



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Estudio del servicio de energía eléctrica rural  
mediante un sistema de generación fotovoltaica de  
la localidad de Huampami del distrito de el Cenepa,  
provincia de Condorcanqui – Amazonas”**

**Autor:**

**Cerna Ramirez, Pierre Edson**

**Asesor:**

**Chamberg Larrea, Carlos Augusto**

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Estudio del servicio de energía eléctrica rural mediante un sistema de generación fotovoltaica de la localidad de Huampami del distrito de el Cenepa, provincia de Condorcanqui – Amazonas”**

Autor:

**Bach. CERNA RAMIREZ, PIERRE EDSON**

Aprobado por el Jurado Examinador

**PRESIDENTE: ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ** -----

**SECRETARIO: ING. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA** -----

**VOCAL: ING. ROBINSON TAPIA ASENJO** -----

**ASESOR: M.Sc. CARLOS AUGUSTO CHAMBERGO LARREA** -----

-

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TITULO

**“Estudio del servicio de energía eléctrica rural mediante un sistema de generación fotovoltaica de la localidad de Huampami del distrito de el Cenepa, provincia de Condorcanqui – Amazonas”**

### CONTENIDO:

**CAPITULO I:** PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

**CAPITULO II:** MARCO TEÓRICO.

**CAPITULO III:** MARCO METODOLÓGICO.

**CAPITULO IV:** PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

**CAPITULO V:** ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

**CAPITULO VI:** CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

**Bach. CERNA RAMIREZ, PIERRE EDSON**

-----  
ING. OSCAR MÉNDEZ CRUZ  
PRESIDENTE

-----  
ING. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA  
SECRETARIO

-----  
ING. ROBINSON TAPIA ASENJO  
VOCAL

-----  
M.Sc. CARLOS AUGUSTO CHAMBERGO LARREA  
ASESOR

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2019**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mis padres, en especial a mi madre por su incansable lucha día a día, solo con la intención de verme formado como un gran profesional. A si mismo va dedicado a mi familia, por el pequeño pero valioso tiempo dedicado para alentarme y poder seguir cada día hacia adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo agradezco a Dios, por la guía, el cuidado y su infinita gracia siendo el pilar principal de mi esfuerzo y persistencia.

Ofrezco mi gratitud, al Ing. Oscar Méndez; por el tiempo y la preocupación brindada por el motivo de mi formación profesional y como persona.

Mi agradecimiento a la plana de profesionales, de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por el incansable esfuerzo en la formación de profesionales sobresalientes para el desarrollo de nuestro país.

## INDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN .....	10
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática .....	13
1.2. Formulación del Problema .....	15
1.3. Delimitación de la Investigación .....	15
1.3.1. Delimitacion espacial .....	15
1.3.2. Delimitacion temporal .....	15
1.3.3. Delimitacion conceptual .....	15
1.3.4. Condiciones ambientales.....	16
1.4. Justificación e Importancia de la Tesis.....	18
1.4.1. Limitaciones de la Investigación .....	18
1.5. Objetivos .....	19
1.5.1. Objetivo General .....	19
1.5.2. Objetivos Específicos.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Requerimiento de Energía y Potencia.....	22
2.2. Descripción de la Tecnología a utilizar .....	22
2.3. Descripción de los elementos a utilizar .....	23
2.4. Estructura soporte de paneles .....	26

2.5. Inversor de Red.....	27
2.6. Inversor Bidireccional.....	28
2.7. Banco de Baterias.....	28
2.8. Transformador de aislamiento.....	28
2.9. Disponibilidad para la conexión del Generador.....	29
2.10. Instalación.....	29
CAPITULO III: CALCULOS.....	33
3.1. Estudio Energético.....	33
3.2. Calculo del sistema de Generación Fotovoltaica.....	37
3.3. Calculo del Sistema de Inversores Bidireccionales y Baterias.....	45
3.4. Calculo del Centro de Transformación y Transferencia.....	46
3.5. Calculo del Transformador.....	47
CAPITULO IV: EVALUACION DE COSTOS.....	48
4.1. Costo General Sistemas De Generacion Fotovoltaica.....	62
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.0. Conclusiones.....	63
6.0. Recomendaciones.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68
ANEXOS.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de localidades y población del estudio.....	19
Tabla 2: Condiciones climatológicas.....	16
Tabla 3: Datos climatológicos .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área del proyecto.....	21
Figura 2: Figura de un módulo Fotovoltaico.....	25
Figura 3: Circulación del aire .....	30
Figura 4: Datos de irradiación Horizontal .....	34

## RESUMEN

La Ley N° 28749, “Ley General de Electrificación Rural”, en su artículo 5to., determina que el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER/MEM), es competente en materia de electrificación rural, y tiene la función de la ejecución del Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER), enmarcado en los lineamientos de política del Sector de Energía y Minas, mediante la coordinación y ejecución de Proyectos para el suministro de energía eléctrica a los centros poblados ubicados en zonas rurales, localidades aisladas, zonas de frontera del territorio nacional; como un medio para contribuir al desarrollo socio económico, mitigar la pobreza, mejorar su calidad de vida y desincentivar la migración a las grandes ciudades, aplicando tecnologías adecuadas y programas de acción destinados a identificar, evitar, prevenir, mitigar o compensar los impactos culturales, sociales y ambientales que estos pudieran ocasionar.

El presente estudio se desarrolló con la Municipalidad Provincial de Putumayo, Gerencia de Desarrollo Urbana e Infraestructura como Proyecto “*Creación e Instalación del Servicio de Energía Eléctrica Rural de la Localidad de Huampami del Distrito de El Cenepa, Provincia de Condorcanqui, Amazonas*”

## **ABSTRACT**

Law No. 28749, "General Law on Rural Electrification", Article 5, determines that the Ministry of Energy and Mines, through the Directorate-General for Rural Electrification (DGER/MEM), is competent in rural electrification, and has the function of the implementation of the National Rural Electrification Plan (PNER), framed in the policy guidelines of the Energy and Mines Sector, through the coordination and implementation of projects for the supply of electricity to the rural centres, isolated localities, frontier areas of the national territory; as a means to contribute to socio-economic development, alleviate poverty, improve their quality of life and discourage migration to large cities, applying appropriate technologies and action programmes aimed at identifying, avoiding, preventing, mitigating or compensating for cultural, social and environmental impacts that they may cause.

This study was developed with the Provincial Municipality of Putumayo, Urban Development and Infrastructure Management as project "Creation and Installation of the Rural Electric Power Service of the Locality of Huampami of the District of El Cenepa, Province of Condorcanqui, Amazonas"

Keywords: Electrificación, Rural, Fotovoltaica.

