinas, las cuales al rotar y mediante generadores producen la energía eléctrica. (López, 2012).
- Parque undimotriz: esta central permite obtener electricidad a partir de energía mecánica que genera el movimiento de las olas, esto se logra a través de los denominados convertidores, los cuales son variados y siendo su implementación relativamente reciente se tienen que evaluar en el trabajo mismo para establecer aquellos con mayor eficiencia. (López, 2012).

1.3.3. Energía solar

A. El sol

Escobar (2013, p. 15), menciona que la fuente de energía inagotable que ha permitido la existencia de la vida en este planeta es el Sol. Con un diámetro aproximado de 1.400.000 km (109 veces el de la Tierra) y una masa de $1,99 \cdot 10^{30}$ kg (332.000 veces la de la Tierra)

Orbegozo y otros (2010, p. 10), es un inmenso horno de fusión termonuclear que transforma, cada segundo, 600.000.000 de toneladas de hidrógeno molecular en 596.000.000 de toneladas de helio para proporcionar 4.000.000 de toneladas equivalentes de energía (unos $3,7 \cdot 10^{23}$ kW). Así, aunque cada día pierde 345.000.000.000 de toneladas de gases, el Sol sólo ha perdido un 0,03 % de su masa original y le resta todavía una vida calculada teórica que puede ir de los cinco a los siete mil millones de años. La temperatura puede estar entre los 10 y los 40 millones de grados Kelvin, concluyendo que sin la presencia del sol no existiría vida en la tierra. El planeta sería demasiado frío, no crecerían las plantas ni habría vida alguna, excepto algunas bacterias. Todos nuestros recursos energéticos provienen indirectamente del sol. Los combustibles fósiles son plantas y árboles muy antiguos, que crecieron gracias a la luz solar y han sido comprimidos durante millones de años.

B. La Energía Solar

Arenas y Zapata (2011, p. 18), definen que la energía solar es la fuente principal de vida en el planeta. Dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en la Tierra, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. El sol, nos suministra alimentos mediante la fotosíntesis y como es la energía del sol la que induce el movimiento del viento, del agua y el crecimiento de las

plantas, la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energía renovables (la energía mareomotriz, energía de la biomasa, la energía hidroeléctrica, la energía eólica y de la energía solar).

Según Luna (2009, p.18), resume que la energía solar no existe desde ahora si retrocedemos en la historia desde 1872 en el soleado desierto de Atacama, Chile se construyó una planta de destilación solar de 5000 m² de superficie para transformar agua salada en dulce, que se emplearía en una mina de nitrato. Láminas de vidrio inclinado, cubrían canales de agua salada, transmitiendo los rayos del sol y reducían la radiación infrarroja perdida, calentando de esta manera el agua. El vapor de agua se condensa en la cara interna del vidrio, era enfriado por el aire exterior y una vez más condensado se vertía en unos canalones. Esta planta funciono eficazmente durante 40 años hasta que la mina se agotó, esta es la notable aplicación en gran escala de energía solar que produjo hasta 23000 litros de agua fresca por día.

C. Hora Solar Pico

Según Barcena y otros (2014, p. 13), la energía solar que se recibe en una superficie determinada en un instante dado se le conoce como irradiación y se mide en unidades de W/m². La insolación también puede expresarse en términos de horas solares pico. La hora solar pico equivale a la energía recibida durante una hora, a una irradiación promedio de 1 000 W/m². En Morelos hay momentos en un día soleado en que fácilmente se recibe 800 W/m²

Horn (2006, p. 39), usar la radiación solar para calentar tiene dos grandes ventajas: los sistemas normales se pueden fabricar fácilmente de materiales comunes y convertir la radiación solar en calor es muy eficiente.

Según Arenas y Zapata (2011, p. 20), las fuentes naturales de energía han sido desaprovechadas por años. Pero la gente se está dando cuenta del potencial tan grande que tienen las tecnologías diseñadas y aplicadas al aprovechamiento de la energía solar ya que dicha energía es una fuente fundamental para el presente y futuro, ya que puede ayudar a mejorar la eficiencia energética y a reducir la contaminación ambiental.

La tierra es constantemente abastecida de energía solar, que es usada por la planta para crecer y desde hace algún tiempo por las personas para generar electricidad entre muchos otros usos.

1.3.4. Sistema Fotovoltaico

Cornejo (2013, p. 5), define que el sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica de distribución, es una forma de incrementar la electricidad en nuestro medio influyendo en el desarrollo y mejora de la calidad de vida de las personas, porque genera una energía limpia que no produce gases de efecto invernadero. En este tipo de instalaciones toda la energía que se produce se vierte a la red eléctrica general, vendiéndose a la correspondiente compañía eléctrica distribuidora. Su instalación en otros países está motivada, es el caso de España donde existen financiaciones y ayudas tanto a nivel nacional como a nivel regional. También existe un desarrollo legal y técnico casi completo, es el caso del REAL DECRETO 1578/2008, de 26 de septiembre, (ACTUALIZADO CON EL REAL DECRETO 2/2013 DE 1º DE FEBRERO), donde se establece la retribución en la actividad eléctrica de las instalaciones fotovoltaicas, los periodos de prescripción y las convocatorias anuales de las mismas.

Arenas y Zapata (2011, p. 19), concluyen que la actividad solar influye en la generación de muchos fenómenos en nuestro planeta (las manchas solares están relacionadas con alteraciones climáticas

terrestres); el incremento de actividad solar provoca alteraciones del campo magnético terrestre, las ráfagas o llamaradas solares son responsables de las tormentas geomagnéticas las cuales producen apagones en plantas eléctricas, interferencia en la comunicación vía satélite y aparición del fenómeno luminoso o aurora boreal o austral.

A. Función

Es la de generar energía a través de efectos fotoeléctricos que proporciona la luz solar en forma de radiación y son captados por celdas a las cuales se les puede manipular la tensión y corriente eléctrica. (Cornejo, 2010).

Arenas y Zapata (2011, p. 29), las celdas fotovoltaicas estarán constituidas de diodos, en los cuales se generan saltos electrónicos provocados por las radiaciones emitidas por el sol produciéndose un efecto fotoeléctrico. El agrupamiento de varios fotodiodos genera mayores voltajes, los que se pueden emplear en dispositivos electrónicos.

El sistema está conformado por:

Módulo fotovoltaico (generador fotovoltaico): son una serie de, fotodiodos los cuales se pueden conectar en serie o en paralelo. Esta similitud de conexión (serie o paralelo) permite determinar rangos de voltaje y corriente necesario para un fin (Arenas y Zapata, 2011, p. 31).

Baterías: son acumuladores de energía, los cuales se deberá tener en cuenta la capacidad y potencia que deban de tener para que se de una utilidad acorde a los requerimientos solicitados por el poblador y/o el lugar donde se dea hacer la instalación de la celda fotovoltaica (Arenas y Zapata, 2011, p. 32).

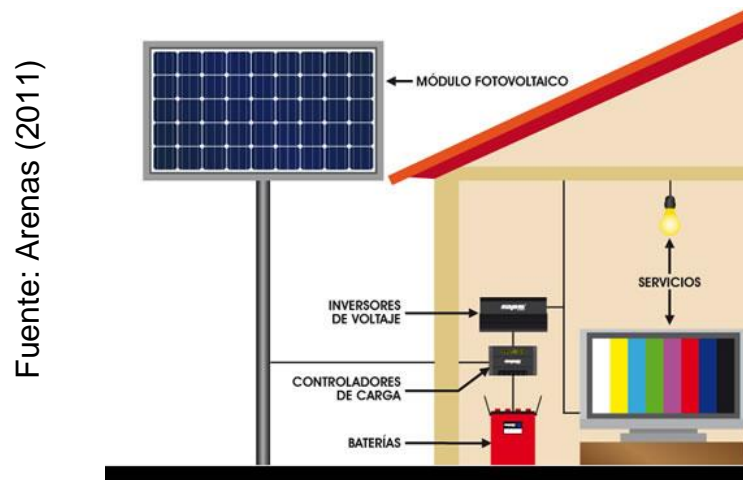
Inversor: es el acondicionador o comúnmente conocido como convertidor, encargado de transformar la corriente continua producida por la celda fotovoltaica adaptando a las características de las cargas a alimentar (Arenas y Zapata, 2011, p. 32).

Regulador de carga: es el equipo que controla los procesos de carga y descarga de la batería. Controla el proceso de carga evitando que, con la batería a plena capacidad, los módulos fotovoltaicos sigan inyectando carga a la misma. Se lleva a cabo anulando o reduciendo el paso de corriente del campo fotovoltaico. Controla el proceso de descarga evitando que el estado de carga de la batería alcance un valor demasiado bajo. Esto se lleva a cabo desconectando la batería de los circuitos de consumo, también es una fuente de información de los parámetros eléctricos de la instalación fotovoltaica. Puede proporcionar datos de la tensión, intensidad, estado de carga de las baterías, otros (Arenas y Zapata, 2011, p. 33).

Elementos de protección del circuito: son elementos como diodos de bloqueo, interruptores para desconexión, tierra, etc., dispuestos entre diferentes partes del sistema, para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de falla o situaciones de sobrecarga.

En los sistemas fotovoltaicos generalmente se utilizan de dos formas: como diodos de bloqueo y como diodos de bypass. Los diodos de bloqueo impiden que la batería se descargue. (Pérez, 2009, p. 72)

Figura 2



Componentes de un sistema fotovoltaico aislado

Los diodos de bypass, protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales. Deben ser utilizados en disposiciones en las que los módulos están conectados en serie. Generalmente no son necesarios en sistemas que funcionan a 24 V o menos.

B. Ventajas

Uso de energía renovable, es altamente confiable, limpia, inagotable y de acceso libre.

Es aceptado internacionalmente debido a la disminución de gases que afectan la capa de ozono y el incremento del efecto invernadero para la obtención de la energía.

C. Desventajas

Es relativamente costoso. En lugares con poca incidencia de los rayos solares se deberá contar con un generador de energía adicional u otros. Actualmente no existen organizaciones en el Perú capaz de proporcionar inversión a proyectos de este tipo.

La Eficiencia Energética. - “Se puede definir como el conjunto de acciones o medidas que permiten optimizar la energía destinada a producir un bien y/o servicio” (Pérez, 2009, p. 20).

D. Energía Generada

Energía generada = Energía consumida + Pérdidas propias del sistema FV

Los requerimientos del usuario son el punto de partida de todo ciclo. Junto con las condiciones climáticas, puede diseñarse exactamente para satisfacer las necesidades del usuario a los más bajos costos, (Orbegozo y otros 2010, p. 27).

Es aquella energía que se obtiene mediante transformación de la energía que emite el sol en electricidad. La enorme cantidad de energía que se produce en el sol es el resultado de la fusión de núcleos de hidrógeno para formar helio. La mayor parte de esta energía escapa del sol como radiación electromagnética y es transmitida a través del espacio en forma de ondas. Alrededor del 9% de la radiación solar se encuentra en la región ultravioleta (UV) del espectro electromagnético, 46% en la región visible y 45% en la región infrarroja (IR). La energía solar puede ser transformada de dos maneras en función de la parte del espectro electromagnético que se utilice, obteniéndose así Energía solar térmica o Energía solar fotovoltaica.

E. Radiación solar

Existen 4 agentes que influyen en la radiación: Latitud, Nubosidad, humedad y claridad atmosférica, Barcena y otros (2014, p. 20).

Radiación solar. Es un resultado indirecto de las reacciones de fusión que ocurren en el interior del sol. El espectro de la radiación

solar es similar al de un cuerpo negro. No obstante, el espectro de la radiación que llega a la superficie es diferente luego de la interacción con el sistema tierra- atmósfera (que atenúa ciertas frecuencias debido a las bandas de absorción de los elementos presentes).

La radiación neta en la atmósfera puede ser descompuesta en radiación incidente, la que a su vez se descompone en radiación de alta frecuencia, y baja frecuencia, y radiación reflejada. Parte de la radiación incidente que llega a la superficie de la tierra gran parte es absorbida y otra es reflejada. Luego el total de la radiación absorbida es remitida como radiación de baja frecuencia por la atmósfera y la superficie.

La radiación solar recibida fuera de la atmósfera terrestre es de (1353 W/m^2), medida sobre una superficie perpendicular a la dirección de su propagación. A este valor se le denomina Constante Solar y difiere sensiblemente del que recibimos en la superficie terrestre. Esta disminución de energía recibida del Sol está justificada por el paso obligatorio que ha de hacer la radiación a través de la atmósfera, y se produce fundamentalmente por los tres factores siguientes:

- Gases atmosféricos (nitrógeno, oxígeno, ozono, etc.)
- Vapor de agua
- Polvo

La combinación de estos elementos hace que sobre la superficie terrestre y al nivel del mar sólo se reciban unos 1000 W/m^2 , valor que incluso sólo se alcanza en días despejados, cuando el aire es muy transparente. La atmósfera terrestre atenúa la radiación solar debido a los fenómenos de reflexión, absorción y difusión que los componentes atmosféricos (moléculas de aire, ozono, vapor de

agua, CO₂, aerosoles, etc.) producen sobre ésta. La difusión que se produce debido a la presencia de polvo y a la contaminación del aire depende, en gran medida, del lugar donde se mida, siendo mayor en los lugares industriales y en los lugares más poblados. A continuación, definiremos algunos conceptos básicos sobre los componentes de la radiación:

- Radiación directa; Es la radiación recibida desde el sol, sin que sufra desviación alguna en su camino a través de la atmósfera.
- Radiación difusa; Es la radiación solar que sufre cambios en su dirección, principalmente debidos a la reflexión y difusión en la atmósfera.

Estimación de la radiación solar. - El aprovechamiento de la energía solar está condicionado a la intensidad de radiación solar incidente sobre un área determinada, por lo que es necesario contar con registros de radiación confiables que pueden emplearse en el diseño de equipo que aprovechen la energía solar.

Actualmente se disponen de mapas de radiación solar, en donde normalmente se presentan los valores promedio de radiación solar diaria, mensual o anual. El uso de estos mapas de radiación es importante para determinar las zonas geográficas que tienen un alto potencial para su aprovechamiento y para el pre diseño de los equipos que utilizan como fuente la energía solar.

Actualmente, las tablas o los mapas de radiación solar se elaboran a partir de mediciones vía satélite o a partir de los datos obtenidos en las ciudades y grandes centros poblados, y raras veces, se tienen en cuenta los niveles de radiación solar a nivel de las zonas rurales. A lo que se suma, que la mayoría de datos están referidos a grandes extensiones de territorio, por lo que su uso se hace limitado y poco práctico.

Esta limitación puede conducir al sobre o sub dimensionamiento de los equipos de aprovechamiento de la radiación solar.

En el mercado existen diferentes modelos de equipos para determinar la radiación solar y que varían de costo desde algunos cientos hasta miles de dólares. De esta manera, a través de un piranómetro es posible estimar datos sobre radiación solar para una zona en particular, a fin de contribuir a realizar una buena estimación de la radiación solar en un área de interés de una manera sencilla y económica.

La tasa a la cual la radiación es recibida por una superficie por unidad de área se denomina irradiancia, la misma que se expresa en unidades de potencia por unidad de área, W/m^2 .

La cantidad de radiación recibida por una superficie por unidad de área durante un determinado periodo se denomina irradiación. Se expresa en unidades de energía por unidad de área, Wh/m^2 . La radiación solar en el suelo a veces se denomina insolación.

HELIOFANÍA

En energía solar fotovoltaica se define un concepto relacionado con la radiación solar de gran interés a la hora de calcular la producción de un sistema fotovoltaico. Se trata de la heliofanía que es el tiempo, en horas, durante el cual el sol tiene un brillo solar efectivo en el que la energía solar directa alcanza o excede un valor umbral variable entre 120 y 210 W/m^2 , que depende de su localización geográfica, del equipo, del clima y del tipo de banda utilizada para el registro. También se le suele denominar brillo solar o insolación

F. Central Energía Fotovoltaica

Es la agrupación de varias mini centrales solares los cuales en su conjunto proporcionan una energía que se administra y se distribuye de manera coherente y razonable (Arenas y Zapata, 2011, p. 30).

Es muy importante concentrar la energía y derivar la radiación solar hasta zonas claves, esto se puede realizar con ayuda de espejos o con geometrías parabólicas de lentes óptimos (Arenas y Zapata, 2011, p. 49).

1.4. Formulación del problema

¿Será factible la propuesta técnica y económica de un sistema fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica del caserío de Tumbadén Grande – San Pablo?

1.5. Justificación de estudio

1.5.1. Justificación Metodológica

Siendo hoy en día la energía solar renovable de mayor abundancia que ofrece una excelente relación costo-beneficio, hace previsible un incremento masivo en la inserción de sistemas de generación eléctrica en base a fuentes renovables a los sistemas eléctricos.

1.5.2. Justificación Económica

En la actualidad para el incremento de rentabilidades y beneficios en una determinada zona, el tener un buen control del consumo de energía, contar con un excelente registro energético, y contar con la mejor tecnología produce consigo el tener ventaja competitiva, mayor reducción de costos y por ende mejores beneficios para la zona. La utilización de energía solar en zonas rurales o aisladas, permite la creación de pequeñas empresas, lo que potencia el desarrollo económico de comunidades poco favorecidas.

1.5.3. Justificación práctica

Con la propuesta técnica para la generación de energía fotovoltaica nos traerá como beneficio: la energía eléctrica lo cual será de mucha utilidad para los pobladores del caserío de Tumbadén Grande, provincia San Pablo departamento de Cajamarca logrando así estar más conectados con la tecnología actual en que vivimos.

1.5.4. Justificación social

Acceso adecuado a la energía a todos los ciudadanos, como instrumento de promoción de la integración social.

Se considera muy motivante el desarrollo de proyectos de investigación sobre la energía solar en los centros de investigación universitarios e instituciones nacionales, así como la creación de centros especializados en el área, ya que esto traerá consigo muchos beneficios.

1.5.5. Justificación ambiental

Su utilización aporta a la disminución del efecto invernadero producido por las emisiones de CO₂ a la atmósfera, así como en el cambio climático de nuestro planeta. Ya que es respetuosa con el medio ambiente.

Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas.