## INTRODUCCIÓN

La Ley N° 28749, “Ley General de Electrificación Rural”, en su artículo 5to., determina que el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER/MEM), es competente en materia de electrificación rural, y tiene la función de la ejecución del Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER), enmarcado en los lineamientos de política del Sector de Energía y Minas, mediante la coordinación y ejecución de Proyectos para el suministro de energía eléctrica a los centros poblados ubicados en zonas rurales, localidades aisladas, zonas de frontera del territorio nacional; como un medio para contribuir al desarrollo socio económico, mitigar la pobreza, mejorar su calidad de vida y desincentivar la migración a las grandes ciudades, aplicando tecnologías adecuadas y programas de acción destinados a identificar, evitar, prevenir, mitigar o compensar los impactos culturales, sociales y ambientales que estos pudieran ocasionar.

El presente estudio se desarrolló con la Municipalidad Provincial de Putumayo, Gerencia de Desarrollo Urbana e Infraestructura como Proyecto “*Creación e Instalación del Servicio de Energía Eléctrica Rural de la Localidad de Huampami del Distrito de El Cenepa, Provincia de Condorcanqui, Amazonas*”

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El objetivo del proyecto es dotar de energía eléctrica en forma permanente y confiable a la localidad de Huampami, mediante la ejecución de Sistemas de Generación Fotovoltaica (SGFV) con una salida directa de 154 y 132 kW (respectivamente) de inversores de red y sistemas de baterías con 97,5 kW de salida. La transmisión se realizará desde el centro de generación proyectado hacia las Redes Primarias 10000 V trifásicas y, seguidamente, hacia las Redes Secundarias 400/230 V Trifásicas.

#### **1.1.1 Requerimiento de Energía y Potencia**

El Sistema de Generación Fotovoltaica deberá cubrir la demanda anual de la población de la localidad en todo el rango del estudio: 115550 kW.h/ para Huampami, así mismo deberán soportar las potencias de máxima demanda de 72,88 kW para Huampami (todos los valores en el año 20).

#### **1.1.2 Descripción de la Tecnología a emplear**

Los sistemas comprenden 2 partes, la primera referida netamente a la generación y la segunda referida a la gestión de la red y almacenamiento de energía.

La tecnología utilizada en la Generación convierte la energía solar a energía eléctrica. Esta transformación tiene su principio en el fenómeno físico denominado Efecto Fotoeléctrico.

Cuando la energía solar incide en los módulos fotovoltaicos, esta es transformada a energía eléctrica de corriente continua. Para su uso en la red eléctrica esta debe ser transformada a corriente alterna, lo cual se logra con ayuda de los inversores de red que tienen como entrada la energía proveniente de los arreglos fotovoltaicos y mediante electrónica de potencia la transforman a corriente alterna de baja tensión. Se debe señalar que la inyección de energía por parte de los inversores de red se produce ya que estos toman como referencia una red eléctrica establecida y por medio de variaciones en la tensión y frecuencia regulan la cantidad de potencia a inyectar en la red, pudiendo así inyectar el 100% de la energía generada si así lo requiere la demanda o entregando parcialmente la energía generada en el caso que la demanda sea baja y que además el banco de baterías se encuentre completamente cargado.

Como se ha mencionado, los inversores de red necesitan la existencia de una red eléctrica de referencia para inyectar la energía que generan. Esta red la forman los inversores bidireccionales, los cuales establecen los parámetros de tensión y frecuencia.

Cuando la potencia producida por los inversores de red es mayor que la demanda de la población, el exceso carga las baterías a través de los inversores bidireccionales. Si durante el día la potencia generada por el arreglo fotovoltaico es menor que la potencia del consumo, entonces, la diferencia es suministrada por los inversores bidireccionales que extraen la energía de las baterías.

Durante la noche, la energía es suministrada desde las baterías, a través de los inversores bidireccionales.

## **1.2. Formulación del Problema**

Estudio del servicio de energía eléctrica rural mediante un sistema de generación fotovoltaica de la localidad de Huampami del distrito del Cenepa, provincia de Condorcanqui – Amazonas

## **1.3. Delimitación de la Investigación**

### **1.3.1. Delimitación espacial**

Esta investigación se desarrolló en la localidad de Huampami del distrito del Cenepa, provincia de Condorcanqui – Amazonas. El estudio permitirá el desarrollo socio-económico y agrario de la localidad de Huampami, mediante la instalación de una (01) central de generación fotovoltaica con redes secundarias trifásicas, beneficiando a 245 habitantes con 92 viviendas y 3 lotes para cargas especiales.

### **1.3.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de esta propuesta investigativa se llevó a cabo en los meses de enero hasta junio del año 2019.

### **1.3.3. Delimitación conceptual**

La investigación se realizó para determinar el dimensionamiento de un sistema de generación fotovoltaica en la localidad de Huampami del distrito del Cenepa, provincia de Condorcanqui – Amazonas. Que permitirá el desarrollo socio-económico y agrario de la localidad de Huampami,

#### **1.3.4. Condiciones ambientales**

El clima en esta región puede clasificarse como tropical - húmedo, con una temperatura mínima de 18 °C y máxima de 40 °C. Se considera un cambio de medio grado centígrado por cada 100m de altura. La humedad relativa promedio se encuentra en 88 %.

Las precipitaciones pluviales varían de acuerdo a la altitud, registrándose un promedio anual de 3000 - 4000 mm.

**Cuadro N°: 2 Condiciones Climatológicas**

Temperatura máxima (°C)	40
Temperatura media(°C)	30
Temperatura mínima (°C)	18
Velocidad del Viento (km/hr)	6

La información registrada por el SENAMHI corresponde a la estación que se resume a continuación:

#### **1.3.5. Topografía - altitud del área del proyecto**

La altitud de la zona del proyecto es de 242 msnm. La topografía en el área de influencia del proyecto se caracteriza por ser plana predominantemente, con ligeras ondulaciones.

En la ciudad abundan los árboles, especialmente en zonas poco desarrolladas. Sus tierras son arcillosas y se disuelven fácilmente, volviéndose barrosas. Su inclinación terrestre es leve, con un promedio de  $\pm 3$  metros de elevación.

### **1.3.6. Vías de acceso**

El acceso a la localidad de Huampami es el siguiente:

- Vía aérea Lima – Iquitos vuelo comercial durante 01 hora y 15 minutos aproximadamente.
- Vía aérea Iquitos – El Estrecho, vuelo con avionetas de la FAP durante 45 minutos aproximadamente.
- El recorrido de El Estrecho a Huampami, se realiza mediante transporte pluvial (Chalupa), aproximadamente 8 horas de viaje.
- Para el transporte de los materiales principales, se puede realizar via pluvial desde Iquitos – Huampami en aproximadamente 10 días.

### **1.3.7. Actividades económica y Social**

Los beneficiarios se dedican principalmente a la agricultura, pesca y recolección.

Las actividades más sobresalientes en la zona del proyecto son las que a continuación se describen.

#### **Sector Agropecuario:**

La agricultura es la principal actividad económica dedicándose al sembrío de plátano, yuca y maíz. La producción está orientada al autoconsumo

**Sector Caza:**

La caza es una actividad complementaria a la agricultura la cual es básicamente para autoconsumo. Se encuentran especies silvestres como el sajino.

**Sector Pesca:**

La pesca es una actividad complementaria a la agricultura la cual es básica para auto consumo. Se encuentran especies como paiche, sábalo, doncella entre otras.

**Servicios a la Población:****Educación:**

El servicio de educación en el distrito de Yaguas se da a través de centros educativos iniciales y primarios, el nivel secundario se imparte solo en localidad de Huapapa.

**Salud:**

El servicio de salud se da en la localidad de Huapapa, a través de Puestos de Salud.

**1.4. Justificación e Importancia**

- Suministro y montaje de un sistema de generación fotovoltaica de 140 kWp.
- Suministro y montaje de un Sistema de Inversores Bidireccionales de Baterías de 136.5 kW
- Suministro y montaje de un Sistema de Inversores de Red de 156 kW
- Suministro y montaje de un Centro de Distribución y Transferencia
- Suministro y montaje de un Sistema de acumulación de LiFePO4 de 756 kWh de

capacidad de almacenamiento.

- Suministro y montaje de Transformador de Aislamiento tipo Pedestal de 100 kVA para la salida a la red secundaria.
- El Centro de Distribución y Transferencia tiene disponibilidad para ser alimentado con un Sistema de Generación Térmica mediante un grupo electrógeno de 3Ø 380V.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

El objetivo del presente estudio es definir de manera técnica y económica, la dotación de energía eléctrica en forma permanente y confiable a las localidades de Huampami, mediante la ejecución de Sistemas de Generación Fotovoltaica (SGFV).

### **Objetivo Específicos**

- El proyecto permitirá el desarrollo socio-económico y agrario de la localidad de Huampami, mediante la instalación de una (01) central de generación fotovoltaica con redes secundarias trifásicas, beneficiando a 992 habitantes con 245 viviendas y 3 lotes para cargas especiales.
- La información acerca de las localidades y población beneficiada se muestra en el cuadro N°01:

### **Cuadro N° 01: Número de Localidades y Población del Proyecto**

(\*) Localidades Electrificadas.

Proyecto	Localidades	Población Beneficiada
Huampami del Distrito de El Cenepa, Provincia de Condorcanqui, Amazonas”	D1	7992

## 1.6. Descripción del área del proyecto

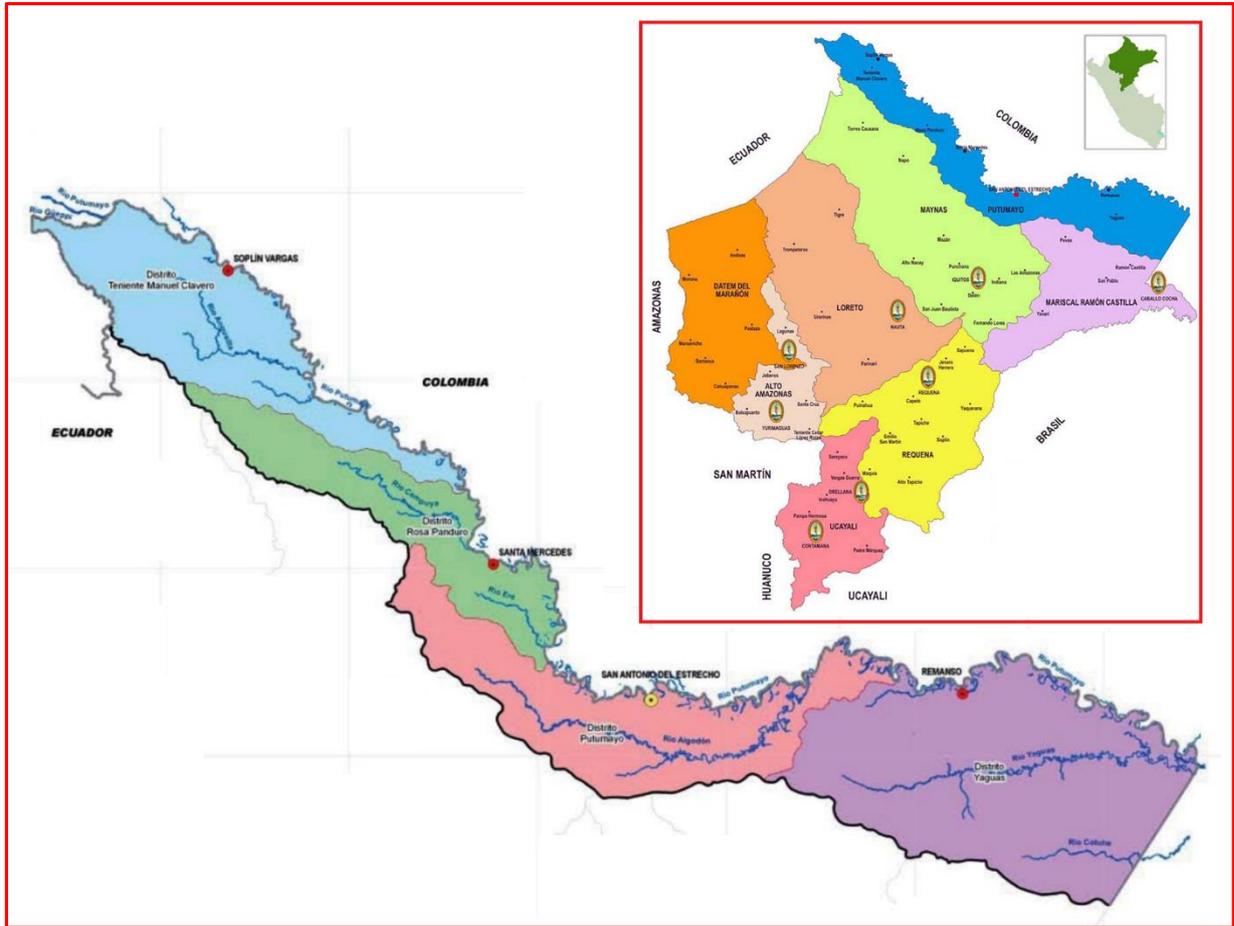
### 1.6.1 Ubicación Geográfica

La localidad de Huampami-Distrito de El Cenepa-Provincia de Condorcanqui-Región Amazonas”, se encuentra ubicado a la margen derecha del río Putumayo, Distrito de El Cenepa, cuya capital es la localidad de Huampami, Provincia de Condorcanqui, Región Amazonas, entre las coordenadas.