Disminución de las emisiones de CO₂. Por cada 20 kWh de electricidad producida a partir de energía solar se dejan de emitir unos 10 kg de CO₂ al año, en 25 años se evitan 250 kg de CO₂.

1.6. Hipótesis

Al realizar una propuesta técnica económica de un sistema fotovoltaico nos permite saber que tan factible es la generación de energía eléctrica, en el caserío de Tumbadén Grande - San Pablo – 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Realizar una propuesta técnica económica de un sistema fotovoltaico para determinar la posibilidad de generación de energía eléctrica, en el caserío de Tumbadén Grande - San Pablo - 2017

1.7.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la energía solar incidente diaria promedio anual de la zona de influencia del caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento Cajamarca.
- Determinar el requerimiento promedio por vivienda de energía eléctrica mediante energía solar en el caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.
- Cálculo y selección de equipos del sistema fotovoltaico a emplearse.
- Realizar la evaluación Técnica económica del sistema fotovoltaico.

II. METODO

2.1. Diseño de Investigación

La investigación es no experimental.

“Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación

no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos” (Hernández Sampieri y otros, 2010, p.149).

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Identificación de Variables

Variable Independiente: Propuesta técnica económica de un sistema fotovoltaico.

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica en el caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.

2.2.2 Operacionalización de Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable independiente Propuesta técnica económica de sistema fotovoltaico</p>	<p>Estudio del compendio de datos sobresalientes sobre el desarrollo de un proyecto y en fundamento a ello tomar la mejor determinación</p> <p>Es la radiación producida por el sol el cual incide a la tierra con ayuda del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres</p> <p>Orbegozo y otros (2010, p. 10).</p>	<p>Estudio técnico y económico.</p> <p>Potencia a ser generada por los paneles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Radiación solar (Irradiancia). - Potencia para suministro de energía eléctrica a partir de energía solar. - Diseño del sistema voltaico según la necesidad de la población. - Realizar la evaluación técnica y económica del sistema fotovoltaico del sistema diseñado. 	<p>RAZÓN</p>

<p>Variable dependiente Generación de energía eléctrica</p>	<p>Las centrales de generación son las encargadas de, a partir de fuentes de energía primaria, generar electricidad. (López, 2012)</p>	<p>Empleo de energía eléctrica.</p> <p>Uso de paneles solares para la generación de energía eléctrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de energía eléctrica en cada hogar de la comunidad. - Eficiencia de la distribución de energía y la cantidad obtenida. <p>Potencia requerida para todos los hogares de la comunidad.</p>	<p>RAZÓN</p>
--	--	--	---	--------------

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Para la elaboración del proyecto de investigación se tomará como población a todas las viviendas del caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.

La comunidad consta de 50 viviendas.

2.3.2. Muestra

La muestra considerada es la misma de la población.

2.4. Recolección de datos

2.4.1. Técnicas

Las técnicas e instrumentos de recolección que se utilizaran en esta investigación son:

A. Encuesta

Aplicando las encuestas a la población de la comunidad de Tumbadén Grande, para poder analizar las necesidades.

B. Observación

Este proyecto se realizó mediante la observación directa en el caserío de Tumbadén Grande, San Pablo, Cajamarca, población en general que residen en dicho lugar, Esto permitió conocer el estado en el que se encontraba la población, en diferentes aspectos como e social, económico, y ambiental. Así como observar y hallar información que no se ha ya registrado en otras técnicas de recolección de datos.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

A. Hoja de encuesta

Se aplicará las encuestas a cada persona para poder saber sus inquietudes y necesidades de cada poblador de la comunidad. Ver anexo 02.

B. Hoja de observación

Sirve para afirmar lo registrado y evaluado en las encuestas, así como poder identificar ciertos comportamientos y vivencias de los pobladores.

C. Validez

El resultado del presente trabajo será el estudio de factibilidad para suministrar energía solar fotovoltaica en el caserío Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento de Cajamarca con ayuda y orientación de juicio de expertos.

D. Confiabilidad

Será tomada por autores los cuales se citará de manera coherente.

2.5. Métodos de análisis de datos

El método a utilizar será el exploratorio ya que después de haber definido la variable independiente (estudio de factibilidad) y sus parámetros tendremos que deducir la hipótesis para suministrar energía eléctrica mediante energía solar fotovoltaica en el caserío de Tumbadén Grande.

2.6. Aspectos éticos

2.6.1. Derechos de autor

Se respetará los derechos del autor, citándolo de manera coherente y prudente a lo largo de toda la realización del presente trabajo de investigación.

2.6.2. Respeto

En el caso de las visitas al caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca se mantendrá el respeto a sus pobladores, mediante una solicitud previa al usuario.

2.6.3. Cordialidad

A las personas entrevistadas y con suma paciencia.

2.6.4. Compromiso

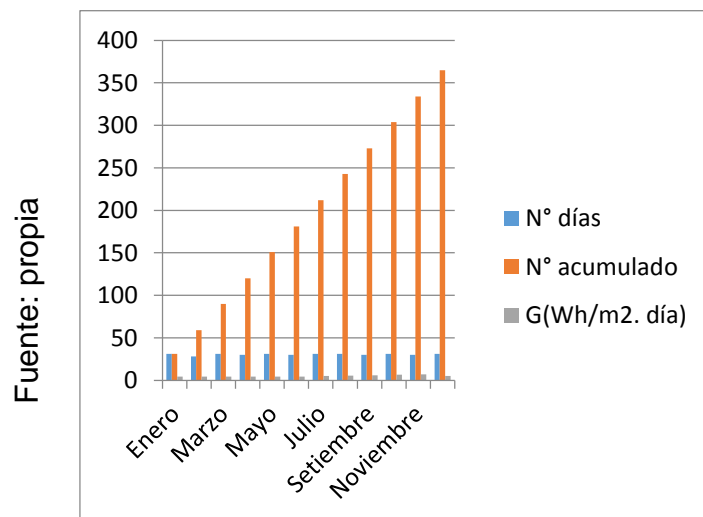
A las alturas que uno llega a emprender un proyecto no se puede dar marcha atrás.

III.RESULTADOS

3.1. Evaluar la energía solar incidente diaria promedio anual de la zona de influencia del caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento Cajamarca

El departamento de Cajamarca muestra una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 4.61 kWh/m² y 6.0 kWh/m², Siendo el mes de febrero el de menor incidencia de energía solar llegando alcanzar entre 4.61 a 5.5 kWh/m². (Ver Anexo 03). En tal sentido para determinar la heliofanía se tomó como referencia los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas del departamento de Cajamarca se procedió a consultar y consolidar datos del SENAMHI.

Figura 3



De acuerdo a las estaciones meteorológicas más próximas a Tumbadén (latitud y longitud), se tomaron los datos reportados por la estación A. Weber Bauer (Cajamarca) con un promedio de 6.0 h y una desviación estándar de 2.9 h y la estación de Bambamarca con un promedio de 5.3 h y una desviación estándar de 3 h. (Ver Figura A3-2 en Anexo 03). Sin embargo, a efectos de asegurar el correcto funcionamiento incluso en situaciones desfavorables, optamos por el menor valor de irradiación solar en el mes de febrero que es de 4.61 kWh/m²/día.

3.2. Determinar el requerimiento promedio por vivienda de energía eléctrica en el caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

DIAGNOSTICO DEL AREA DE INFLUENCIA DE LA COMUNIDAD.

LOCALIZACIÓN:

De acuerdo con su área de influencia el caserío Tumbaden se encuentran en:

Distrito	: San Pablo
Provincia	: Cajamarca
Departamento	: Cajamarca.

El caserío de Tumbadén Grande, se encuentra limitado por el norte con las provincias de Hualgayoc y San Miguel, por el este con la provincia de Cajamarca, por el sur con el distrito de San Pablo y por el oeste con San Miguel. En dicho caserío sus pobladores en su mayoría sufren la carencia del suministro de energía eléctrica para el desarrollo de diversas actividades. (Ver Anexo 01 y Ver anexo 04)

Esto se debe a su ubicación geográfica a 70.5 km del distrito de Cajamarca

ASPECTO SOCIOECONÓMICO:

Población

La población directamente beneficiada con el proyecto esta distribuida de la siguiente manera:

CUADRO N° 01

N°	COMUNIDAD	DISTRITO	CARGAS ESPECIALES	N.º DE ABONADOS TOTALES	NUMERO DE HABITANTES
01	TUMBADÉN	SAN PABLO	0	50	250

Fuente: Elaboración propia.

La población beneficiaria alcanza un total de 250 pobladores con un total de 50 viviendas

Servicios de Energía Eléctrica

El 100% del total de la población encuestada de estos caserios respondió no contar con este servicio.

CUADRO N° 02

Cuenta con el servicio de energía eléctrica		
Respuestas	N° Casos	%
No	50	100
Total	50	100

Fuente: Encuesta aplicada

Uso que le daría al servicio de energía eléctrica

Tipo de uso	Nº Casos	%
a) Solo Iluminación	5	10.0
b) Solo Uso de Tv	0	0.0
c) Solo uso de radio	0	0.0
Solo a y b	0	0.0
Solo a y c	0	0.0
Solo b y c	0	0.0
Para a, b y c	45	90.0
Total	50	100.0

Fuente: Encuesta aplicada

En casos donde no se cuenta con suministro de energía eléctrica, la oferta actual es igual a cero.

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA

Según el código nacional de electricidad (CNE) en el apartado 050 especifica acerca de la máxima demanda correspondiente a cada predio, para lo que es vivienda unifamiliar especifica que se asigna 25 w por cada metro cuadrado m². (Ver Anexo 04).

CUADRO Nº 03

Carga (Watt)	Horas de funcionamiento al día	Total, de energía necesaria (Wh)	Total, de energía (Wh) x Margen seguridad 25%
750	3	2250	2812.5

3.3. Cálculo y selección de equipos del sistema fotovoltaico a emplearse.

3.3.1. CÁLCULO DE NUMERO DE MÓDULOS NECESARIOS

Calculamos la corriente de que genera al día el panel solar:

$$C_p = HPS_{crit} * I \quad \Rightarrow \quad 4.61 * 8.85 = 40.79 \text{ Ah/día}$$

Donde:

C_p: corriente que genera al día el panel

I: Corriente del panel solar

HPS_{crit} : Horas de sol pico promedio

Calculamos el consumo medio de la carga diaria:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} \quad \Rightarrow \quad 2,812.5 / 24 = \mathbf{117.19 \text{ Ah/día}}$$

Calculamos el número de paneles en paralelo necesarios:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p} \quad \Rightarrow \quad N_p = 117.19 / 40.79 = 2.87 \approx \mathbf{3}$$

Según los cálculos realizados se necesitará de 3 paneles por modulo de esta forma se está cubriendo la demanda exigida durante todo el año.

Cabe indicar que, la Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, es referido a un modelo EX150M (156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC. (Ver Anexo 05)

3.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS

Según los resultados obtenidos nos indica que para generar una energía diaria de 2,812.5 Wh, con nuestra batería pero que podamos disponer de ella 3 días sin sol, sin permitir una descarga mayor del 70%, y suponiendo un Factor de corrección de Temperatura (FCT = 1), se necesita una capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional de 12,053.57 Wh

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} \quad \Rightarrow \quad \frac{12,053.57}{24} = \mathbf{502.23 \text{ Ah}}$$

En este caso, como se indica en las especificaciones técnicas de las baterías, el presente estudio propone el uso de las baterías Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, en la cual se utilizarán 02 baterías dando una capacidad de 360 Ah x 2 = 720 Ah, el cual cubre ampliamente los 502.23 Ah calculados. (Ver Anexo 05)

3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles} \Rightarrow 1.15 * 8.85 * 3 = 30.5 \text{ A}$$

Por lo tanto, se concluye que, el regulador seleccionado es de 50 A en la cual se requiere uno con 50 A y 24 V. (Ver Anexo 05)

3.3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

$$W_{mininversor} = W_{maxinversor} * C_S = 750 \text{ W}$$

$$N^{\circ}_{inversores} = \frac{W_{inversor}}{W_{sistema}} = 1 \approx 1$$

El inversor se encarga de transformar la corriente DC en AC, es por ello que el parámetro que define a este equipo es la potencia mínima a convertir. La cual obtenemos 750 W, la potencia del inversor escogido que es 750 W. (Ver Anexo 05)

3.3.5 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO.

El cable a utilizar es de AWG # 10 y # 14. De la marca modelo THHN/THWN-2CT. (Ver Anexo 06).

CUADRO N° 04

<i>Descripción</i>	<i>I</i>	<i>Sección</i>	<i>L</i>	<i>ΔU%</i>
<i>Panel fotovoltaico - regulador</i>	8.85 A	1.32 mm ²	3	2.60
<i>Regulador - batería</i>	8.85 A	1.32 mm ²	1	0.89
<i>Batería - inversor</i>	34.72 A	5.17 mm ²	1	0.89
<i>Inversor - carga</i>	34.72 A	2.06 mm ²	2	4.51

3.3.6 SISTEMA PUESTA A TIERRA

La sección mínima de la línea principal de tierra es de 10mm² según el CNE, y esta será la utilizada. El tipo de sistema de puesta a tierra será el de varilla, esto es debido a la baja potencia y, por ende, bajo amperaje. (Ver Anexo 07).

El cálculo de la resistividad es de acuerdo a la fórmula anterior, sabiendo que la resistividad medida con el equipo es R = 5.93 ohm. A = 4 m y B = 0.2 m.

Aplicando la fórmula: $\rho = 150 \text{ ohm /m}$.

Calculamos el número de electrodos en paralelo: $R = (\rho/2\pi l) * \ln(2l/d)$

Dónde:

$(\ln 2l/d) / 2\pi l$ se considera = K y operamos la fracción vale 0.49454

Por lo tanto: $R = 150 \times 0.49454 = 74.18 \approx 75 \Omega$

3.3.7 ESTRUCTURA DE SOPORTE

Tomando en cuenta todo el parámetro necesario hemos elegido como soporte al STF03V-1642-994 para tejados, soporte para 3 paneles en vertical

El sistema de sujeción para tejado de Techno Sun cumplen la normativa AS/NZS 1170 y su facilidad de montaje ahorra tiempo de instalación al profesional.

CUADRO Nº 05

Sitio de instalación	Tejado o campo abierto
Ángulo de inclinación	De 10 a 60 grados
Altura de la instalación	Hasta 20m
Velocidad máxima del viento	Hasta 60m / s
carga de nieve	Hasta 1.4KN / m ²
Estándares	AS / NZS 1170 y DIN 1055 y otros
Material	Aleación de aluminio y acero inoxidable
Color	Natural
Anti-corrosivo	anodizado
Garantía	Diez años de garantía
Duración	Más de 20 años

3.4. Evaluación Técnica económica del Sistema Fotovoltaico.

Los gastos para la implementación del sistema teniendo en cuentas sus especificaciones técnicas del sistema diseñado (Ver Anexo 09), asciende a **S/. 403,700.00** (Ver anexo 10)

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el VAN y TIR, que mostrará las Inversiones posteriores a la inicial; todo esto nos permitirá hallar los indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Análisis de VAN y TIR

VAN	S/. 812.63	SE ACEPTA
TIR	14.10%	SE ACEPTA

Fuente: Elaboración propia.

Criterios:

- Si $VAN \geq 0$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza
- Si $TIR \geq 10\%$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza

Según el resultado obtenido nos muestra que el proyecto es Rentable por lo cual se recomienda gestionar dicho proyecto mediante un crédito financiero de lo contrario se deberá gestionar dicho análisis ante una entidad local más cercana para realizar la evaluación económica no a nivel privado si no a nivel social según las especificaciones dadas en los documentos de gestión e inversión del estado peruano.

IV DISCUSIÓN:

- ✓ Ahora que la demanda de energía ha comenzado a incrementarse se ha convertido en una necesidad fundamental, por lo cual el sistema fotovoltaico está entrando al mercado con fuerza y se está consolidando como base para cumplir con las necesidades de usuarios.
- ✓ Hoy en día el mercado nos ofrece diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos con diferentes capacidades desde 100W hasta 1500W por unidad. Estos equipos tienen un rendimiento del 80% son más livianas, toman menos espacio y algo muy importante con los costos que su mantenimiento es mínimo. Operan de cuatro formas diferentes: conectado al panel solar, regulador de carga, acumulador de carga (batería), conectada a un inversor de CC/CC, CC/CA para poderlo utilizar en diferentes necesidades de usuarios.
- ✓ El sistema fotovoltaico energía fue una gran solución en el momento, pero también demandaba de unas grandes inversiones, hoy en día la creciente demanda es un problema que se tiene que solucionar utilizando tecnologías

limpias y que no tengan efectos secundarios con nuestro medio ambiente, esta propuesta técnica demuestra que es posible cambiar de forma positiva nuestro sistema fotovoltaico.

- ✓ De manera similar al trabajo desarrollado por (Aliaga, y otros, 2009, p. 92) respecto a factibilidad económica de instalación de luminarias solares de una localidad chilena, este trabajo también arroja resultados positivos luego del análisis beneficio – costo.
- ✓ De acuerdo al estudio realizado por (Vasquez, y otros, 2015,p 183) este proyecto no concuerda con el mismo porque compara los costos de implementación con un sistema alimentado por energía de origen hidráulico, la diferencia radica en la poca densidad poblacional de la zona de influencia del proyecto lo que hace oneroso, pues tendría que hacerse una fuerte inversión en distribución y la recuperación de la misma sería muy lenta.

V CONCLUSIÓN

- ✓ Según los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que en el departamento de Cajamarca muestra una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 4.61 kWh/m² y 6.0 kWh/m², Siendo el mes de febrero el de menor incidencia de energía solar llegando alcanzar entre 4.61 a 5.5 kWh/m², pero sin embargo para efectos de asegurar el correcto funcionamiento incluso en situaciones desfavorables, optamos por el menor valor de irradiación solar en el mes de febrero que es de 4.61 kWh/m²/día por ser el más bajo resultado de todo el año.
- ✓ Se tuvo en cuenta lo estipulado en el código nacional de electricidad (CNE) en el apartado 050 especifica acerca de la máxima demanda correspondiente a cada predio, para lo que es vivienda unifamiliar especifica que se asigna 25w por cada metro cuadrado m² para lo cual se concluyó que el total de energía necesaria a abastecer es igual a (2, 250 Wh) con un margen del 25% por reservas obtenemos un total de (2, 812.5 Wh) resultado con el cual se a dimensionado el sistema fotovoltaico.