COORDENADA			
GEOGRAFICA	Latitud	-4.455452° S	longitud -78.159216° O

LOCALIZACIÓN	
Departamento /Región:	Amazonas.
Provincia:	Condorcanqui
Distrito:	El Cenepa
Centro poblado	“Huampami”
Región Geográfica:	Selva
Altitud	242 msnm

La ubicación del área del proyecto se indica en el plano



Ubicación Política del Proyecto: Distrito de El Cenepa, Provincia de Condorcanqui, Región Amazonas

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Requerimiento de Energía y Potencia**

El Sistema de Generación Fotovoltaica deberá cubrir la demanda anual de la población de la localidad en todo el rango del estudio 115550 kWh/ para Huampami, así mismo deberá soportar la potencia de máxima demanda de 72,88 kW para Huampami (todos los valores en el año 20).

### **2.2. Descripción de la Tecnología a emplear**

Los sistemas comprenden 2 partes, la primera referida netamente a la generación y la segunda referida a la gestión de la red y almacenamiento de energía.

La tecnología utilizada en la Generación convierte la energía solar a energía eléctrica. Esta transformación tiene su principio en el fenómeno físico denominado Efecto Fotoeléctrico.

Cuando la energía solar incide en los módulos fotovoltaicos, esta es transformada a energía eléctrica de corriente continua. Para su uso en la red eléctrica esta debe ser transformada a corriente alterna, lo cual se logra con ayuda de los inversores de red que tienen como entrada la energía proveniente de los arreglos fotovoltaicos y mediante electrónica de potencia la transforman a corriente alterna de baja tensión. Se debe señalar que la inyección de energía por parte de los inversores de red se produce ya que estos toman como referencia una red eléctrica establecida y por medio de variaciones en la tensión y frecuencia regulan la cantidad de potencia a inyectar en la red, pudiendo así inyectar el 100% de la energía generada si así lo requiere la

demanda o entregando parcialmente la energía generada en el caso que la demanda sea baja y que además el banco de baterías se encuentre completamente cargado.

Como se ha mencionado, los inversores de red necesitan la existencia de una red eléctrica de referencia para inyectar la energía que generan. Esta red la forman los inversores bidireccionales, los cuales establecen los parámetros de tensión y frecuencia.

Cuando la potencia producida por los inversores de red es mayor que la demanda de la población, el exceso carga las baterías a través de los inversores bidireccionales. Si durante el día la potencia generada por el arreglo fotovoltaico es menor que la potencia del consumo, entonces, la diferencia es suministrada por los inversores bidireccionales que extraen la energía de las baterías.

Durante la noche, la energía es suministrada desde las baterías, a través de los inversores bidireccionales.

### **2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN**

#### **Módulos fotovoltaicos**

Viene a ser la integración total de varios elementos como son: celdas fotovoltaicas, empalmes de unión, coberturas, aislantes y marco de soporte.

La conexión eléctrica de las celdas fotovoltaicas dará las características eléctricas del módulo fotovoltaico y son en estas celdas que se produce la transformación de la energía solar a eléctrica.

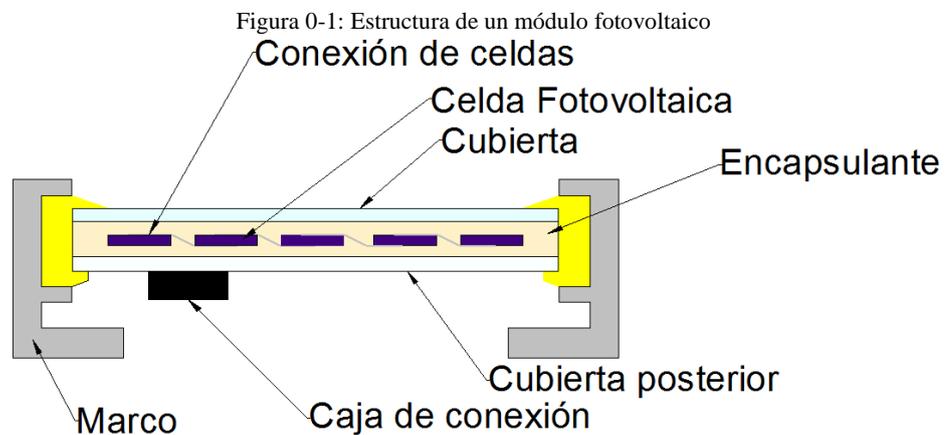
De acuerdo al tipo de material las celdas fotovoltaicas se pueden clasificar en:

- De material simple, sobre todo silicio, pero también germanio y selenio, de estos el material más utilizado es el silicio
- De compuestos binarios, como pueden ser: CdTe, GaAs, InP, CdS, Cu<sub>2</sub>S, etc. Estos no son muy comerciales para su uso
- De compuestos ternarios, como pueden ser: AlGaAs, CuInSe<sub>2</sub>, CuInS<sub>2</sub>, CuInTe<sub>2</sub>

De acuerdo a la estructura interna del material las celdas se pueden clasificar en:

- Monocristalino, debido a que la celda es formada como un único cristal. Presenta buena eficiencia, la mayor eficiencia para celdas de silicio, pero presenta un elevado costo de producción debido a la complejidad del proceso de fabricación.
- Multicristalino, formado por varios granos o monocristales de gran tamaño orientados aleatoriamente, presentan una eficiencia menor que las celdas monocristalinas, pero su costo es menos elevado.
- Policristalino, formado por monocristales de menor tamaño que los multicristalinos (debajo de 1mm), tiene una buena eficiencia y su costo de producción es barato.
- Amorfos, No hay red cristalina alguna y contienen un gran número de defectos estructurales y de enlaces. El material es depositado sobre finas capas que se unen entre sí. A pesar de que el coeficiente de absorción es 40 veces superior al del Silicio Monocristalino, su rendimiento es aún menor que en los multicristalinos (8-10%). Pero su coste de fabricación es menor. Problemas: degradación de su rendimiento tras los primeros meses de operación.

En la siguiente figura se muestra la estructura de un módulo fotovoltaico



Fuente: Elaboración Propia

- Cubierta: fabricada de un material con alta transmisión y baja reflexión para aprovechar al máximo la energía solar incidente, de característica impermeable, buena resistencia al impacto, resistencia a la exposición de rayos UV. Los principales materiales utilizados son acrílicos, polímeros y cristal. Aunque el más empleado suele ser el cristal templado con bajo contenido de hierro, por su bajo costo, elevada transparencia, impermeabilidad y buenas propiedades de auto lavado.
- Encapsulante: encargado de fijar las celdas y proveer adhesión con la cubierta frontal y posterior.
- Cubierta posterior: de característica impermeable y de baja resistencia térmica. Suele emplearse una capa de Tedlar.

- Caja de conexión: a esta llegan los terminales del arreglo de las celdas y desde esta caja se realiza las conexiones para la conexión entre paneles. Debe ser hermética, usualmente viene pre ensamblado con los cables de conexión y con terminales especiales que aseguran un correcto empalme y la estanqueidad de la junta.
- Marco: encargado de dar rigidez al módulo y sirve para realizar el ensamblaje en la estructura de soporte. Generalmente es de aluminio anodizado; los bordes del bloque de celdas y cubiertas van protegidos con una funda de neopreno.

Los módulos fotovoltaicos usados en las Plantas Solares son especiales para su uso en sistemas de energía de gran escala y presentan características eléctricas diferentes a los paneles que son usados en sistemas aislados o rurales; esta característica particular hace que el producto no sea comercializable fácilmente, por lo que se reduce la probabilidad de intención de robos de módulos.

#### **2.4. Estructura soporte de paneles**

La estructura metálica sobre la que se situarán los módulos fotovoltaicos se establece para sostener 2 filas de paneles. La utilización de una adecuada estructura facilita las labores de instalación y mantenimiento, minimiza la longitud del cableado, evita problemas de corrosión y mejora la estética de la planta en su conjunto.

La estructura elegida será de fabricada de acero galvanizado en caliente y/o estructuras de aluminio, material resistente a la corrosión. Las principales características de las estructuras son que: Debe soportar vientos de 120 km/h, situará

a los módulos a una altura de más de 1,5 m del suelo, debe estar eléctricamente unida a una puesta de tierra, y asegurará un buen contacto eléctrico entre el marco del módulo y la tierra para permitir la protección de las personas frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador. Los elementos de fijación y tornillos serán de acero inoxidable.

## **2.5. Inversor de Red**

Los inversores de red son los encargados de realizar la conversión DC/AC para poder conectar los paneles fotovoltaicos a la red eléctrica. Están constituidos por un sintetizador que accionando un conjunto de interruptores genera una onda de impulsos a partir de la tensión DC, procurando que la señal de salida sea lo más senoidal posible. Esta onda se filtra posteriormente para eliminar el mayor número de armónicos posible. Los filtros empleados consumen una elevada potencia, lo cual incide negativamente en el rendimiento del inversor. Una forma de reducir el número de armónicos es sintetizar una onda con mayor número de impulsos, lo que permite disminuir considerablemente el número de armónicos cercanos. La señal de salida a red estará sincronizada en fase, frecuencia y amplitud con la de la red.

Un requisito fundamental en los inversores es un alto rendimiento, para cualquier valor de la señal de entrada, ya que la potencia de generación dependerá de la irradiación que reciban los módulos y provocará que esta sea considerablemente variable en el transcurso del día. Por esta razón es primordial que los inversores tengan un bajo consumo en vacío y que estén bien adaptados a la carga que deban alimentar, para que en la mayor parte del tiempo trabajen en condiciones de elevada eficiencia.

## **2.6. Inversor Bidireccional**

Al tratarse de una red aislada y conexión con acoplamiento en AC, el inversor bidireccional es el encargado de formar una red eléctrica estable manteniendo valores de voltaje y frecuencia del sistema. Para lograr la estabilidad el inversor bidireccional carga o descarga el banco de baterías dependiendo del requerimiento de la demanda.

Para el proceso de carga del banco de baterías, el inversor bidireccional aprovecha la energía excedente del Sistema de Generación Fotovoltaica y almacena la energía sobrante sin perjudicar el requerimiento de la demanda, esta energía almacenada puede ser usada cuando la demanda se incremente y la fuente de generación no sea capaz de cubrirla o en horas de la noche cuando asume el total de la demanda.

## **2.7. Banco de Baterías**

Para almacenar la energía generada en el SGFV se dispondrá de baterías de Litio Fierro Fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ ) las cuales presentan un elevado tiempo de vida (mayor a 16 años) a condiciones de descarga profunda (95%). Dada la modularidad de los sistemas, se instalará un banco de baterías para cada grupo de inversores bidireccionales.

## **2.8. Transformador de Aislamiento**

Se instalará un Transformador de Aislamiento tipo Pedestal de 50 kVA 0,38-0,22/0,38-0,22 kV. Con llegada subterránea mediante cables para baja tensión tipo N2XSY de 240 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV y salida subterránea para cables unipolares tipo N2XSY 240 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV, con sus respectivos terminales unipolares.

## 2.9. Disponibilidad para la conexión del Generador

El Centro de Distribución y Transferencia debe soportar como mínimo la conexión de un Grupo Electrónico, la tensión de conexión será a 400Vac y 60Hz.

## 2.10. INSTALACIÓN

### Ubicación

Tabla 0-1: Coordenadas de ubicación del Sistema de Generación Fotovoltaica Huapapa

Punto	Altitud	Coordenadas UTM Zona 17	
		mE	mN
Huampami	242 m.s.n.m.	815365.16	9506842.59

Datum: WGS84, proyección UTM – Zona 17.

### Condiciones climatológicas

Las condiciones climatológicas son características de la selva peruana. La estación meteorológica más cercana a las localidades del proyecto se encuentra en la ciudad de Mazán ubicada con Coordenadas UTM: 713350 mE y 9614070 mS). Las temperaturas máximas bordean los 37 °C, con una precipitación promedio anual de 9,26 mm. La siguiente tabla muestra las temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitaciones, humedad relativa y horas de sol correspondientes al año 2013.

Tabla 0-2: Datos Climatológicos Estación Mazán

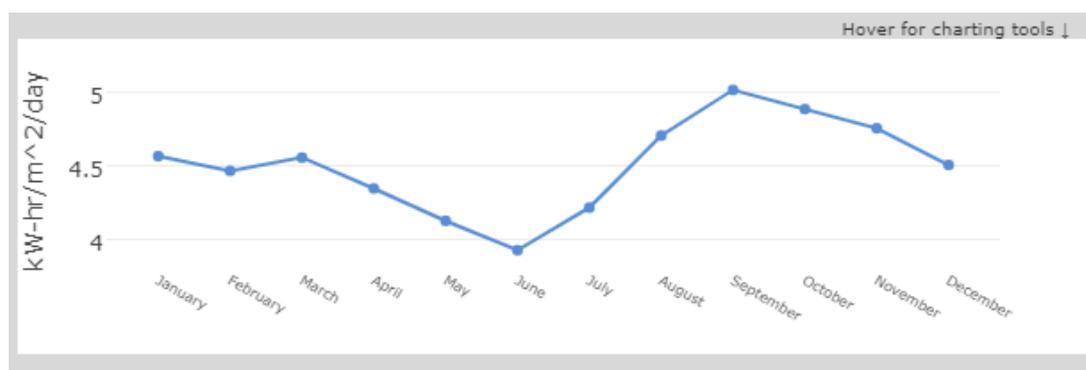
2013 / Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
<b>Temp. Máx. abs. (°C)</b>	34,30	33,20	34,60	34,20	34,20	34,00	34,00	34,30	36,00	36,20	35,20	35,60	<b>36,20</b>
<b>Temp. Máx. media (°C)</b>	31,15	30,63	31,23	31,54	31,50	31,05	30,07	30,89	32,48	33,06	32,18	32,38	<b>31,51</b>
<b>Temp. mín. media (°C)</b>	22,00	21,59	22,04	22,20	22,54	22,95	21,73	21,76	22,50	23,10	22,85	23,40	<b>22,39</b>
<b>Temp. mín. abs. (°C)</b>	20,20	20,00	20,30	19,00	20,00	21,50	15,00	19,00	20,50	21,00	21,00	21,50	<b>15,00</b>
<b>Precipitación diaria media (mm)</b>	8,04	15,97	9,63	10,18	13,35	13,03	2,21	7,92	5,45	6,79	13,15	5,45	<b>9,26</b>
<b>Precipitación mensual (mm)</b>	249,30	447,10	298,50	305,50	413,80	390,90	68,50	245,40	163,50	210,60	394,40	168,90	<b>3356,40</b>