- ✓ Se concluyó según los cálculos realizados que se necesitara de 3 paneles por modulo teniendo en cuenta el modelo EX150M (156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC como también el uso de 02 baterías proponiendo el Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, trabajando con un regulador de 50 A.
- ✓ Al realizar la evaluación técnica, económica se concluyó que el presente proyecto cuenta con un VAN POSITIVO (S/. 812.63) y un TIR de valor 14.10% el cual se evidencia que el proyecto a nivel privado es rentable y viable.

VI RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar utilizar el menor valor de irradiación solar en el mes de febrero que es de 4.61 kWh/m²/día por ser el más bajo resultado de todo el año ya que si utilizamos otro valor superior al escogido como diseño del presente sistema como lo estipula la escala de irradiación solar de enero a diciembre veríamos que dicho sistema no cumpliría con las exigencias dadas es por la que se recomienda utilizar el valor de 4.61 kWh/m²/día ya que con este valor se garantiza el buen funcionamiento y optimización del sistema para todo el año.
- ✓ Se recomienda al cálculo de máxima demanda un margen del 25% por reservas ya que al obtener un valor que asciende a 2,812.5 Wh se garantiza el uso óptimo de la energía generada evitando de esta manera las sobrecargas al sistema por cargas no tenidas en cuenta durante el diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- ✓ Se recomienda utilizar el panel solar de modelo EX150M(156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC como también las baterías de Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, ya que estos

equipos prestan la garantía necesaria para que el sistema diseñado cumpla con sus funciones y su respectiva optimización dando la seguridad de que estos cumplen con las especificaciones técnicas que se solicitan en este trabajo de investigación.

- ✓ Resultado obtenido nos muestra que el proyecto es Rentable por lo cual se recomienda gestionar dicho proyecto mediante un crédito financiero de lo contrario se deberá gestionar dicho análisis ante una entidad local más cercana para realizar la evaluación económica no a nivel privado si no a nivel social según las especificaciones dadas en los documentos de gestión e inversión del estado peruano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIAGA, Carlos, Fuentez, Ignacio y Gonsales, Jaime. 2009. *Estudio de factibilidad económica de la instalación de luminarias solares para la ciudad de Tocopilla, Tesis (Ingeniería Comercial).* Santiago : Universidad de Chile, 2009.

ALVAREZ, CARLOS. 2008. *ANALISIS LOCAL Y MUNDIAL EN GENERACION DISTRIBUIDA.* 2008. pág. 28.

Anael. 2004. *Viabilidad técnica-económica, en el uso de energía solar y eólica para generar energía eléctrica en los centros poblados: La Escalera, Zapotal, Pampa Rume, Botijilla, Shita Baja del distrito de Salas provincia Lambayeque, Región Lambayeque".* Salas : s.n., 2004.

ARENAS Sánchez, Danny Andrés y ZAPATA Castaño, Hodman Steven. 2011. *Libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones.* Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira, 2011. pág. 87.

Bárcena, Adán y Bárcena, Sotero. 2014, p. 20. *Arovechamiento de la energía solar fotovoltaico dentro de un proyecto de vivienda sustentable.* México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, p. 20.

BARCENA, Adán y BRCENA, Sotero. 2014. *Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaico dentro de un proyecto de vivienda sustentable.* México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

—. **2014.** *Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaico dentro de un proyecto de vivienda sustentable.* México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

CALCINA, Richard Abel. 2010. *Cálculo de la energía generada por un sistema fotovoltaico conectado a red a 3800 m.s.n.m.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2010.

Carlos, C. V.; Harrison, L. E. 2009. *Análisis de factibilidad de un sistema híbrido: Energía solar, energía eólica, grupo electrógeno; para la generación de energía eléctrica.* Trujillo : Universidad César Vallejo, 2009.

CORNEJO, Héctor. 2013. *Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura.* Piura : Facultad de ingeniería mecánica eléctrica, Universidad de Piura., 2013.

CORNEJO, Luis. 2010. *Evaluación técnica y económica para la generación eléctrica eólica - solar para la comunidad de san luis en el distrito de Pimentel, región Lambayeque.* Lambayeque : Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo, 2010.

—. **2010.** *Evaluación técnica y económica para la generación eléctrica eólica - solar para la comunidad de san luis en el distrito de Pimentel, región Lambayeque.* Lambayeque : Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo, 2010.

DNTN.MIEM. 2009. *MICROGENERACION EOLICA.* 2009. pág. 1.

DUEÑAS, RED. 2003. *ANALISIS TECNICO ECONOMICO DE LA GENERACION DISTRIBUIDA MICROTURBINAS A GAS NATURAL PARA LA COMUNIDAD DE SAN JOSE DE PARCO.* 2003. págs. 48 - 49.

ENDESA. 2014. *GENERACION DISTRIBUIDA.* 2014. pág. 1.

ESCOBAR, Mario. 2013. *Modelo de gestión de eficiencia energética basada en los potenciales de recursos energéticos renovables local para la toma de decisiones*

de las autoridades municipales nicaragüenses. *biotecnología, bioeconomía y bioecología*. Nandaime : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2013.

EXPERIENCIAS CON ENERGÍAS RENOVABLES EN PERÚ. PINZAS, TEOBALDO. 2014. 21 de 01 de 2014, pág. 1.

FERNÁNDEZ, BORJA. 2006. ENERGÍA MINIEOLICA Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA. 2006. pág. 1, INFORME TÉCNICO.

FERNÁNDEZ, JAVIER. 2010. ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE MICROGENERACIÓN EN ESPAÑA. 2010. pág. 46, TESIS.

FERNÁNDEZ, Pablo. 2011. Estudio de factibilidad para la inversión en un negocio de comercialización de alimentos. Facultad de Ciencias Económicas. Guatemala : Universidad San Carlos de Guatemala, 2011.

GAMIO, PEDRO. 2010. MATRIZ ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES. LIMA, FRIEDRICH EBERT STIFTUNG. 2010. pág. 35, INFORME TÉCNICO.

GHOSH BENERJEE, Sudeshna, y otros. 2016, p. 30. Regulatory Indicators for Sustainable Energy (RISE). International Bank for Reconstruction and Development. 2016, p. 30. pág. 264.

GONZÁLEZ, Roberto. 2012. <https://twenergy.com>. [En línea] 01 de 02 de 2012. [Citado el: 12 de Febrero de 2017.] <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>.

GRINNELL, WILLANS Y UNRAU. 2009. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 2009.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. 2010. Metodología de la investigación. México : Mc Graw Hill Interamericana, 2010. pág. 656. ISBN 978-607-15-0291-9.

HERNÁNDEZ, JOSE. 2015. LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y EL FUTURO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN. 2015. pág. 60.

—. 2015. LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y EL FUTURO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN. 2015. pág. 60.

HORN. 2006. *El estado actual del uso de la energía solar en el Perú.* 2006.

HORN, Manfred. 2006. El estado actual del uso de la energía solar en el Perú. [En línea] 11 de noviembre de 2006. [Citado el: 15 de setiembre de 2016.] <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/Energia%20solar%20en%20Peru%20perueconomico.pdf>.

—. **2006, p. 1.** El estado actual del uso de la energía solar en el Perú. [En línea] 11 de noviembre de 2006, p. 1. [Citado el: 15 de setiembre de 2016.] <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/Energia%20solar%20en%20Peru%20perueconomico.pdf>.

IMPACTMATTERS. 2014, p. 27. *De las velas a la luz eléctrica.* Cajamarca : s.n., 2014, p. 27.

—. **2014.** *De las velas a la luz eléctrica.* Cajamarca : s.n., 2014.

JORDÁN, Joaquin. 2009. *Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad de un asentamiento humano de San Juan de Marcona.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2009. pág. 98.

LA REPUBLICA, Cajamarca. 2013. Jorge Merino inauguró programa de electrificación Fotovoltaica. [En línea] 08 de julio de 2013. [Citado el: 25 de setiembre de 2016.] <http://larepublica.pe/08-07-2013/cajamarca-jorge-merino-inauguro-programa-de-electrificacion-fotovoltaica>.

LA REPÚBLICA, Cajamarca. 2013, párr. 01. Jorge Merino inauguró programa de electrificación Fotovoltaica. [En línea] 08 de julio de 2013, párr. 01. [Citado el: 25 de setiembre de 2016.] <http://larepublica.pe/08-07-2013/cajamarca-jorge-merino-inauguro-programa-de-electrificacion-fotovoltaica>.

LECUE, Antonia. 2011, párr. 04. Situación actual de la energía solar fotovoltaica en el mundo según el Plan de Energías Renovables PER 2011-2020. [En línea] 30 de julio de 2011, párr. 04. [Citado el: 29 de setiembre de 2016.] <http://www.suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=6209>.

—. **2011.** Situación actual de la energía solar fotovoltaica en el mundo según el Plan de Energías Renovables PER 2011-2020. [En línea] 30 de julio de 2011.

[Citado el: 29 de setiembre de 2016.]

<http://www.suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=6209>.

LUNA, Noel. 2009. *Sistema solar fotovoltaico en México. Facultad de Ingeniería.* Mexico : Politécnico ESIME, 2009.

MADRAÑOL, ANGEL. 2014. *PIONERO EN MICROGENERACION.* 2014. pág. 1, TECNICO.

MARTINEZ, Antonio. 2007, p. 1. *ENERGIAS RENOVABLES Y GENERACION DISTRIBUIDA.* 2007, p. 1. INFORME TECNICO.

Martínez, C. S. 2012. *Estudio y diseño de una planta de generación de energía solar fotovoltaica de 1.5 MW, con conexión a la red eléctrica de distribución.* Cartagena : Universidad Politécnica, 2012.

MEM, MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. 2013. *Plan nacional de electrificación rural PNER 2013 - 2022.* Lima : s.n., 2013. pág. 34.

Navas, J. F. 2010. *Diseño de una central solar fotovoltaica de 3 MW y conexión a red de distribución mediante línea de 15 kV.* 2010.

NETIO, DOMO. 2012. SISTEMA DE MICROGENERACION EOLICA CON TURBINAS PARA EL PROYECTO SMARCITY. *ENDESA INSTALA UN SISTEMA DE MICROGENERACION EOLICA CON TURBINAS PARA EL PROYECTO SMART CITY.* 07 de 06 de 2012, pág. 1.

NUEVA TECNOLOGIA DE ENERGIA EOLICA. **ORTIZ, RICARDO. 2015.** ESPAÑA : s.n., 2015, UNOCERO, pág. 1.

ORBEGOZO, Carlos y ARVILCA, Roberto. 2010. *Energía solar fotovoltaica.* Green energy consultoria y servicios SRL. s.l. : deutscher entwicklungsdienst,, 2010.

Orbegozo, Carlos y Arvilca, Roberto. 2010, p. 27. *Energía solar fotovoltaica.* Green energy consultoría y servicios SRL. s.l. : deutscher entwicklungsdienst,, 2010, p. 27.

ORELLANA, Andrés y SARANGO, José. 2015. *Estudio de factibilidad para el uso de energía solar y eólica en sistemas de alumbrado público para la vía de*

integración barrial, sector El Plateado servido por empresa eléctrica Regional del Sur, Tesis (Ingeniero Eléctrico). Santiago : Cuenca, 2015.

—, **2015, p. 131.** *Estudio de factibilidad para el uso de energía solar y eólica en sistemas de alumbrado público para la vía de integración barrial, sector El Plateado servido por empresa eléctrica Regional del Sur, Tesis (Ingeniero Eléctrico). Santiago : Cuenca, 2015, p. 131.*

Parera, R. G. 2008. *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica de 1.1 MW.* Brasil : Universidad Rovira I Virgili, 2008.

PEREZ, Danilo. 2009 p.11. *Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos. Escuela de ingeniería electrónica.* Chile : Universidad Austral de Chile, 2009 p.11.

—, **2009.** *Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos. Escuela de ingeniería electrónica.* Chile : Universidad Austral de Chile, 2009.

Pérez, Danilo. 2009, p. 20. *Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos. Escuela de ingeniería electrónica.* Chile : Universidad Austral de Chile, 2009, p. 20.

PINO, Miguel. 2015. *Análisis de la reducción del costo de consumo de energía eléctrica usando un sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la facultad de ingeniería de sistemas e informática de la UNSM – T. Tesis (Ingeniero de sistemas e informático).* Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2015.

PROSUN, EU. 2013, párr. 01 - 02. Energía solar mundial y de la UE. [En línea] 03 de agosto de 2013, párr. 01 - 02. [Citado el: 25 de setiembre de 2016.] <http://www.prosun.org/es/ue-solar-sostenible/energia-solar-mundial-y-de-la-ue.html>.

PROSUN, Eu. 2013. Energía solar mundial y de la UE. [En línea] 03 de agosto de 2013. [Citado el: 25 de setiembre de 2016.] <http://www.prosun.org/es/ue-solar-sostenible/energia-solar-mundial-y-de-la-ue.html>.

REPORTE DE LA SITUACION MUNDIAL DE LAS ENERGIAS RENOVABLES 2015. **SAWIN, JANET. 2015.** ESPAÑA : s.n., 2015, pág. 6.

RODRIGUEZ, CENTENO. 2011. NUEVOS MODELOS DE MICROGENERACION EOLICA. [En línea] 2011. [Citado el: 13 de 04 de 2016.]

Sánchez, M. J. 2012. *Diseño de planta solar fotovoltaica de 20 MW en California y conexión a la red de distribución.* Madrid : Universidad Pontificia Comillas, 2012.

SANZ Moya, Roberto. 2010. *Diseño de una central fotovoltaica de 100 kWp de potencia nominal.* Madrid : Universidad Carlos III, 2010. pág. 109.

SENAMHI: Atlas de energía solar del Perú. **TREBEJOS, Irene. 2003.** lima : s.n., 2003.

SUELO Solar. 2008 párr. 02. Experiencias en electrificación rural fotovoltaica en Cajamarca. [En línea] 2008 párr. 02. [Citado el: 15 de setiembre de 2016.] <http://perusolar.org/16-spes-ponencias/EXPERIENCIAS%20EN%20ELECTRIFICACION%20RURAL%20FOTOVOLTAICA%20EN%20CAJAMARCA.pdf>.

—. **2008.** Experiencias en electrificación rural fotovoltaica en Cajamarca. [En línea] 2008. [Citado el: 15 de setiembre de 2016.] <http://perusolar.org/16-spes-ponencias/EXPERIENCIAS%20EN%20ELECTRIFICACION%20RURAL%20FOTOVOLTAICA%20EN%20CAJAMARCA.pdf>.

TACZA, Oscar. 2011. *Energía solar fotovoltaica en el distrito de Orcotuna región Junín. Facultad de ingeniería mecánica.* lima : Universidad Nacional de Callao, 2011.

UNIVERSIDAD César Vallejo. 2015. RR N° 459-2015/UCV. Trujillo : s.n., 2015.

VALENCIA, JAMES. 2008. *GENERACION DISTRIBUIDA, DEMOCRATIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTA, DC. 2008. pág. 5, INFORME TECNICO.

VARIEDUCA. 2006. La investigación descriptiva. [En línea] 2006. [Citado el: 17 de noviembre de 2013.] <http://varieduca.jimdo.com/art%C3%ADculos-de-inter%C3%A9s/la-investigacion-descriptiva/>.

VASQUEZ, Laura y ZÚÑIGA, Bibi. 2015. *Proyecto de Pre factibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa. Tesis (Ingeniero Industrial).* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.

VELASQUEZ, JEAN. 2013. *II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENERGIA EOLICA.* LIMA : s.n., 2013.

VERCELLI, AMILCAR. 2012. MICROGENERACION EOLICA. [En línea] 10 de 2012. [Citado el: 18 de 04 de 2016.]

Villanueva Cueva, P. 2012. *Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a re.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012.

VIII. ANEXOS

LOCALIZACIÓN

Figura A1-1

<http://www.granjaporcocon.org.pe/granjaporcocon/es/contacto-y-ubicacion>



Macro localización del Caserío de Tumbadén Grande - San Pablo – Cajamarca

Figura A1-2

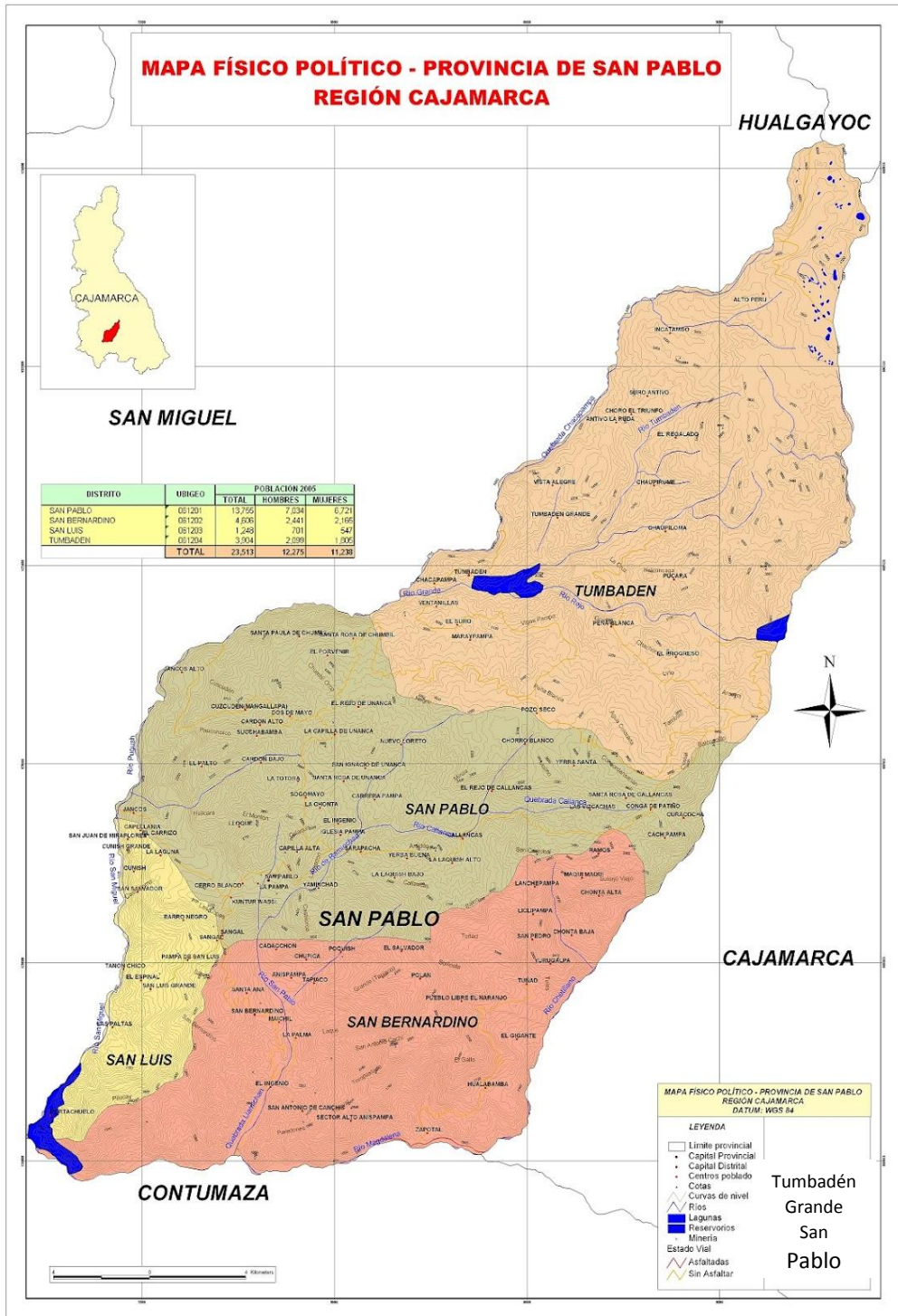
<http://www.aeperuonline.com/>



Mapa de la Región Cajamarca

Figura A1-3

<http://www.aeperuonline.com>



Mapa de la Provincia San Pablo en la Región Cajamarca.

Figura A1-4

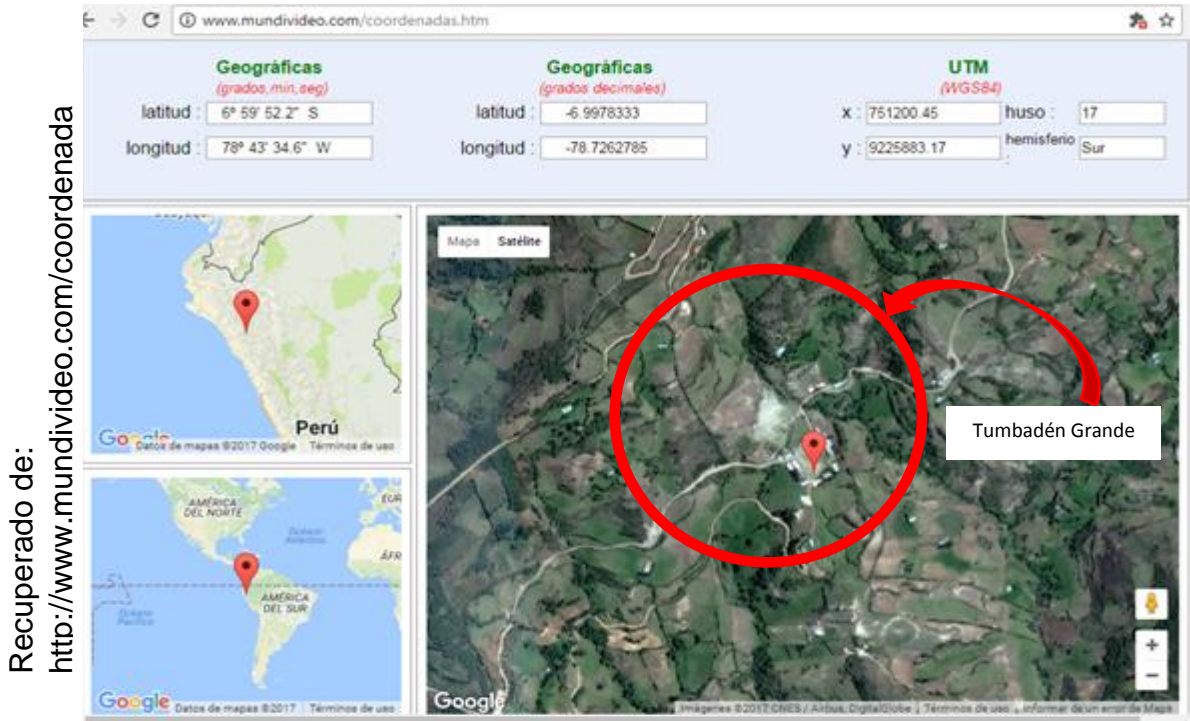


Figura A1-5



Micro localización de Tumbadén – San Pablo - Cajamarca

Figura A1-6

Fuente: Wilson Briones Cachi



Fotografía panorámica de Tumbadén Grande

ANEXO Nº 02: ENCUESTAS

Encuesta para verificar y recolectar información sobre suministro de energía eléctrica

Lugar: Caserío Tumbadén Grande, Distrito de San Pablo, Provincia Cajamarca.

Fecha: ...

Objetivo: Determinar el requerimiento promedio de energía eléctrica mediante energía solar en el caserío de Tumbadén Grande provincia de San Pablo departamento, Cajamarca.

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Material del que está construida la vivienda y como está distribuida.

VIVIENDA	Pisos	Habitaciones
<input type="checkbox"/> Concreto y ladrillo	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> Tierra o adobe	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> Quincha	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 6
		<input type="checkbox"/> 7 a mas

EN TU VIVIENDA HABITAN:

		PERSONAS Y CANTIDAD DE PERSONAS	ACTIVIDAD
		Nº PERSONAS	
HOMBRES	NIÑOS		
	ESTUDIANTES		
	ADULTOS		
MUJERES	NIÑAS		
	ESTUDIANTES		
	ADULTOS		
		TOTAL, DE PERSONAS	

1.1. DE QUE MANERA TE ALUMBRAS POR LAS NOCHES, QUE TIPO DE FUENTE UTILIZAS:





FUENTE DE ILUMINACIÓN	SI	NO	GASTO SEMANAL			
			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL S/
VELA						
MECHERO						
LAMPARÍN						
LINTERNA						

BATERÍA						
OTROS						

1.2.-INDIQUE EL TIPO DE ARTEFACTO ELÉCTRICO A UTILIZAR EN UN FUTURO CERCAÑO.

ARTEFACTO	MARCAR CON X	CANTIDAD	POTENCIA (W)
TELEVISOR A COLOR			70
RADIO			40
COMPUTADORA			300
LICUADORA			400
OLLA ARROCERA			300
LAPTOP			300
OTROS			

1.3.-INDIQUE EL TIPO Y CANTIDAD DE LÁMPARAS O FOCOS A UTILIZAR.

 INCANDESCENTE		 HALÓGENAS		 FLUORESCENTES		 LED	
40W		22W		9W		450 lm (5w)	
60W		35W		11W		700 lm (8w)	
75W		47W		15W		950 lm (10w)	
100W		60W		20W		1.200 lm (13w)	

CUANTO GASTAS APROXIMADAMENTE EN UN MES: _____

2.-SI NECESITAS LEER O ESTUDIAR QUE UTILIZAS PARA LA ILUMINACIÓN

a.- VELA	
b.- LINTERNA	
c.- MECHEROS	
d.-BATERÍA	
e.- LAMPARINES	
F.-OTROS	

SI TIENES ALGÚN TIPO DE ARTEFACTO:

ARTEFACTO	SI	NO	POTENCIA (W)
a.- TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO			
b.- TELEVISOR DE COLORES			
c.- RADIO			
d.- LICUADORA			
e.- COMPUTADORA			
f.- OTROS			

3.- ESTARÍAS INTERESADO EN TENER EL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA QUE TE GENERE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA TU BENEFICIO DE USTED Y FAMILIA.

SI	
NO	

OBSERVACIÓN...

NOMBRE DEL ENCUESTADOR

FIRMA

WILSON ALEXANDER BRIONES CACHI.

DNI:44020096

NOMBRES DEL ENCUESTADO

FIRMA

NOMBRES

DNI:

ENCUESTAS REALIZADAS

ANEXO 02

Hoja de observación para verificar y recolectar información para suministrar energía eléctrica mediante energía solar.

Lugar: Caserío Tumbadén Grande, Distrito de San Pablo, Provincia Cajamarca.





Fecha: 07-05-2017

CARACTERIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA																										
Material del que está construida la vivienda y como está distribuida.																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">VIVIENDA</th> <td><input type="checkbox"/> Concreto y ladrillo</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tierra o adobe</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Quincha</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	VIVIENDA	<input type="checkbox"/> Concreto y ladrillo	<input checked="" type="checkbox"/> Tierra o adobe		<input type="checkbox"/> Quincha		<input type="checkbox"/>		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Pisos</th> <td><input checked="" type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 3</td> <td></td> </tr> </table>	Pisos	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 3		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Habitaciones</th> <td><input checked="" type="checkbox"/> 3</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 6</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 7 a mas</td> <td></td> </tr> </table>	Habitaciones	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 5		<input type="checkbox"/> 6		<input type="checkbox"/> 7 a mas	
VIVIENDA	<input type="checkbox"/> Concreto y ladrillo																									
<input checked="" type="checkbox"/> Tierra o adobe																										
<input type="checkbox"/> Quincha																										
<input type="checkbox"/>																										
Pisos	<input checked="" type="checkbox"/> 1																									
<input type="checkbox"/> 2																										
<input type="checkbox"/> 3																										
Habitaciones	<input checked="" type="checkbox"/> 3																									
<input type="checkbox"/> 4																										
<input type="checkbox"/> 5																										
<input type="checkbox"/> 6																										
<input type="checkbox"/> 7 a mas																										
EN TU VIVIENDA HABITAN:																										
PERSONAS Y CANTIDAD DE PERSONAS		ACTIVIDAD																								
N° PERSONAS																										
HOMBRES	NIÑOS																									
	ESTUDIANTES																									
	ADULTOS	01	AGRICULTOR y GANADERO																							
MUJERES	NIÑAS																									
	ESTUDIANTES	01																								
	ADULTOS	01	AÑA DE CASA																							
TOTAL DE PERSONAS		03																								
1.1. DE QUE MANERA TE ALUMBRAS POR LAS NOCHES, QUE TIPO DE FUENTE UTILIZAS:																										
FUENTE DE ILUMINACION	SI	NO	GASTO SEMANAL																							
			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL S/																				
VELA	X		UNIDAD	10	0.50	5.00																				
MECHERO																										
LAMPARIN	X		ASTROS	04	-	-																				
LINTERNA (celtas)	X		OPZOAO	02	5.00	10.00																				
BATERIA																										
OTROS																										

1.2.-INDIQUE EL TIPO DE ARTEFACTO ELÉCTRICO A UTILIZAR EN UN FUTURO CERCANO.

ARTEFACTO	MARCAR CON X	CANTIDAD	POTENCIA (W)
TELEVISOR A COLOR	X	01	
RADIO	X	01	
COMPUTADORA	-	-	
LICUADORA	X	01	
CELULARES	X	03	
LAPTOP	-	-	
OTROS	-	-	

1.3.-INDIQUE EL TIPO Y CANTIDAD DE LÁMPARAS O FOCOS A UTILIZAR.

 INCANDESCENTE			 HALOGENAS			 FLUORESCENTES			 LED		
40W			22W			9W	X	03	450 lm (5w)	X	01
60W			35W			11W			700 lm (8w)		
75W			47W			15W			950 lm (10w)		
100W			60W			20W			1.200 lm (13w)		

CUANTO GASTAS APROXIMADAMENTE EN UN MES: _____

2.-SI NECESITAS LEER O ESTUDIAR QUE UTILIZAS PARA LA ILUMINACION

a.- VELA	<input checked="" type="checkbox"/>
b.- LINTERNA	<input type="checkbox"/>
c.- MECHEROS	<input type="checkbox"/>
d.-BATERIA	<input type="checkbox"/>
e.- LAMPARINES	<input type="checkbox"/>
F.-OTROS	<input type="checkbox"/>

2.-SI TIENES ALGUN TIPO DE ARTEFACTO:

ARTEFACTO	SI	NO	POTENCIA (W)
a.- TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b.- TELEVISOR DE COLORES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.- RADIO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d.- LICUADORA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e.- COMPUTADORA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
f.- OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3.- ESTARIAS INTERESASO EN TENER EL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA QUE TE GENERE ENERGIA ELECTRICA PARA TU VENEFICIO DE USTED Y FAMILIA.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

OBSERVACION.....

NOMBRE DEL ENCUESTADOR


FIRMA

WILSON ALEXANDER BRIONES CACHI.

DNI:44020096

NOMBRES DEL ENCUESTADO


FIRMA

NOMBRES Adelmo Zarate

DNI: 46274258

ANEXO 02

Hoja de observación para verificar y recolectar información para suministrar energía eléctrica mediante energía solar.

Lugar: Caserío Tumbadén Grande, Distrito de San Pablo, Provincia Cajamarca.





Fecha: 07-05-2017

CARACTERIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA						
Material del que está construida la vivienda y como está distribuida.						
VIVIENDA <input type="checkbox"/> Concreto y ladrillo <input checked="" type="checkbox"/> Tierra o adobe <input type="checkbox"/> Quincha <input type="checkbox"/>		Pisos <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3		Habitaciones <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 a mas		
EN TU VIVIENDA HABITAN:						
		PERSONAS Y CANTIDAD DE PERSONAS		ACTIVIDAD		
		N° PERSONAS				
HOMBRES	NIÑOS	01				
	ESTUDIANTES	01		ESCUELA		
	ADULTOS	01		AGROPECUARIO - GANADERO		
MUJERES	NIÑAS	02				
	ESTUDIANTES					
	ADULTOS	01		AGROPECUARIA AMIA DE CASA		
		TOTAL DE PERSONAS	06			
1.1. DE QUE MANERA TE ALUMBRAS POR LAS NOCHES, QUE TIPO DE FUENTE UTILIZAS:						
FUENTE DE ILUMINACION	SI	NO	GASTO SEMANAL			
			UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL S/
VELA	X		UNIDAD	10	0.50	6.00
MECHERO	X		LITROS	02	-	
LAMPARIN						
LINTERNA PILES	X		UNIDAD	04	2.50	10.00
BATERIA	X		CARGA	01	20.00	20.00
OTROS						

1.2.-INDIQUE EL TIPO DE ARTEFACTO ELÉCTRICO A UTILIZAR EN UN FUTURO CERCANO.

ARTEFACTO	MARCAR CON X	CANTIDAD	POTENCIA (W)
TELEVISOR A COLOR	X	02	
RADIO	X	02	
COMPUTADORA	X	01	
LICUADORA	X	01	
CELULARES	X	03	
LAPTOP			
OTROS			

1.3.-INDIQUE EL TIPO Y CANTIDAD DE LÁMPARAS O FOCOS A UTILIZAR.

 INCANDESCENTE			 HALOGENAS			 FLUORESCENTES			 LED		
40W			22W			9W	X	02	450 lm (5w)	X	03
60W			35W			11W			700 lm (8w)		
75W			47W			15W			950 lm (10w)		
100W			60W			20W	X	02	1.200 lm (13w)		

CUANTO GASTAS APROXIMADAMENTE EN UN MES: _____

2.-SI NECESITAS LEER O ESTUDIAR QUE UTILIZAS PARA LA ILUMINACION

a.- VELA	<input checked="" type="checkbox"/>
b.- LINTERNA	<input type="checkbox"/>
c.- MECHEROS	<input checked="" type="checkbox"/>
d.-BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>
e.- LAMPARINES	<input type="checkbox"/>
F.-OTROS	<input type="checkbox"/>

2.-SI TIENES ALGUN TIPO DE ARTEFACTO:

ARTEFACTO	SI	NO	POTENCIA (W)
a.- TELEVISOR DE BLANCO Y NEGRO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b.- TELEVISOR DE COLORES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c.- RADIO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d.- LICUADORA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e.- COMPUTADORA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
f.- OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3.- ESTARIAS INTERESASO EN TENER EL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA QUE TE GENERE ENERGIA ELECTRICA PARA TU VENEFICIO DE USTED Y FAMILIA.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

OBSERVACION.....

NOMBRE DEL ENCUESTADOR


FIRMA

WILSON ALEXANDER BRIONES CACHI.