Fuente: Senamhi 2013

Como referencia para la radiación de la zona se tomarán los datos de radiación, calculados por NASA POWER en función de la base de datos propia para el periodo 1983 a 2013. Si bien se cuenta con datos globales de irradiancia del Atlas Global de Energía, se selecciona los datos de NASA POWER debido a que los valores globales no son muy diferentes a los encontrados en el Atlas Solar y lo más importante es que los datos seleccionados cuentan con valores típicos mensuales lo cual permite un mejor dimensionamiento con respecto a datos globales.

En la siguiente figura se puede observar gráficamente los rangos de irradiación solar y temperatura que se han considerado para el diseño de la Central Fotovoltaica.

Figura 0-3: Irradiación global a 10° de inclinación



Fuente: NASA POWER

La irradiación de diseño es de 3.54 kWh / m<sup>2</sup>.

### **Bloques modulares para generación**

Si bien para la conversión de energía en corriente continua a corriente alterna existen una gran variedad de bloques de transformación, se opta por los de mayor tamaño, esto debido a que de esta forma se reducirán los costos de instalación y el costo total por centro de transformación. Dada esta premisa la planta contará con 02 inversores de 66 kW para Huampami.

### **Bloques modulares de 19,5 kW en inversores bidireccionales y baterías de LiFePO4 de 45 kWh**

Para la formación de la red se cuenta con 5 clústeres que permiten una potencia de 97,5 kW de potencia. Cada bloque de inversores bidireccionales contará con un banco

de baterías de 72 módulos cada una de 1,5 kWh, es decir se contará con 108 kWh por cada bloque y en total se contará con una capacidad del sistema de 540 kWh

### **Centro de Distribución y Transferencia**

Para garantizar la sincronía de los procesos de carga, descarga de baterías, posible ingreso de grupo electrógeno se contará con un Centro de Distribución que permite la conexión del grupo de inversores bidireccionales, grupo electrógeno, Generación Fotovoltaica del patio Sur y red eléctrica.

### **Transformador de Aislamiento de 50 kVA**

A la salida del Centro de Distribución y Transferencia se instalará un Transformador de Aislamiento tipo Pedestal de 100 kVA para Huampami, 22,9/0,4 kV. Con una llegada subterránea mediante cables para baja tensión tipo NYY de 95 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV; y contará con salida subterránea para cables unipolares tipo AAAC 35 mm<sup>2</sup> unipolares en 18/30 kV, con sus respectivos terminales unipolares.

## **CAPÍTULO III: CÁLCULOS**

En este capítulo se exponen los cálculos justificativos relacionados a: Producción de energía e infraestructura electro mecánica.

### **3.1. ESTUDIO ENERGÉTICO**

Un aspecto importante en Sistemas de Generación Fotovoltaica consiste en conocer las condiciones de la fuente energética solar en la zona. Si bien la estimación de energía que llega a una determina zona se puede conocer con tan sólo la ubicación exacta del lugar, esto debido a que las trayectorias de recorrido del sol y la tierra son fijos, se debe tener en cuenta que para la transformación de la radiación solar se tiene una componente aleatoria debido a los factores climáticos de la zona. Bajo estas condiciones es necesario conocer el comportamiento de radiación solar a partir de la medición directa de la radiación en la zona del proyecto.

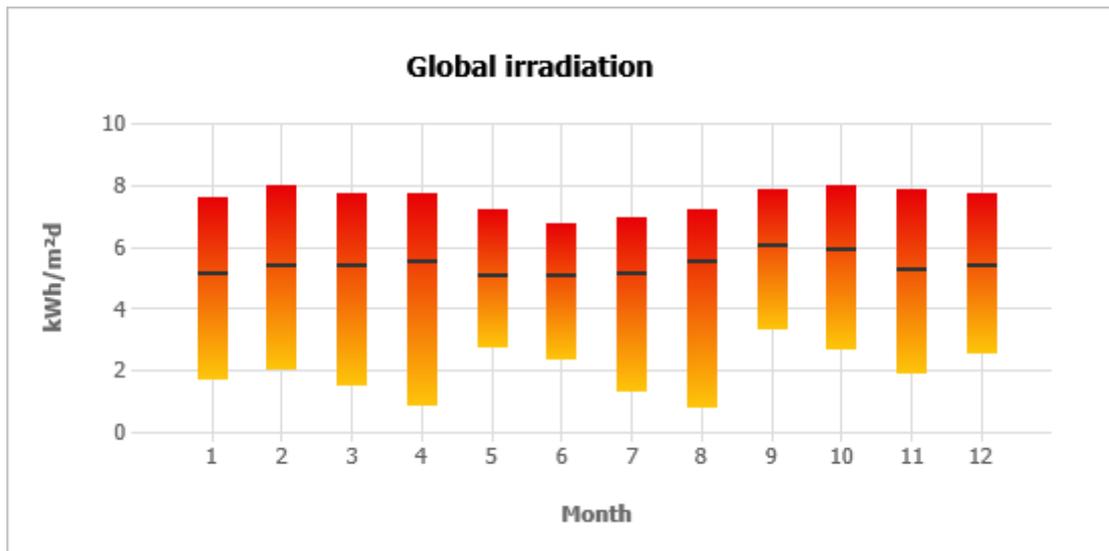
#### **Fuente Solar**

Para el cálculo de generación de energía se tiene en cuenta los parámetros de irradiancia de la ciudad de Iquitos, los cuales se muestran en el siguiente gráfico:

Finalmente, la irradiancia global anual de diseño es de 1946.13 kWh / m<sup>2</sup>.

La orientación de los arreglos fotovoltaicos será en la dirección Norte y se guardará la distancia entre filas para evitar que se produzcan sombras entre paneles, lo cual produciría una reducción en la generación de energía.

Grafico 0-4: Datos de Irradiación Horizontal



Fuente: Meteororm 6.1

### Pérdidas por temperatura

Los módulos fotovoltaicos presentan pérdidas por efectos de temperatura, siendo los coeficientes entre 0.2 a 0.5 % por cada grado centígrado de aumento con respecto a la temperatura estándar de 25°C.