DNI:44020096

NOMBRES DEL ENCUESTADO


FIRMA

NOMBRES Epifanio Barante, Cabanillas

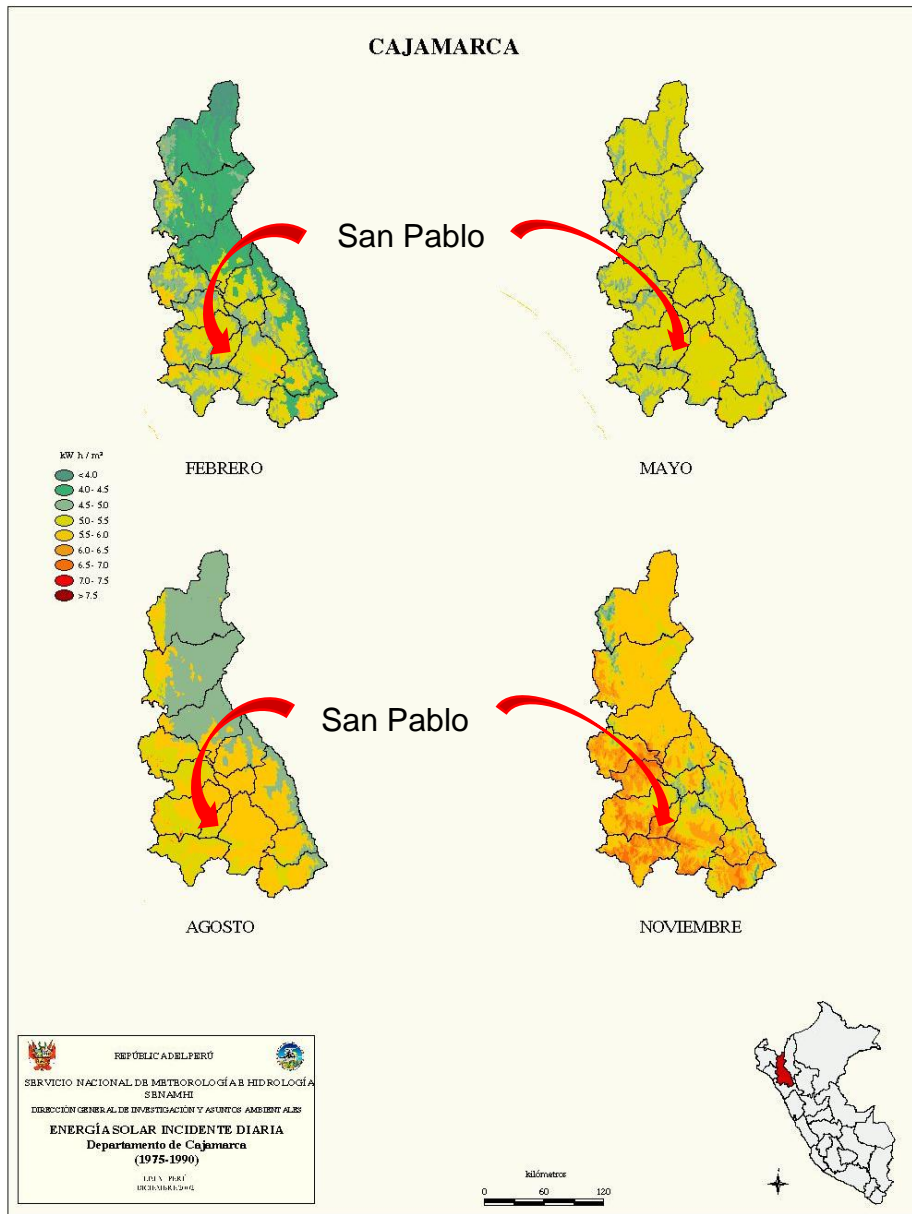
DNI: 26709448

Juez de Paz de única
Nominación

ANEXO N° 03

Figura A3-1

Recuperado de: <http://deltavolt.pe/phocadownload/Cajamarca.jpg=000359>



Energía solar incidente diaria en Cajamarca de 1975 – 1990.

Figura A3-2

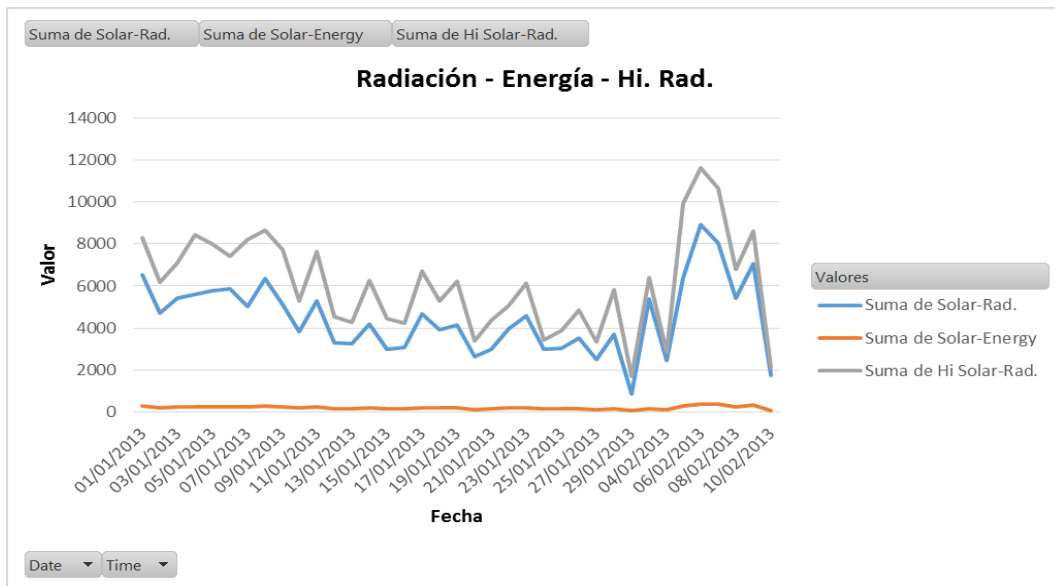
N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
1	110133	Zarumilla	4,6	3,0
2	110136	Cañaverl	6,2	2,7
3	110176	San Roque	4,4	2,9
4	110226	Arenales	5,9	3,6
5	110230	La Esperanza	7,4	2,5
6	110232	Chilaco	6,6	2,5
7	110235	Morropón	5,5	3,0
8	110236	Olmos	5,6	3,2
9	110247	San Miguel	6,6	2,7
10	110253	Bagua Chica	5,5	3,0
11	110255	Chulucanas	5,5	2,6
12	110299	Pucallá	6,1	2,9
13	110303	Chota	4,9	3,0
14	110320	Cayalti	6,6	2,6
15	110331	Ferreñafe	5,4	2,7
16	110333	Jayanca (La Viña)	6,1	3,0
17	110334	Motupe	5,4	3,0
18	110335	Tinajones	6,7	3,1
19	110371	Celendín	5,2	3,1
20	110373	Cajabamba	6,7	2,9
21	110382	Bellavista	5,0	2,6
22	110384	La Unión	5,1	2,6
23	110387	Contamana	5,5	3,2
24	110441	Recuay	6,6	2,6
25	110463	Tocache	4,6	2,6
26	110531	Isla Don Martín	4,2	2,9
27	110532	Camay	4,6	3,3
28	110534	Lomas de Lachay	4,3	2,9
29	110542	Picoy	5,0	2,1
30	110548	Malucana	4,3	3,0
31	110561	San Ramón	5,3	2,6
32	110601	La Punta	4,0	3,3
33	110650	Hacienda Bemaes	6,6	3,2
34	110703	Pangaravi	7,1	2,4
35	110829	Santa Rita	9,5	2,1
36	110880	Juli	7,5	3,2
37	110883	Desaguadero	5,9	1,3
38	120101	Los Cedros	5,6	3,1
39	120206	Mallares	6,6	2,7
40	120237	Ayabaca	5,6	3,4
41	120239	Huancabamba	3,7	2,6
42	120276	San Ramón	5,2	3,3
43	120281	Genaro Herrera	4,9	2,9
44	120301	Lambayeque	6,9	2,9
45	120325	Talla	6,1	3,0
46	120343	Huambos	6,1	2,9
47	120362	Bambamarca	5,3	3,0
48	120404	Huanuco	5,9	2,9
49	120407	San Jorge	4,5	3,3
50	120451	Palmawasi	4,9	2,6
51	120502	Surasaca	4,6	2,7
52	120535	Andahuasi	7,0	2,5
53	120536	Santa Rosa	6,4	2,6
54	120547	Canta	6,0	3,0
55	120606	Quilabamba	4,9	2,6
56	120607	Granja Kcayra	6,2	3,0
57	120615	Hipólito Unzué	4,1	3,5
58	120616	Cañete	4,2	3,4
59	120635	Huayao	6,5	2,9
60	120638	Pacarán	6,5	2,6
61	120706	Puno	6,3	2,6
62	120764	Chuqibambilla	7,3	2,9
63	120806	Moquegua	6,6	2,5
64	120837	Pampa Blanca	5,6	3,3
65	120839	La Pampilla	6,7	1,5
66	120899	La Yarada	6,0	3,3
67	130207	Miraflores	6,7	2,7
68	130304	A. Weberbauer	6,0	2,9
69	130310	El Porvenir	4,9	3,0
70	130501	Alcantarilla	5,2	3,1
71	130610	A. Von Humboldt	5,0	3,4
72	130617	Modelo	4,3	3,5
73	130637	Pampa de Villacuri	6,4	3,0
74	130700	San Camilo	7,4	2,3
75	130805	Pampa de Majes	9,3	2,3
76	140500	Aerop. Int. J. Chávez	5,6	2,6

Fuente: SENAMHI

Promedio de heliofanía en estaciones meteorológicas de SENAMHI

El cálculo de radiación solar se llevó a cabo mediante el uso de una estación meteorológica Davis Pro Vantage 2. A continuación se muestra la representación gráfica de la data Davis correspondiente a la radiación solar, energía solar y del índice de radiación.

Distribución espectral promedio de la radiación, energía e índice solar en el caserío de Tumbadén Grande – San Pablo



En la figura mostrada anteriormente se muestra la distribución suma de la radiación solar, energía solar e índice de radiación de los dos primeros meses del año, para lo cual se puede observar que durante el mes de febrero los picos de radiación son mucho más notorios debido al incremento de la temperatura ocasionado por el solsticio de verano.

Distribución espectral de la radiación. Energía e índice solar máximo en el caserío de Tumbadén Grande – San Pablo

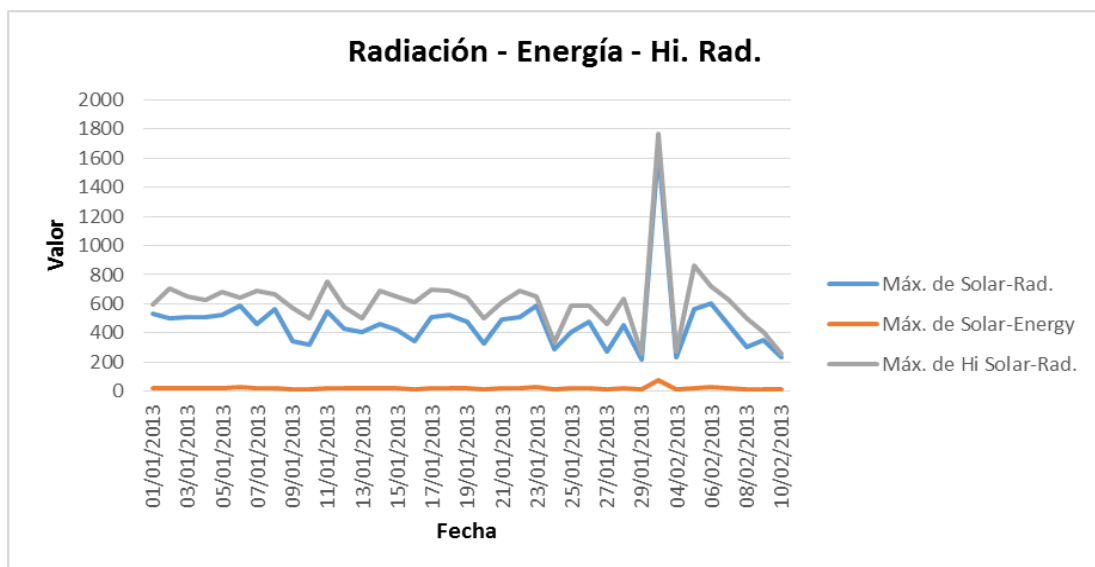


Figura A3-3a

Meteorología de superficie y energía solar



Figura A3-3b

Tables



Latitude **-6.998** / Longitude **-78.726** was chosen.

Geometry Information

Elevation: **1697** meters
taken from the
NASA GEOS-4
model elevation

Northern boundary
-6
 Western boundary Center Eastern boundary
-79 Latitude -6.5 -78
 Longitude -78.5
 Southern boundary
-7

Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:

Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)

Lat -6.998 Lon -78.726	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	4.82	4.61	4.88	4.71	4.93	4.93	5.05	5.46	5.76	5.67	5.86	5.37	5.17

Minimum And Maximum Difference From Monthly Averaged Insolation (%)

Lat -6.998 Lon -78.726	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Minimum	-17	-14	-13	-10	-11	-17	-14	-12	-13	-14	-15	-13
Maximum	20	14	18	11	12	11	10	12	11	13	14	23

[Parameter Definition](#)

Ver a Configuración para activar Windows.

Fuente: NASA. Recuperado de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/g>

Meteorología de superficie y energía solar

Geometry Information

Elevation: 1697 meters
taken from the
NASA GEOS-4
model elevation

Northern boundary
-6
Center
Latitude -6.5
Longitude -78.5
Western boundary -79 Eastern boundary -78
Southern boundary
-7

Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:

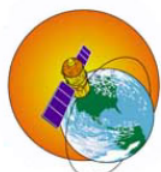
Monthly Averaged Insolation Incident On A Horizontal Surface (kWh/m²/day)

Lat -6.998 Lon -78.726	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
22-year Average	4.82	4.61	4.88	4.71	4.93	4.93	5.05	5.46	5.76	5.67	5.86	5.37	5.17

Minimum And Maximum Difference From Monthly Averaged Insolation (%)

Lat -6.998 Lon -78.726	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Minimum	-17	-14	-13	-10	-11	-17	-14	-12	-13	-14	-15	-13
Maximum	20	14	18	11	12	11	10	12	11	13	14	23

[Parameter Definition](#)



[Back to SSE Data Set Home Page](#)

Responsible > Data: Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D.
Officials > Archive: John M. Rusterer
Site Administration/Help: NASA Langley [ASDC](#) User
Services [\(Contact Us\)](#)
[\[Privacy Policy and Important Notices\]](#)
Document generated on Tue Jun 20 18:26:14 EDT 2017

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Fuente: NASA. Recuperado de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cai-bin/sse/a>

ANEXO N° 04:

CÁLCULO DE CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA POR VIVIENDA EN EL CASERIO TUMBADEN GRANDE PROVINCIA DE SAN PABLO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

1.1 Análisis de la situación actual

1.1.1 diagnóstico del área de influencia de la comunidad.

El caserío de Tumbadén, no cuentan con energía eléctrica, por lo tanto tienen poco desarrollo comercial y carece de industrias. Los servicios públicos (escuelas, puestos de salud, comedores comunales, etc.) disponibles se encuentran limitados de manera considerable; la calidad en la prestación de estos servicios a la comunidad también representa un grave problema. En consecuencia, los pobladores viven en la pobreza con acceso a servicios básicos de muy baja calidad.

La pobreza en que viven dicha comunidad, el poco nivel cultural de los pobladores y el limitado acceso a la información hacen necesaria realizar un estudio basado en el diseño de un sistema fotovoltaico, para así fomentar el desarrollo turístico, comercial de estas comunidades.

La lejanía, el aislamiento y la poca accesibilidad, son las principales características de estas comunidades. Además, este mercado objetivo es de bajo poder adquisitivo, con una demanda eléctrica reducida y con cargas dispersas que impiden las economías de escala.

Estas características determinan una baja rentabilidad privada para el proyecto de electrificación de la zona de influencia, lo cual motiva que no sean atractivos a la inversión privada y requieran de la participación activa del Estado.

Es necesario contar con el servicio de energía eléctrica, porque de esta manera las familias podrían desarrollar adecuadamente sus actividades productivas en mejores condiciones y diversificar sus fuentes de trabajo, ahorrar dinero producto del mejoramiento en la dotación del servicio de energía convencional (pilas, velas, mechones), mejorar sus niveles de ingresos y tener un mayor poder adquisitivo, mejorar sus condiciones de vida, sobre todo en la salud; así mismo, elevar su autoestima, sobre todo en la población escolar.

a) Localización:

De acuerdo con su área de influencia el caserío Tumbadén se encuentran en:

Distrito : San Pablo
Provincia : Cajamarca
Departamento : Cajamarca.

b) Características físicas:

Clima y Temperatura

- El caserío de Tumbadén tiene un clima templado Las temperaturas diurnas alcanzan los 27 grados centígrados en verano (diciembre a abril), disminuyendo en los meses de invierno (junio a septiembre) a 15 y 18 grados centígrados y 14 grados durante las noches.
- Las lluvias son diversas e intensas en el caserío de Tumbadén. La humedad máxima puede llegar a 69% en los meses de lluvia y 58% en los meses de ausencia de ellas.

c) Vías de comunicación y transporte:

Existen caminos de herradura y una trochas carrozables, estos caminos se encuentran en mal estado, no poseen obras de arte ni eficientes alcantarillas, siendo intransitable en periodo de lluvias causando algunas veces el aislamiento de los caseríos con resultados negativos para la actividad comercial agropecuaria de las zonas.

d) Aspecto socioeconómico

Población

La población directamente beneficiada con el proyecto esta distribuida de la siguiente manera:

CUADRO N° 06

N°	COMUNIDAD	DISTRITO	CARGAS ESPECIALES	N.º DE ABONADOS TOTALES	NUMERO DE HABITANTES
01	TUMBADEN	SAN PABLO	0	50	250

Fuente: Elaboracion propia.

La población beneficiaria alcanza un total de 250 pobladores con un total de 50 viviendas

Servicios de Energía Eléctrica

El 100% del total de la población encuestada de estos caserios respondió no contar con este servicio.

CUADRO N° 07

Cuenta con el servicio de energía eléctrica		
Respuestas	N° Casos	%
No	50	100
Total	50	100

Fuente: Encuesta aplicada

Servicios de Educación

En cuanto al nivel educativo, se puede mencionar que no se cuenta con centros educativos de nivel Inicial y primario.

Según el censo de población del año 2007, en el caserío de Tumbadén cuenta con una población analfabeta de aproximadamente 4.7% la cual casi en su totalidad se encuentran en su entorno debido a que no cuentan con los servicios indispensables para una vida de calidad.

Servicio de Salud

Dentro de la comunidad, no se cuenta con ningún Centro de Salud por lo que los pobladores se ven obligados a trasladar sus enfermos a la Localidad más cercana como es Cajamarca. Siendo esta la causa de las enfermedades que se presentan en la zona de influencia del proyecto; las enfermedades son de carácter endémico, de transmisión o de la piel.

Características del Hogar y Viviendas

La mayoría de las viviendas están construidas con paredes de material no convencional (tapial, adobe) y los techos son de plancha de calamina y teja andina.

El abastecimiento de agua en la localidad es no potable ya que es extraída de pequeños ríos y cuencas que existen, también no cuentan con sistemas de alcantarillado solo cuentan con servicios higiénicos propios como son letrinas.

CUADRO N° 08

Material predominante de la casa		
Tipo de material	N° Casos	%
Tapial, adobe	50	100.00
Material Noble	0	100.00
Total	50	100.00

Fuente: Encuesta aplicada

Actividad Económica

La principal actividad económica que desarrollan los comuneros son como agricultores en sus propias parcelas, también se dedican a la cría de animales de corral para su consumo.

En la agricultura de los pobladores encuestados respondieron que lo que más se cultiva es Trigo, Arveja, Papa, Olluco, etc.

La gran mayoría de la población económicamente activa se encuentra ocupada y pertenece al sector ganadero. Estos en su mayoría son independientes y muy pocos son asalariados.

La carencia de suministro eléctrico, no ha permitido el desarrollo comercial e industrial de la zona que en cambio sí han experimentado otras zonas cercanas. Este hecho ha empeorado la situación de pobreza de los pobladores, al tener que competir con otras zonas agrícolas y ganaderas más desarrolladas, las Actividades económicas de las comunidades.

Análisis de Peligros en la Zona Afectada

La incorporación del Análisis de Riesgo, tiene como objetivo identificar las condiciones de peligro a las cuales puede estar expuesto el diseño del Proyecto.

Análisis de peligros en la zona de diseño del proyecto:

La identificación de los peligros que puedan afectar la zona donde se ejecutará el Proyecto es de peligro bajo, tal como se muestra en las siguientes matrices de análisis de riesgo:

CUADRO N° 09

Formato No 1: Identificación de peligros en la zona de ejecución del proyecto			
Parte A: Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en la zona			
1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?			
	Si	No	Comentarios
Inundaciones		X	
Lluvias intensas		X	Existe la ocurrencia de fenómenos naturales como son: precipitaciones pluviales, El Fenómeno de El Niño y los vientos fuertes típicos en la comunidad. Sobre la ocurrencia de las lluvias existen registros de INDECI, SENAMHI, y el Centro de Operaciones de Emergencia del Gobierno Regional, y así múltiples estudios realizados para la costa norte y sus causas y consecuencias.
Heladas	X		
Friaje / Nevada		X	
Sismos		X	
Sequías	X		
Huaycos		X	

Derrumbes/ Deslizamientos		X	
Tsunami		X	
Incendios Urbanos		x	
Derrames tóxicos		X	
Otros		X	
2. ¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
	Si	No	Comentarios
Inundaciones		X	
Lluvias intensas	X		
Heladas	X		
Friaje / Nevada		X	
Sismos		X	
Sequías		x	
Huaycos		X	
Derrumbes/ Deslizamientos		X	
Tsunami		X	
Incendios Urbanos		X	
Derrames tóxicos		X	
Otros		X	
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?			

SI	Es muy probable la ocurrencia del Fenómeno de El Niño debido a la sensibilidad del departamento de Lambayeque a la temperatura del mar, y los cambios climáticos actuales producidos por la mano del hombre. Sobre la ocurrencia de algún evento sísmico, no existe probabilidad inmediata; sin embargo, se realiza constantemente un monitoreo e investigación sobre los mismos, en frecuencia e intensidad, a lo largo del tiempo.
NO	
4. La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona ¿Es suficiente para tomar decisiones para la formulación y evaluación de proyectos?	
SI	
NO	-

CUADRO N° 10

Parte B: Preguntas sobre características específicas de peligros	
Instrucciones:	
a) Para definir el grado de peligro se requiere utilizar los siguientes conceptos:	
Frecuencia:	Se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.
Intensidad:	Se define como el grado de impacto de un peligro específico, el cual, aunque tiene una connotación científica, generalmente se evalúa en función al valor de las pérdidas económicas, sociales

y ambientales directas, indirectas y de largo plazo ocasionadas por la ocurrencia del peligro. Es decir, se basa generalmente en el historial de pérdidas ocurridas.

b) Para definir el grado de Frecuencia (a) e intensidad (b), utiliza la siguiente escala:

	B = Bajo: 1		M = Medio: 2				A = Alto: 3				S.I. = Sin Información: 4	
Peligros	S	N	Frecuencia (a)				Intensidad (b)				Resultado (c) = (a) * (b)	
			B	M	A	S.I.	B	M	A	S.I.		
Inundación:												
¿Existen zonas con problemas de inundación?		X										
¿Existe sedimentación en el río o quebrada?		X										
¿Cambia el flujo del río o acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		X										
Lluvias intensas.	X			2					3			6

Derrumbes / Deslizamientos										
¿Existen procesos de erosión?		X								
¿Existe mal drenaje de suelos?		X								
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?		X								
¿Existen antecedentes de deslizamientos?		X								
¿Existen antecedentes de derrumbes?		X								
Heladas:		X								
Friajes / Nevadas		X								
Sismos:		X								
Sequías:	X		1				1			1

Huaycos:	X									
¿Existen antecedentes de huaycos?	X									
Incendios urbanos	X									
Derrames tóxicos	X									
Otros	X									
El nivel de peligro encontrado se encuentra entre las categorías Peligro Bajo										

Determinación de las condiciones de vulnerabilidad por exposición, fragilidad y Resistencia

La Identificación del grado de vulnerabilidad tiene por objetivo, determinar si en las decisiones de localización, tamaño, tecnología, entre otras, para la formulación del proyecto, se están incluyendo mecanismos para evitar la generación y/o lograr la reducción de las vulnerabilidades por exposición, fragilidad y Resiliencia.

CUADRO N° 11

Formato No 3: Identificación del Grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y Resiliencia.				
Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad		
		Bajo	Medio	Alto
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro.	X		

	(B) Características de peligro	X		
Fragilidad	(C) Tipo de Construcción	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona		X	
	(F) Situación de pobreza de la zona		X	
	(G) Integración institucional de la zona		X	
	(H) Nivel de organización de la población	X		
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población	X		
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	X		
	(K) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres	X		

Uso de la energía eléctrica

El 100% de la población, según encuesta aplicada, utilizaría el servicio de energía eléctrica para uso doméstico principalmente, en iluminación, uso de radio, televisión.

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA

CÁLCULO DE HPS (Hora Solar Pico) y la Estimación de Consumo

Para calcular entonces el valor de HPS se debe dividir el valor de la irradiación incidente entre el valor de la potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC), pues es en esas condiciones donde se cumplen las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos. Ese valor de irradiancia en condiciones estándar de medida es de 1.000 Watts/m². Es decir, si se dispone de los datos de irradiación solar de un determinado día y se divide entre 1.000, se obtienen las HSP.

Por ejemplo, si tenemos una irradiación de 4.500 Wh/m²/día, para pasarla a HSP, se divide entre 1.000W/m², con lo que obtenemos 4.5 HPS.

Se considera que para la estimación del consumo es fundamental los datos aportados por el consumidor, y deben ser siempre lo más realistas posibles para evitar desviaciones en el dimensionamiento. Si la instalación se realizara para una vivienda de uso diario todo el año, se escogerá el valor medio de todo el año. Si la instalación se realizara para el uso ocasional, por ejemplo, en verano, hay que escoger los valores de los meses de verano. Sin embargo, el presente estudio tomará el valor medio de todo el año, es decir el consumo para una vivienda con uso diario durante todo el año.

CUADRO Nº 12

CARGAS MINIMAS DE ALUMBRADO

Tipo de Local	Carga Unitaria W/m²
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías y salones de belleza	25
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2.5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	25
Escuelas	25
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles, moteles, incluyendo apartamentos sin cocina (*)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda (*)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	18
En cualquiera de locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10

Fuente: Código Nacional de Electricidad Tomo V

CUADRO Nº 13

FACTORES DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES DE CARGAS DE ALUMBRADO

Tipo de Local	Partes de la carga a la cual se le aplica el factor	Factor de Demanda
Unidades de Viviendas	Primeros 2,000 W o menos	100 %
	Siguientes 118,000 W	35%
	Sobre 120,000 W	25%
Edificaciones para oficinas	20,000 W o menos	100%
	sobre 20,000 W	70%
Escuelas	15,000 W o menos	100%
	sobre 15,000 W	50%
* Hospitales	Primeros 50,000 W o menos	40%
	Sobre 50,000 W	20%
* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin facilidades de cocina	Primeros 20,000 W o menos	50%
	Siguientes 80,000 W	40%
	Sobre 100,000 W	30%
Locales de depósito y almacenamiento	Primeros 12,500 W o menos	100%
	Sobre 12,500 W	50%
Todos los demás	Watt totales	100%

Fuente: Código Nacional de Electricidad Tomo V

Dónde: Área promedio de vivienda = 30m²

Carga unitaria por vivienda = 25 W/m²

Factor de demanda = 100%

Entonces: realizamos la carga, orientándonos de las tablas de código nacional de electrificación.

$$30 \times 25 \times 1 = \mathbf{750 \text{ W}}$$

Según el código nacional de electricidad (CNE) en el apartado 050 especifica acerca de la máxima demanda correspondiente a cada predio, para lo que es vivienda unifamiliar especifica que se asigna 25 W por cada metro cuadrado m².

CUADRO N° 14

Carga (Watt)	Horas de funcionamiento al día	Total, de energía necesaria (Wh)	Total, de energía (Wh) x Margen seguridad 25%
750	3	2250	2812.5

Como se puede apreciar en el anterior cuadro, el total de energía necesaria para una vivienda es de (2,250 Wh). Sin embargo, es necesario considerar pérdidas que se pueden generar, determinado así un margen de seguridad del 25%. Dicho margen es incrementado en el total de energía necesaria nominal (562.5 Wh), para así obtener un total de energía real (2,812.5 Wh), determinándose así un requerimiento total por vivienda ligeramente mayor.

Cabe mencionar que el porcentaje de margen de seguridad es un parámetro establecido a criterio del investigador, pero que, sin embargo, es un porcentaje que en la mayoría de estudios consideran entre este rango.

ANEXO 05

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A EMPLEARSE.

1. DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO SOLAR

CÁLCULO DE NUMERO DE MÓDULOS NECESARIOS

Conociendo los niveles de consumo, así como los niveles de radiación solar, se procede a calcular del número total de módulos necesarios.

En primer lugar, se calcula la energía que demanda el sistema cada día, es decir la energía que genera cada panel:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR$$

Donde,

EP: Capacidad de generación de energía de un panel

P_{MPP}: Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC

HPS_{crit}: Horas de sol pico promedio

PR: Factor global de funcionamiento

CÁLCULANDO EL HPS

Por tal, en el presente estudio se ha preferido dimensionar con el mes de febrero o marzo por ser el más bajo de todos los meses; es decir: 4,61 Wh/m²/día.

Características eléctricas para las condiciones estándares de medición (CEM), consideradas de "Laboratorio": 1Kwh/m² o equivalente a 1000 Wh/m² de irradiancia solar a 25°C de temperatura de celda. (Celda calentada por los rayos del sol, que significa una temperatura ambiente de casi 25°C).

A partir de estos datos podemos determinar las horas de sol pico promedio. Dicho cálculo de determina de la siguiente manera:

$$HPS_{crit} = \frac{I_{pi}}{I_{STC}}$$

Donde,

HPS_{crit} : Horas sol pico

I_{pi} : Valor de la irradiación incidente en Wh/m²

I_{STC} : Potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC) en Wh/m²

Por lo que, los resultados son:

$$HPS_{crit} = \frac{I_{pi}}{I_{STC}} \Rightarrow \frac{4,61}{1,000} = 4.61$$

Por tanto, los resultados de energía por panel son:

$$EP = P_{MPP} * HPS_{crit} * PR \Rightarrow 150 * 4.61 * 0.90 = 622.35 \text{ W}$$

Y también calculamos la corriente de que genera al día el panel solar.

$$Cp = HPS_{crit} * I \Rightarrow 4.61 * 8.85 = 40.79 \text{ Ah/día}$$

Cp : Corriente que genera al día el panel

I : Corriente del panel solar

HPS_{crit} : Horas de sol pico promedio

Cabe indicar que, la Potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida STC, es referido a un modelo EX150M (156) de Fabricante Exiom Solution S.A, con 150 watts de potencia pico en STC, tal como se detalla en las especificaciones del panel, párrafos más abajo. Así mismo, el factor global de funcionamiento varía entre 0.65 y 0.90. En el presente estudio se hace uso del 0.90, tal como se indica en las especificaciones técnicas del módulo

Al conocer la corriente que genera el panel, se procede a determinar el número de paneles en paralelo totales requeridos por vivienda, de la siguiente manera:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p}$$

En el cual,

N_p : Número de paneles en serie

Q_{Ah} : consumo medio de la carga diaria

C_p : Corriente que genera al día el panel

CÁLCULO DEL CONSUMO MEDIO DE LA CARGA DIARIA

Este consumo en términos de consumo medio en Ah

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$$

Donde,

Q_{Ah} : consumo medio de la carga diaria

L_{md} : Consumo medio de energía diaria

V_{BAT} : Voltaje nominal del Banco Batería

El consumo total medio anual, que en este caso coincide con el medio diario, ya que el consumo que se ha estimado es constante todo el año, no sucedería así si hubiera variaciones de consumos estacionales

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} \quad \Rightarrow \quad 2,812.5 / 24 = \mathbf{117.19 \text{ Ah/día}}$$

Calculamos el número de paneles en paralelo necesarios:

$$N_p = \frac{Q_{Ah}}{C_p} \quad \Rightarrow \quad N_p = 117.19 / 40.79 = 2.87 \approx \mathbf{3}$$

Este resultado nos indica que cada vivienda, para el consumo determinado, según la oferta de radiación solar, se necesita tres paneles. De esta forma se está cubriendo la demanda exigida durante todo el año

2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERIAS

El dimensionamiento de las baterías requiere de la determinación o especificación de dos parámetros importantes, los cuales son (i) la máxima profundidad de descarga (en este caso se calculará tanto la estacional como la diaria) y (ii) el número de días de autonomía. En esta línea, el presente estudio toma como norma general los siguientes parámetros, los cuales dentro de la literatura de los diseños eléctricos son especificados:

- Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD_{max,e}) = 70% = 0,7
- Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD_{max,d}) = 25% = 0,25
- Número de días de Autonomía (N) = 3

Ante esto, se procede al cálculo de la capacidad nominal necesaria de las baterías en función de la profundidad de descarga estacional y diaria. En el presente estudio se selecciona a la que cuente con el mayor de resultado, pues de lo contrario podríamos incurrir en una insuficiencia estacional o diaria.

a. Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (C_{nd}):

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct$$

Donde,

$C_{nd}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

L_{md} : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,d}$: Descarga máxima diaria

Fct: Factor de corrección de Temperatura (= 1)

El resultado es:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{Dmax,d}} * Fct \quad \Rightarrow \quad \frac{2,812.5}{0.25} * 1 = \mathbf{11,250 Wh}$$

Estos resultados nos indica que: para generar una energía diaria de 2,812.5 Wh, con nuestras baterías, pero permitiendo solamente un 25% de descarga máxima diaria y suponiendo un Factor de corrección de Temperatura (FCT = 1), se necesita una capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria de 11,250 Wh.

Teniendo estos resultados podemos calcular la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima diaria. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde,

$C_{nd}(Ah)$: Capacidad mínima de la batería en descarga máxima diaria.

$C_{nd}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima diaria

V_{BAT} : Tensión de batería

El resultado es:

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} \quad \Rightarrow \quad \frac{11,250}{24} = \mathbf{468.75 Ah}$$

El resultado nos indica que la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima diaria, es de 468.75 Ah.

b. Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne)

El procedimiento de este cálculo es similar al anterior.

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct$$

Donde,

$C_{ne}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional

L_{md} : Consumo medio de energía diario

$P_{Dmax,e}$: Descarga máxima estacional

Fct: Factor de corrección de Temperatura (= 1)

Considerando una Descarga máxima estacional del 70%

El resultado es:

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * 3}{P_{Dmax,e}} * Fct \Rightarrow \frac{2,812.5 * 3}{0.70} * 1 = \mathbf{12,053.57 Wh}$$

Estos resultados nos indica que para generar una energía diaria de 2,812.5 Wh, con nuestra batería pero que podamos disponer de ella 3 días sin sol, sin permitir una descarga mayor del 70%, y suponiendo un Factor de corrección de Temperatura (FCT = 1), se necesita una capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional de 12,053.57 Wh

Así también, se sigue similar procedimiento para calcular la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima estacional. Este cálculo se determina de la siguiente forma:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$$

Donde,

$C_{ne}(Ah)$: Capacidad mínima de la batería en descarga máxima estacional.

$C_{ne}(Wh)$: Capacidad nominal de la batería en descarga máxima estacional

V_{BAT} : Tensión de batería

El resultado es:

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} \Rightarrow \frac{12,053.57}{24} = \mathbf{502.23 Ah}$$

El resultado nos indica que la capacidad mínima que necesitamos para nuestro sistema de acumulación en función de la descarga máxima estacional, es de 502.23 Ah.

En este caso, como se indica en las especificaciones técnicas de las baterías, el presente estudio propone el uso de las baterías Modelo Power Safe SBS.130, con características de rango de capacidad 7Ah-360Ah C100, 24V, en la cual se utilizarán 02 baterías dando una capacidad de 360 Ah x 2 = 720 Ah, el cual cubre ampliamente los 502.23 Ah calculados.

3. DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR

Determinamos el dimensionamiento del regulador necesario para el presente estudio, en base a los resultados ya calculados. Pues es necesario determinar la máxima corriente que debe soportar el regulador.

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles}$$

Donde,

$I_{entrada}$: Corriente del regulador

F_{seg} : Factor de seguridad para evitar daños al regulador

$I_{MOD,SC}$: Corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito

$N_{paneles}$: Número de paneles

Cabe indicar que, el módulo a utilizar y que permite realizar el cálculo de corriente de entrada al regulador, es de un módulo con las siguientes características principales:

- Módulo: EX150M-24V
- Fabricante: EXION SOLUTION S.A

- Potencia máxima (Pmax): 150 Wp
- Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax): 36.6 V
- Corriente de cortocircuito (Isc): 8.85 A
- Eficiencia o factor de seguridad: 15 %

El resultado de este cálculo se determina seguidamente:

$$I_{regulador} = F_{seg} * I_{MOD,SC} * N_{paneles} \Rightarrow 1.15 * 8.85 * 3 = 30.5 \text{ A}$$

Por lo tanto, se concluye que, el regulador seleccionado es de 50 A en la cual se requiere uno con 50 A y 24 V.

4. DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

El inversor se encarga de transformar la corriente DC en AC, es por ello que el parámetro que define a este equipo es la potencia mínima a convertir.