El factor considerado para la planta es de 0.2%

Quedando el factor definido por la siguiente fórmula:

$$FTi = 1 - 0.2\%(Ti - 25)$$

Donde:

FTi : es el Factor por pérdidas de temperatura

Ti : es la temperatura de celda

Para el diseño del proyecto se considerará los siguientes valores:

	<b>Ambiente</b>	<b>Celda FV</b>
<b>Temperatura Mínima</b>	15°	-10°
<b>Temperatura de Diseño</b>	30°	50°
<b>Temperatura Máxima</b>	37°	70°

### **Pérdidas de potencia nominal**

Se debe tener en cuenta que la potencia de los módulos tiene una variación con respecto al valor nominal de la placa del módulo. Para la planta se seleccionará módulos que tengan una variación positiva con respecto a la potencia nominal de placa; es decir, 0% a 5% de variación. Por lo tanto, no habrá pérdidas por ese concepto.

### **Pérdidas por conexionado**

Las pérdidas por conexionado son las pérdidas causadas al realizar la conexión entre módulos de distinto valor de potencia (como se ha visto en el apartado anterior).

Al realizar la conexión en serie de los módulos, el panel que disponga de menor potencia de todos limitará la corriente que circule por la serie al no poder permitir la circulación de más corriente que el máximo que él puede dar.

En cuanto a la conexión en paralelo, el módulo con menor potencia limitará la tensión máxima del conjunto.

Las pérdidas por conexionado a considerar serán de 0.77%

### **Pérdidas por sombreado**

Se tomará en cuenta la separación entre filas de arreglos fotovoltaicos, pero por condiciones de espacio, se considera un 1% de pérdidas por sombreado.

### **Pérdidas por polvo y suciedad**

Normalmente dependiendo del lugar de instalación se considera hasta un 4% de reducción para zonas con un alto grado de suciedad.

Dado que la Planta Solar estará ubicada alejada del casco urbano y el alto tránsito de vehículos, además que la presencia de lluvias en la zona reduce la acumulación de polvo en los paneles, se considera un 1.5% de reducción debido a efectos de suciedad en los módulos.

### **Pérdidas relativas al inversor**

Actualmente se ha venido elevando el desempeño de los inversores aun cuando estos no operan a potencia nominal. Para la Planta Solar se escogerá inversores con una eficiencia del 97.5% para diferentes rangos de generación. Es decir, con pérdidas de 2.5%.

### **Pérdidas relativas al cableado**

Dado que en la demanda de energía se considera las pérdidas en la red eléctrica, sólo se considerará las pérdidas relativas al cableado tanto en la parte DC como AC, por lo que se tendrá en consideración que el cableado será diseñado para no superar el 2.5% de pérdidas.

### 3.2 CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Tanto para el cálculo del sistema de generación fotovoltaica como su respectivo banco de batería e inversores. Se ha utilizado un software que simula las condiciones de generación y consumo en una red eléctrica; teniendo como datos de ingreso, la irradiación solar de la zona, la demanda anual de diseño y la selección del equipamiento apropiado.

<b>Irradiación Horizontal Global</b>	<b>1 946,13 kWh/m2/año</b>
<b>Energía Anual potencialmente generada</b>	<b>233 876,17 kWh</b>
Irradiación a 15 ° de inclinación	1 936,82 kWh/m2/año

#### Perdidas en DC

Perdidas por Temperatura		
<i>Temp. Ambiente valor promedio máximo</i>	30 °C	
<i>Temp. Celda</i>	50 °C	
<i>Factor de reducción</i>	$=0.2 (T_{celda} - 25) \%$	
Valor después de pérdidas por Temperatura	-5,00%	1 839,98 kWh/m2/año
Perdidas por Suciedad	-1,50%	1 812,38 kWh/m2/año
Perdidas por Sombras	-1,00%	1 794,26 kWh/m2/año
Perdidas por Conexionado entre módulos	-0,77%	1 780,46 kWh/m2/año
Perdidas por cableado hasta los inversores	-2,50%	1 735,95 kWh/m2/año

#### Perdidas en AC

Perdidas por eficiencia del Inversor	-2,54%	1 691,81 kWh/m2/año
--------------------------------------	--------	---------------------

Perdidas por cableado en AC	-2,50%	1 649,52 kWh/m2/año
-----------------------------	--------	---------------------

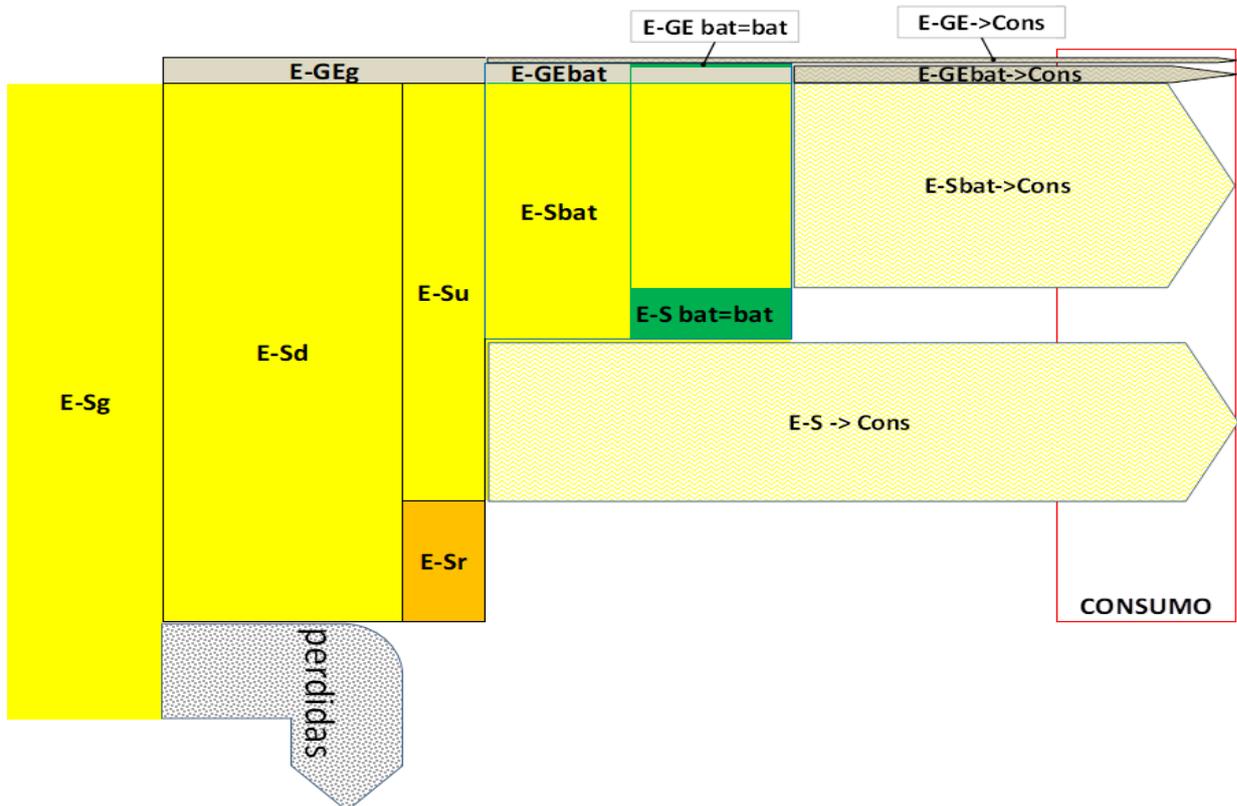
<b>Potencia Pico de la Central Fotovoltaica</b>	437	275	<b>120,175</b> kWp
<b>Energía Anual Generada por la Central FV</b>			<b>198 230,58</b> kWh
<b>Rendimiento Energético Especifico</b>			<b>1 649,52</b> kWh/kWp