Es muy poco probable que todas las cargas funcionen al mismo tiempo. Sin embargo, asumiendo el caso crítico, es prudente colocar un coeficiente de simultaneidad de 100%.

$$W_{mininversor} = W_{maxinversor} * Cs = 750 \text{ W}$$

Donde:

$W_{maxinversor}$: Valor de la potencia demandada.

Cs: coeficiente de simultaneidad, 100%

El inversor seleccionado tiene los siguientes parámetros:

Tensión: 110VAC o 230VAC

frecuencia CA de salida: 50Hz o 60Hz

Pico de potencia: 750W

$$N^{\circ}_{inversores} = \frac{W_{inversor}}{W_{sistema}} = 1 \approx 1$$

El inversor escogido es 1, con los parámetros indicados.

ANEXO 06

DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO.

El dimensionamiento del cableado se realizará bajo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP) y Código Nacional de Electricidad (CNE).

El método utilizado se basa en la norma IEC 60364-5-52 "Instalaciones eléctricas en edificios" Parte 5-52, "Selección y utilización de material eléctrico – canalizaciones".

Las caídas de tensión deben ser inferiores a lo indicado:

Entre el panel fotovoltaico y el regulador será menor a 3%.

Entre el regulador y la batería será menor a 1%.

Entre la batería y el inversor será menor a 1%.

Entre el inversor y las cargas será menor de 5%.

Calculo de la sección del conductor:

$$S = 2x \frac{(L * I)}{(K * V_{1-2})}$$

Donde:

S: sección en mm².

L: longitud del cable.

I: intensidad de corriente.

V₁₋₂: caída de voltaje. (con las caídas indicadas)

K: conductividad del cobre (56m/Ωmm²)

Panel fotovoltaico – regulador: (3m)

Estimamos que desde la estación de paneles hasta el regulador hay una distancia de 3 m y la corriente como máximo será = 8.85 A.

Caída de tensión: 3% * 24 = 0.72

Aplicando la formula y acudiendo a la tabla AWG:

$$S = 2x \frac{3 * 8.85}{56 * 0.72} \quad S = 1.32 \text{ mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 14

Regulador - batería: (1m)

Estimamos que desde la batería hasta el regulador hay una distancia de 1 m y la corriente como máximo será = 8.85 A.

$$\text{Caída de tensión: } 1\% * 24 = 0.24$$

$$S = 2x \frac{1 * 8.85}{56 * 0.24} \quad s = 1.32 \text{ mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 14

Batería – inversor: (1m)

Para un consumo máximo de 750 W la corriente máxima será:

$$\text{Caída de tensión: } 1\% * 24 = 0.24$$

$$\frac{750}{0.9 * 24} = 34.72$$

$$\text{Ahora: } S = 2x \frac{1 * 34.72}{56 * 0.24} \quad s = 5.17 \text{ mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 10

Inversor – cargas: (2m)

Para un consumo máximo de 750 W la corriente máxima será:

$$\frac{750}{0.9 * 24} = 34.72$$

$$\text{Caída de tensión: } 5\% * 24 = 1.2$$

$$\text{Entonces: } S = 2x \frac{2 * 34.72}{56 * 1.2} \quad s = 2.06 \text{ mm}^2$$

Nos indica a usar un cable de cobre, AWG # 14

Cuadro 1.1: Seccion de conductores AWG

Calibre A.W.G	Diámetro mm	Sección mm ²	Intensidad en amperios			
			Aire libre		3 conductores en tubo	
			TW	desnudo	TW	asbesto
0000	11.58	107.20	300	370	195	340
000	10.38	85.00	260	320	165	285
00	9.36	67.42	225	275	145	250
0	8.25	53.48	195	235	125	225
2	6.54	33.62	140	175	95	165
4	5.18	21.15	105	130	70	120
6	4.11	13.29	80	100	55	95
8	3.26	8.32	55	70	40	70
10	2.59	5.29	40	55	30	55
12	2.05	3.29	25	40	20	40
14	1.62	2.08	20	30	15	30
16	1.29	1.29	12	16	8	16
18	1.02	0.85	8	12	6	12

En la cual se deberá verificar que no se exceda la caída de tensión de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * I * L * \cos \emptyset}{A * U} * 100 \%$$

Donde:

L : Es la longitud total del cable.

I : intensidad de corriente.

$\cos \emptyset$: Es el factor de potencia. considerando 0.9

A : Es el área del cable.

U : Es la tensión de operación

Calculamos la caída de tensión para cada componente:

Panel fotovoltaico - Regulador

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 8.85 * 3 * 0.9}{1.32 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 2.69$$

Regulador - Bateria

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 8.85 * 1 * 0.9}{1.32 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.89$$

Bateria - Inversor

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 34.72 * 1 * 0.9}{5.17 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 0.89$$

Inversor - Carga

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 * 34.72 * 2 * 0.9}{2.06 * 24} * 100 \quad \Delta U\% = 4.51$$

CUADRO Nº 15

Resultados de cálculo de cableado

Descripción	I	Sección	L	$\Delta U\%$
<i>Panel fotovoltaico - regulador</i>	8.85 A	1.32 mm ²	3	2.60
<i>Regulador - batería</i>	8.85 A	1.32 mm ²	1	0.89
<i>Batería - inversor</i>	34.72 A	5.17 mm ²	1	0.89
<i>Inversor - carga</i>	34.72 A	2.06 mm ²	2	4.51

ANEXO 07

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Por razones de seguridad para el usuario, debemos evitar que el cuerpo humano sea conductor y pueda sufrir algún daño fatal.

Se debe conocer el tipo de la puesta a tierra, la sección del Cu en los equipos y en el sistema en general.

La sección mínima de la línea principal de tierra es de 10mm² según el CNE, y esta será la utilizada. El tipo de sistema de puesta a tierra será el de varilla, esto es debido a la baja potencia y, por ende, bajo amperaje.

Calculo de la resistividad:

$$\rho = \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot R}{\left[1 + \left[\frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4 \cdot B^2)^{0.5}} \right] - \frac{2 \cdot A}{(4 \cdot A^2 + 4 \cdot B^2)^{0.5}} \right]}$$

Donde:

ρ : Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m.

A: Distancia entre electrodos en metros.

B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros.

R: lectura del terrómetro en ohm.

El cálculo de la resistividad es de acuerdo a la formula anterior, sabiendo que la resistividad medida con el equipo es $R = 5.93$ ohm. $A = 4$ m y $B = 0.2$ m.

Aplicando la fórmula: $\rho = 150$ ohm /m.

Calculamos el número de electrodos en paralelo:

$$R = (\rho/2\pi l) * \ln(2l/d)$$

Dónde:

L: distancia del electrodo 2.4m

D: diámetro del electrodo ½.

$(\ln(2l/d) / 2\pi l)$ se considera = K y operamos la fracción vale 0.49454

Por lo tanto:

$$R = 150 \times 0.49454 = 74.18 \approx 75 \Omega$$

THOR-GEL

Tiene el Ph ligeramente básico y no es corrosivo con el cobre, por lo que la vida media de la puesta a tierra con el producto THOR-GEL, será de 20 a 25 años, manteniéndola de vez en cuando si la pérdida de humedad es mayúscula y hay elevación de la resistencia eléctrica.

CUADRO Nº 16

RESISTIVIDAD Ω-m			DOSIFICACIÓN
de 50	a	200	1 dosis x m3
de 200	a	400	2 dosis x m3
de 400	a	mas	3 dosis x m3

PO

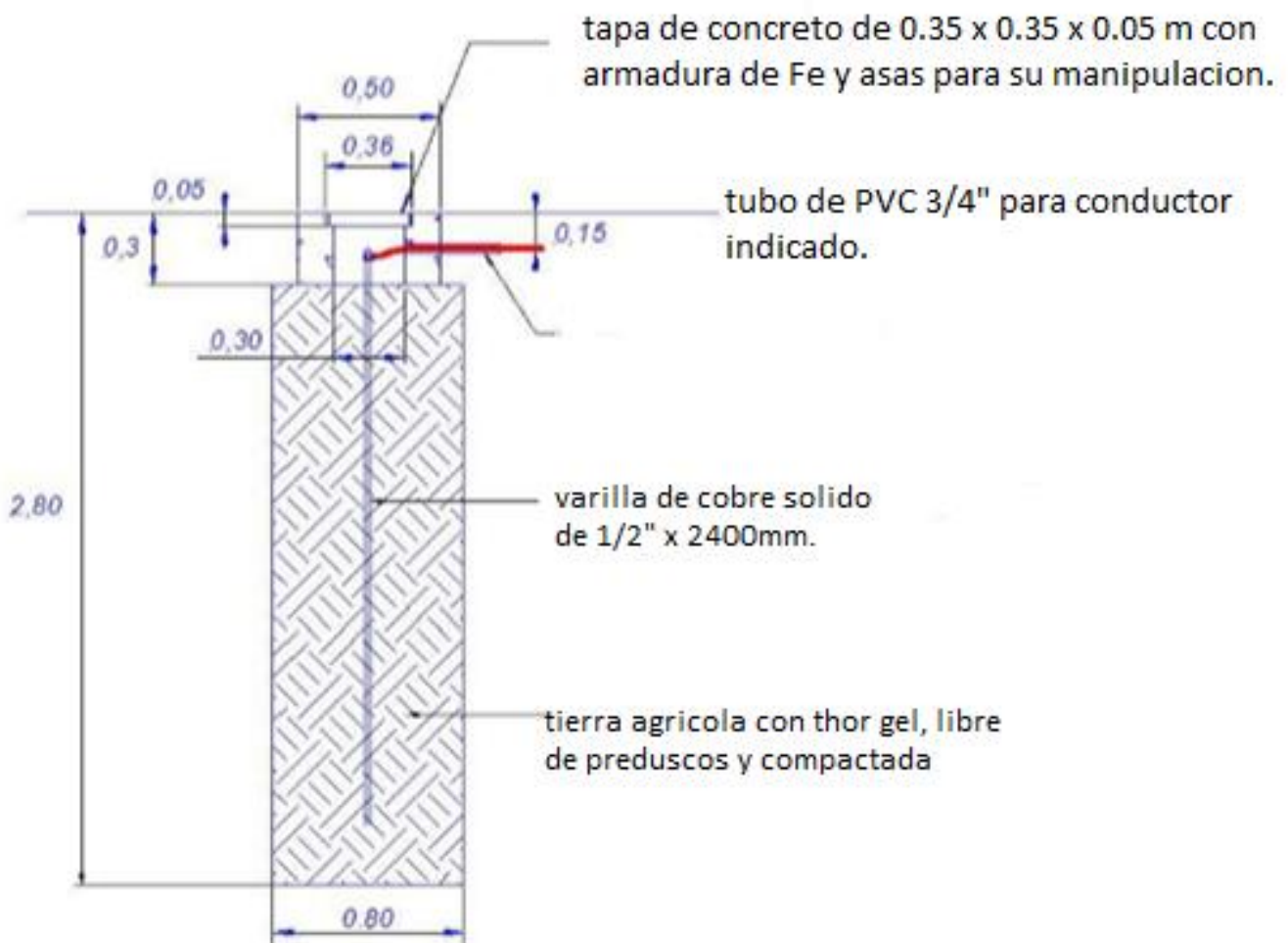
La resistividad se encuentra en 150 ohm / m. la cual se llegaría a aplicar 1 dosis x m³ de THOR-GEL.

CUADRO Nº 17

RESISTENCIA INICIAL EN Ω	% DE REDUCCIÓN	RESISTENCIA FINAL EN Ω
600	95	30
300	85	45
100	70	30
50	60	20
20	50	10
10	40	6

La resistencia es de 75Ω , la cual su reducción de acuerdo a tabla es de 70% la cual obtenemos una resistencia de 30Ω , entonces utilizaríamos 2 electrodos de $\frac{1}{2}$ " en paralelo , obtendríamos 15Ω por electrodo.

Figura 1.4 Detalle de STP con varilla de cobre



ANEXO 08

ESTRUCTURA DE SOPORTE

La norma técnica peruana nos dice que los paneles fotovoltaicos pueden ser instalados en diferentes partes según las condiciones del lugar donde se quiera instalar el sistema fotovoltaico, ya sea en terrazas, balcones, ventanas, techos, postes y muchos espacios más que sean adecuados para la instalación.

El cálculo de la inclinación óptima se realiza a partir de los datos de radiación captada para diferentes ángulos de inclinación. Mediante la data obtenida de la mini estación meteorológica Davis Pro, obtenemos que el ángulo de inclinación específica es de 30°.

CUADRO N° 18

Información Técnica de estructura para los paneles

Sitio de instalación	Tejado o campo abierto
Ángulo de inclinación	De 10 a 60 grados
Altura de la instalación	Hasta 20m
Velocidad máxima del viento	Hasta 60m / s
carga de nieve	Hasta 1.4KN / m ²
Estándares	AS / NZS 1170 y DIN 1055 y otros
Material	Aleación de aluminio y acero inoxidable
Color	Natural
Anti-corrosivo	anodizado
Garantía	Diez años de garantía
Duración	Más de 20 años

Estructura del soporte para los 3 paneles solares



ANEXO N.º 09

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)

A. MODULO FOTOVOLTAICO.

a) Características generales.

- Debe estar certificado de acuerdo a la norma internacional.
- Debe tener certificación de garantía.
- Debe estar acompañado como mínimo por su cartilla de especificación técnica de uso, por las curvas de corriente de tensión para 500, 600, 700, 800, 900, 1000 W/m².

b) Características físicas.

- Tener como mínimo de 33 células fotovoltaicas si el módulo se instala en localidades de la sierra y 36 células fotovoltaicas, si el módulo se instala en la localidad de costa o amazonia.
- El módulo fotovoltaico contará con un marco este debe ser de aluminio anodizado y rígido, su fijación de esta con soporte y con elementos mecánico (tornillos tuercas arandelas, etc.).
- Se debe verificar que las células no estén rotas, desalineadas.

c) Características eléctricas.

- La potencia pico (Wp) debe ser declarado en CEM.
- La potencia en pico (Wp) después de 20 años de operación no debe ser inferior de 20% de su potencia inicial.

- La tensión de punto máxima de potencia del generador fotovoltaico a una temperatura ambiente igual a la máxima anual de lugar y una Irradiancia 800 W/m^2 , V_{MAN} (T_{MAX}) debe estar comprendida en un rango de 14,5 V a 15,0 V.

d) Protecciones

- El módulo fotovoltaico debe tener dos “by pass”.

B. CONTROLADOR DE CARGA.

a) Características generales.

- Debe estar debidamente etiquetado, con indicaciones mínimas como el nombre del fabricante, modelo, número de serie, de nominación comercial.
- Debe funcionar bajo las condiciones Climáticas y geográficas de la región donde será instalado el SFV sin presentar ninguna deficiencia de funcionamiento.
- La vida útil del controlador no debe ser menor a 10 años.

b) Características físicas

- El controlador de carga debe ser de material inoxidable o, en su defecto, arenado y pintado al horno, con doble base anticorrosiva (epóxica) o similar.
- Los terminales del controlador deben ser de fácil acceso, estar claramente indicados sus polaridades y el componente a ser conectado.
- Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable.

c) Características eléctricas.

- La “tensión de reposición del consumo” debe ser 0,8 V a 1 V superior a la “tensión de desconexión del consumo”.
- La “tensión de alarma por proximidad de desconexión del consumo” no debe ser mayor a 0,5 V ni menor a 0,2 V en relación a la “tensión de desconexión del consumo”.

- La “tensión de desconexión de carga” para los controladores de carga tipo on/ off debe estar en el rango de 14,2 V y 14,5 V a 25 °C, y para el tipo PWM en el rango de 13,8 V y 14,1 V a 25 °C.
- La “tensión de reposición de carga” para los controladores on/off debe ser 0,8 V a 1 V menor a la “Tensión de desconexión de carga”, si el controlador usa relés electromecánicos, la reposición de las cargas debe ser realizada solamente después de transcurrido, por lo menos, 1 minuto.
- No debe producir ruido o interferencias en otros componentes, en las cargas de consumo, especialmente en aparatos de recepción o emisión de señales a una distancia de más de 50 cm.

d) Protección.

- De no contar el controlador con una protección electrónica, este debe ser protegido mediante fusibles.
- Debe contar con protecciones contra corrientes inversas.
- Debe estar protegido contra inversiones de polaridad en cualquier línea (generador fotovoltaico, batería y consumo).
- Debe contar con protecciones contra cortocircuito en las líneas de consumo y de batería.
- Debe estar protegido contra sobrecargas.

C. BATERIA.

a) Características generales.

- Debe estar debidamente etiquetada. La etiqueta debe estar pegada firmemente o impresa sobre la superficie (lateral o superior) de la batería. Debe constar en ella la marca, modelo, número de serie denominación comercial (si tuviera), fecha de fabricación, tensión nominal y capacidad en A.h para una determinada cantidad de horas de la descarga que también debe ser indicada.
- Las especificaciones deben incluir las informaciones presentadas en la etiqueta, la densidad del electrolito, las curvas de carga y descarga para distintos números de horas, como mínimo para 10, 20 y 100 horas.

- La batería debe funcionar bajo las condiciones climáticas y geográficas de la región donde será instalado el SFV, sin presentar ninguna deficiencia de funcionamiento. Las características técnicas de la batería en esas condiciones deben ser igual o superior a las solicitadas.

b) Características físicas.

- Debe contar con algún dispositivo de fijación como parte integral de la caja de la batería que facilite el transporte de la batería con seguridad.
- La polaridad debe estar señalizada sobre la caja de la batería al lado de cada terminal mediante una impresión en bajo o alto relieve con las siguientes simbologías, “+” para la polaridad positiva y “-” para la polaridad negativa.
- Los terminales de la batería deben ser fijados a los cables mediante pernos, los cuales deben ser entregados con sus respectivas arandelas y tuercas.
- Las tapas de la batería deben poder ser retiradas manualmente sin mayores dificultades y sin necesidad de herramientas.
- Al estar la batería completamente cargada, la densidad del electrolito debe estar entre 1,20 g/cm³ y 1,229 g/cm³ en regiones con temperaturas promedio superiores a 30 °C, 1,23 g/cm³ y 1,25 g/cm³ en regiones con temperaturas promedio que se encuentren entre 15 °C y 30 °C y 1,26 g/cm³ y 1,28 g/cm³ en regiones con temperaturas promedio inferiores a 15 °C.
- Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable.

c) Características eléctricas.

- Debe tener la capacidad solicitada, en Ah, en las horas de descarga solicitadas a 25 °C con un factor de corrección de la capacidad por temperatura de 1% / °C. La capacidad medida no debe ser menor al 5 % ni mayor al 20 % de la capacidad solicitada.
- Estando la batería completamente cargada, su capacidad no debe disminuir por efecto de auto descarga en un lapso de un mes en más de 6 % en regiones con temperaturas promedio superiores a 30 °C, 8 % en

regiones con temperaturas promedio que se encuentren entre 15 °C y 30 °C y 3 % en regiones con temperaturas promedio inferiores a 15 °C.

- La capacidad inicial de la batería debe ser igual o mayor al 80 % de su capacidad nominal.

D. Convertidor CC/CC

a) Características generales.

- Debe estar etiquetado. La etiqueta debe estar localizada sobre la superficie del convertidor CC/CC, conteniendo la siguiente información: nombre del fabricante, modelo, denominación comercial (si tuviera), tensión de entrada, tensiones de salida y capacidad.
- Debe estar acompañado por la siguiente documentación: cartilla de especificaciones técnicas (las indicadas en la etiqueta y sus protecciones), de instalación, operación y mantenimiento y los certificados de garantía solicitados.
- El tiempo de vida de los convertidores CC/CC debe ser superior a 5 años.

b) Características físicas.

- Todos los terminales del convertidor, deben permitir una fácil conexión de cables de, por lo menos, 2,5 mm² de sección.
- Debe ser de estado sólido o de resistencia de divisores de tensión.
- La selección de las tensiones debe realizarse mediante la presión de interruptores o el giro de una perilla.
- Los terminales de conexión del convertidor deben indicar claramente el componente a conectar y su respectiva polaridad.
- Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable.

c) Características eléctricas.

- Debe funcionar con una tensión de entrada entre 11,0 V y 15,0 V.
- El convertidor debe suministrar tensiones de salida, como mínimo, de 9,0 V, 6,0 V y 3,0 V.
- El autoconsumo del convertidor, en cualquier condición de funcionamiento solicitado, no debe exceder los 10 mA

- Debe resistir sin presentar daños al circular una corriente equivalente a la solicitada durante 1 hora en cualquier condición climática o geográfica solicitada.
- No debe producir ruidos o interferencias en otros componentes o en otras cargas de consumo, especialmente en aparatos de recepción o emisión de señales a más de 50 cm.

d) Funcionamiento en condiciones extremas de operación.

- Debe funcionar, sin presentar ninguna deficiencia, para la menor y mayor temperatura de la región donde será instalado. Las características técnicas del controlador en esas condiciones deben ser iguales o superiores a las solicitadas.

e) Protecciones.

- Debe estar protegido contra sobrecargas.
- Debe estar protegido contra una inversión de polaridad, tanto en la línea del controlador como en la del consumo.
- Debe estar protegido contra cortocircuitos.

E. LA LUMINARIA EN CC

a) Características generales.

- Cada luminaria debe estar acompañada por la siguiente documentación: cartilla de especificaciones técnicas (las presentadas en la etiqueta y sus protecciones), de instalación, operación y mantenimiento, de seguridad personal y los certificados de garantía solicitados.
- En el caso que la luminaria posea un tubo fluorescente recto o del tipo PL, éstos deben estar comercialmente disponibles en las cercanías del lugar de la instalación.
- La luminaria debe funcionar bajo las condiciones climáticas y geográficas de la región donde será instalado el SFV sin presentar ninguna deficiencia de funcionamiento. Las características técnicas de la luminaria en esas condiciones deben ser iguales o superiores a las solicitadas.

b) Características físicas.

- La polaridad de los terminales o de los cables de conexión debe estar claramente identificada sobre la superficie de la luminaria.
- En el caso de que la luminaria posea un fluorescente recto o del tipo PL, ésta debe ser desmontable. Una vez desmontada, debe ser posible identificar, por separado y como mínimo, la cubierta (si tuviera), la estructura metálica (incluido el reflector), el balasto y la lámpara. El retiro de la cubierta y de la lámpara debe ser de forma manual y de manera fácil, sin uso de herramientas.
- La superficie debe ser de material resistente a la oxidación o en su defecto arenado y pintado al horno, con doble base anticorrosiva (epóxica).
- El proceso de limpieza de la luminaria no debe presentar peligro de causar heridas ni de desprendimiento de la pintura o material de la cubierta.
- La forma de la luminaria debe permitir una instalación fácil.
- Los electrodos de las lámparas no deben estar conectados a los elementos de fijación (regletas, etc.) de las luminarias.
- Los difusores, reflectores, cubiertas, etc. (si existen) deben poder desmontarse fácilmente por el usuario, para el reemplazo de las lámparas o para limpieza.
- Los terminales de la luminaria deben ser de fácil acceso y sus polaridades estar indicadas. Esta señalización debe ser concordante con la presentada en el diagrama eléctrico.
- Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable

c) Características eléctricas.

- Seguro y regulado en el rango de tensiones de 11,0 V a 15,0 V para cualquier condición de operación especificada.
- No debe producir ningún tipo de ruido o interferencia en otros componentes o cargas de consumo especialmente en aparatos de recepción o emisión de señales a más de 1,0 m en todo el rango de

tensiones de 11,0 a 15,0 V y bajo cualquier condición de funcionamiento solicitado.

- La temperatura en la superficie de la luminaria, próximo al balasto, debe ser inferior a los 50 °C.
- La potencia CC mínima requerida en la entrada del balasto debe ser, como mínimo, el 90 % del valor nominal de la lámpara a la tensión nominal del balasto.
- El número de ciclos de la luminaria debe ser superior a 5 000 ciclos para la menor temperatura especificada. La degradación de sus características eléctricas no debe ser mayor a 5 % al alcanzar los 5 000 ciclos.
- El consumo de la luminaria con tubos fluorescente rectos o del tipo PL al operar sin su lámpara fluorescente, debe ser menor al 20 % de su consumo nominal a su tensión nominal.

d) Características luminosas.

- El rendimiento lumínico del conjunto balasto-lámpara fluorescente debe ser como mínimo 35 lum/W a una tensión de 12 V.

e) Funcionamiento en condiciones extremas de operación.

- Debe funcionar, sin presentar ninguna deficiencia, para la menor y mayor temperatura de la región donde será instalado. Las características técnicas de la luminaria en esas condiciones deben ser iguales o superiores a las solicitadas.

f) Protección.

- Debe estar protegida contra inversiones de polaridad.
- Debe funcionar por tiempo indeterminado sin lámpara.
- Debe funcionar por tiempo indeterminado con la lámpara quemada.
- La luminaria debe poseer, como mínimo, un índice de protección:
 - ✓ IP 61 para regiones costeras o andinas que no superen los 2300 msnm.
 - ✓ IP 43 para las regiones con alturas superiores a los 2300 msnm.

- ✓ IP 53 para regiones amazónicas o en ceja de selva que no superen los 2300 msnm.

F. EL INVERSOR CC/CA

a) Características generales.

- Debe estar debidamente etiquetado. La etiqueta debe estar localizada sobre la superficie del inversor y conteniendo la siguiente información: nombre del fabricante, modelo, número de serie, denominación comercial (si tuviera), tensión de entrada, tensión de salida, potencia nominal y el diagrama eléctrico, el cual debe mostrar claramente la localización de los terminales para hacer las conexiones en corriente continua y alterna.
- El inversor debe estar acompañado por su cartilla de especificaciones técnicas (las presentadas en la etiqueta, eficiencia eléctrica para cargas parciales, autoconsumo, corriente pico, tensión de desconexión de las cargas, tensión de reposición de las cargas y protecciones), de instalación, de operación y mantenimiento, de seguridad personal y los certificados de garantía solicitados.
- Debe funcionar bajo las condiciones climáticas y geográficas de la región donde será instalado el SFV, sin presentar ninguna deficiencia de funcionamiento. Las características del inversor en estas condiciones deben ser iguales o superiores a lo solicitado.

b) características físicas.

- La superficie del inversor debe ser de material inoxidable o, en su defecto, arenado y pintados al horno, con doble base anticorrosiva (epóxica) o similar.
- La polaridad de los terminales del lado CC y CA debe estar identificados claramente sobre la superficie del inversor.
- Se debe tener acceso a la placa electrónica del inversor, debiendo ser posible identificar sus dispositivos a fin de que pueda ser reparado localmente. De ninguna manera debe encontrarse sellado o su placa o dispositivos cubiertos con algún material.

- El encendido del inversor podrá ser automático o manual. En cualquier caso, el inversor debe contar con un interruptor para el encendido o apagado del equipo.
- Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable.

c) Características eléctricas.

- La distorsión armónica total en tensión del inversor debe ser inferior a 5 % en relación a la tensión fundamental RMS de la forma de onda para cualquier factor de carga y para todo el rango de tensiones de entrada de 11,4 V a 13,5 V.
- El autoconsumo del inversor en modo de espera o en vacío, debe ser menor que 3 % de la potencia de consumo nominal del inversor para cualquier factor de carga y para todo el rango tensiones de entrada de 11,0 V a 13,5 V.
- Debe tener una eficiencia superior al
- 80 % para factores de carga entre 15% y 90 % para todo el rango de tensiones de entrada de 11,4 V a 13,5 V para cualquier condición de funcionamiento solicitado.

d) Funcionamiento en condiciones extremas de operación.

- Debe soportar sobrecargas de 25 % durante 1 minuto y de 50 % durante dos segundos desde que la batería o el conjunto de éstas tengan una tensión de entrada igual o superior a 12,1 V.

e) Protecciones.

- Debe estar protegido contra cualquier pagado repentino en la alimentación en CC en todo el rango de tensiones de entrada de 11,4 V a 13,8 V y para cualquier factor de carga.
- Debe estar protegido contra inversiones de polaridad a la entrada del inversor.
- La caja del inversor debe poseer, como mínimo, un índice de protección.

ANEXO N.º 10

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

DETERMINACION DE COSTOS DE EQUIPAMIENTO E INSTALACION

Para determinar el cálculo de los costos de inversión, se ha procedido a realizar las cotizaciones correspondientes

CUADRO N° 19

COSTOS UNITARIOS DE SISTEMA DOMICILIARIO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL
SISTEMA DE ENERGÍA			
PANEL SOLAR 150W	3	780	2,340
Batería de ciclo profundo	2	1404	2,808
Controlador/regulador de carga de 50 A	1	256	256
Inversor AISLADA PHOENIX 12/1200	1	1412	1,412
Estructura de soporte de acero galvanizado y/o aluminio para modulo tipo poste	1	500	500
CONEXIONES INTERNAS			
Interruptor simple TICINO con tornillos	4	5	20
Tomacorriente doble con tornillos	2	9	18
Cables y accesorios de conexión	1	220	220
VALOR DE VENTA POR SISTEMA PARA VIVIENDAS (S/.) Incluye IGV			S/. 7,574

Fuente: En base a cotizaciones determinadas en el presente estudio.

CUADRO N° 20

COSTOS DE INSTALACIÓN TRANSPORTE Y FLETE

Instalación y puesta en marcha	Precio Unitario de Instalación (S/.)	Precio Unitario De Transporte y Fletes (S/.)	Precio Unitario por sistema Instalado (S/.)
SISTEMA DE ENERGÍA	350	150	500

CUADRO N° 21

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN TOTAL POR DOMICILIO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
Sistema de Energía Domiciliario	1	7,574	7,574.00
Instalación y puesta en marcha	1	500	500.00
Costo total de inversión (Inc. IGV)			8,074.00

CUADRO N° 22

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN TOTAL TODOS LOS DOMICILIOS

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	CANTIDAD	VALOR VENTA UNITARIO (S/.)	VALOR VENTA TOTAL (S/.)
Sistema de Energía Domiciliario	50	7,574.00	378,700.00
Instalación y puesta en marcha	50	500	25,000.00
Costo total de inversión (Inc. IGV)			403,700.00

Al determinarse el costo de equipos, así como el costo de instalación, transporte y fletes de un sistema fotovoltaico, se obtiene el costo por domicilio que asciende a la suma de S/. 8,074.00 soles de la misma manera ya que se cuenta con 50 abonados o viviendas se tiene un costo total de **S/: 403,700.00 soles.**

EVALUACIÓN ECONÓMICA

El presente trabajo de investigación recomienda que el financiamiento para la implementación del presente diseño se establezca mediante crédito financiero para lo cual se presenta el siguiente análisis por modulo fotovoltaico.

Teniendo el costo por domicilio que asciende a la suma de **S/. 8,074.00 soles**

CUADRO N.º 23

EVALUACION CREDITO FINANCIERO						
CREDITO FINANCIERO S/. BCP						
CREDITO FINANCIERO	8074.00					
Gastos administrativos	0.00					
Total Credito Finaciado	8074.00					
DESCRIPCION	Crédito financiero para Inversión	Tasa Anual de Interes	Total Interes Anual	Años de Credito Financiado	Total Pago Anual	Total Pago Mensual
Total Credito Finaciado	8074.00	20.60%	1663.24	5.00	3278.04	273.17
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totales	8074.00	20.60%	1663.24	5.00	3278.04	273.17

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se muestra la cantidad de crédito financiero especificando en esta la tasa de interés anual, el plazo de pago que sería en 5 años y el total de pago anual y mensual que el beneficiario tendría que hacer al adquirir este sistema de financiamiento.

En tal sentido se muestra en el cuadro N° 19 el flujo de caja teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

INGRESOS:

- Crédito financiero (BCP).
- Pago Anual del Beneficiario.

EGRESOS:

- Monitoreo de Equipos
- Gastos Administrativos
- Gatos por Cambio de Inversor al año 2 y Baterías al año 4

CUADRO N.º 24

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

AÑOS	0	1	2	3	4	5
	Crédito financiero para Inversión	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario	Pago anual del beneficiario
INGRESOS						
Ingresos	8074.00	3278.04	3278.04	3278.04	3278.04	3278.04
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Ingresos	8074.00	3278.04	3278.04	3278.04	3278.04	3278.04
EGRESOS						
Monitoreo de equipo		80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Gastos administrativos		40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Otros (cambio Inversor)		0.00	1412.00	0.00	0.00	0.00
Otros (cambio baterías)		0.00	0.00	0.00	2808.00	0.00
Total Egresos	0.00	120.00	1532.00	120.00	2928.00	120.00
INGRESO NETO	-8074.00	3158.04	1746.04	3158.04	350.04	3158.04
VAN S/	812.63					
TIR	14.10%					
TASA DE DESCUENTO	10%					

Fuente: Elaboración propia.

Los gastos para la implementación del sistema teniendo en cuentas sus especificaciones técnicas del sistema diseñado, asciende a S/. 403,700.00

Con los datos obtenidos se procedió a determinar el VAN y TIR proyectado a cinco años plazo que se otorga al beneficiario mediante un crédito financiero, que mostrará las Inversiones posteriores a la inicial con sus respectivos gastos de operación y mantenimiento; todo esto nos permitirá hallar los indicadores económicos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La evaluación se realizó teniendo en cuenta los siguientes Criterios:

- Si $VAN \geq 0$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza
- Si $TIR > t = 10\%$: se acepta la propuesta, de lo contrario se rechaza

ANÁLISIS DE VAN Y TIR

VAN	S/. 812.63	SE ACEPTA
TIR	14.10%	SE ACEPTA

Fuente: Elaboración propia.

Según el resultado obtenido nos muestra que el proyecto es Rentable por lo cual se recomienda gestionar dicho proyecto mediante un crédito financiero de lo contrario se deberá gestionar dicho análisis ante una entidad local más cercana para realizar la evaluación económica no a nivel privado si no a nivel social según las especificaciones dadas en los documentos de gestión e inversión del estado peruano.

ANEXO N.º 11

GALERIA FOTOGRAFICA

Foto N.º 01



Foto N.º 02



Foto N.º 03



Foto N.º 04



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO
INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input checked="" type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>
Ninguno		Poco		Regular		Alto		Muy alto	

1 . Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	ALTO	MEDIO	BAJO
a Análisis teóricos realizados AT .			
b Ex eriencia como rofesional EP			
c Traba•os estudiados de autores nacionales AN .			
d Traba•os estudiados de autores extran•eros AE			
e) Conocimientos personales sobre el estado del roblema de investi ación CP			


 Ing. Jose A. Baños Ramos
 Supervisor General
 CIP 69843
 EMPRESA ELÉCTRICA BAHÍA


 JOSÉ ANTONIO BAÑOS RAMOS
 INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
 CIP: 69843

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una matriz de datos, cuyo objetivo es registrar los valores de consumo de energía eléctrica

actuales y consumos proyecto de los pobladores de Tumbadén Grande. Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1 . ¿Considera pertinente la aplicación de esta matriz de datos para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente: —Por favor, indique las razones:

Para saber sus necesidades del poblador
y conocimiento del tema

2 ¿Considera que la matriz de datos contiene las variables suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: E Insuficientes: —Por favor, indique las razones:

Estables el conocimiento y beneficios que
al realizar esta propuesta técnica y económica

3 ¿Considere que la matriz de datos está correctamente estructurada de manera que los encargados de consignar los datos observados no los anoten de manera errónea?

Correcta: Incorrecta: Por favor, indique las razones:

porque trata de un tema muy interesante
para los pobladores y la sociedad

¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

El respeto al poblador al aplicar los
encuestas sobre el tema

4.

Le agradecemos por su colaboración.
Fecha de evaluación

Firma del entrevistado



Ing. Jose A. Baños Ramos
Supervisor
General
CIP 69843
Asociación Petrolera SAC

Apellidos y Nombres:

Baños Ramos, José Antonio

- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico: Ingeniero de Mantenimiento
- Actividad laboral actual: Supervisor General


.....
JOSE ANTONIO BAÑOS RAMOS
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICIST.
CIP: 69843


.....
Ing. José A. Baños Ramos
Supervisor
General
CIP 69843

Corpamclon Petrolera SAC

Firma del entrevistado