El cálculo que se basa en un balance de energía anual usando una central solar, evaluando a un Grupo Electrogeno de respaldo (que no se instalará en este proyecto por lo remoto de la localidad) y un banco de baterías de LiFePO4, tiene los siguientes valores y resultados:

Con esta generación estimada, se inicia la simulación con el software Sunny Design, obteniéndose los siguientes resultados:

Flujo de energía anual (kWh)			Energía Anual del Consumo (kWh)
<b>E-Sg:</b>	Energía Solar Generada	233 876,17	
	<b>Perdidas:</b> Por inclinación 15°, suciedad, sombras, cableados y eficiencia inversores	35 645,59	
<b>E-Sd:</b>	Energía Solar Disponible	198 230,58	
	<b>E-Sr:</b> Energía Solar de Reserva	142 981,00	
	<b>E-Su:</b> Energía Solar Utilizada	55 251,00	
	<b>E-S-&gt;Cons:</b> Energía Solar que se consume en el momento que se genera	11 202,00	<b>11 202,00</b>
	<b>E-Sbat:</b> Energía solar que va a la batería	44 049,00	
	<b>E-S bat=bat:</b> Energía Solar que se queda en la batería	11 347,00	
	<b>E-Sbat-&gt;Cons:</b> Energía Solar que se guarda en la batería y va al consumo	32 702,00	<b>32 702,00</b>
<b>E-GEg:</b>	Energía generada por GE	0,00	
	<b>E-GE-&gt;Cons:</b> Energía del Grupo Electrogeno que se consume en el momento que se genera.	0,00	<b>0,00</b>
	<b>E-GEbat:</b> Energía del Grupo Electrogeno que se guarda en la batería	0,00	
	<b>E-GE bat=bat:</b> Energía Solar que se queda en la batería	0,00	
	<b>E-GEbat-&gt;Cons:</b> Energía del Grupo Electrogeno que se guarda en la batería y va al consumo	0,00	<b>0,00</b>
<b>DEMANDA DE ENERGIA ANUAL (kWh)</b>			<b>43 904,00</b>

Este proceso de flujo y balance de energía se aprecia mejor en el siguiente gráfico:



### 3.2.1 Potencia pico de generación

De acuerdo a la simulación realizada, y teniendo en cuenta la modularidad de los inversores y la necesidad de incluir un solo modelo de equipos se realiza el recalcu con la consideración de usar paneles de 275 Wp y bajo los requerimientos de conexión de cada inversor se tiene una potencia de generación del Patio Fotovoltaico de 120,18 kWp conformado por 437 módulos fotovoltaicos.

### 3.2.2 Configuración de String de módulos fotovoltaicos

Un “String” corresponde al arreglo de paneles conectados en serie que no sobrepasa el límite de tensión que puede soportar el inversor de red. Si bien los paneles presentan diferentes condiciones de tensión y corriente, se tomará como parámetros de diseño a paneles con las siguientes características:

Potencia Nominal	275 Wp
Toleración de potencia	-0.00/+ 5.00 W
Tensión MPP	30,8 V
Corriente MPP	8,94 A
Tensión en vacío	36,7 V
Corriente de cortocircuito	7,23 A
Tensión admisible del sistema	1000 Vdc

Además, se considera que el inversor de red puede ser alimentado hasta con 1000 VDC sin afectar el algoritmo MPPT con el cual se puede transformar la máxima potencia del arreglo fotovoltaico.

Para poder conectar los 120,18 kWp del arreglo fotovoltaico, se usarán 3 inversores de 50 kW cada uno.

La conexión de los paneles solares a cada inversor se hará tomando en cuenta que cada inversor tiene 6 entradas MPPT, y en cada entrada se puede conectar hasta 2

strings. Los valores de corriente y tensión de cada uno de los string deben estar dentro de los rangos de operación de corriente y tensión de los inversores.

A continuación, se detalla la distribución en los 3 inversores de los strings de paneles solares para cada entrada MPPT de los inversores y el cumplimiento de los rangos de operación:

**Conexión de los Inversores: 1 y 2:**

<b>Equipamiento de la planta fotovoltaica</b>	
Potencia de arreglo fotovoltaico	75,9 kWp
Cantidad de módulos fotovoltaicos	276
Número de inversores fotovoltaicos	2



<b>Características de los Inversores</b>	
Potencia DC máxima	51 kW
Potencia activa máxima en AC	50 kW
Tensión de red	380 V, Trifásico
Ratio de potencia nominal	134%
Factor de dimensionamiento	75,90%

### Valores y parámetros de entrada de cada inversor

	Entrada A	Entrada B	Entrada C	Entrada D
Número de strings	1	2	1	2
Módulos fotovoltaicos por string	23	23	23	23
Potencia pico de entrada	6,325 kWp	12,65 kWp	6,325 kWp	12,65 kWp
Tensión FV Normal	650 V (Ok)	650 V (Ok)	650 V (Ok)	650 V (Ok)
Tensión mínima	620 V	620 V	620 V	620 V
Tensión en DC mínima	150 V	150 V	150 V	150 V
Máxima tensión del arreglo FV	915 V (Ok)	915 V (Ok)	915 V (Ok)	915 V (Ok)
Máxima tensión admisible en DC	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Máxima corriente del arreglo FV en operación	8,9 A (Ok)	17,8 A (Ok)	8,9 A (Ok)	17,8 A (Ok)
Máxima corriente de operación admisible por el Inversor	20 A	20 A	20 A	20 A
Máxima corriente de cortocircuito del arreglo FV.	30 A	30 A	30 A	30 A
Máxima corriente de cortocircuito admisible por el Inversor	9,5 A (Ok)	18,9 A (Ok)	9,5 A (Ok)	18,9 A (Ok)

### Conexión del Inversor: 3

#### Equipamiento de la planta fotovoltaica

Potencia de arreglo fotovoltaico	44,275 kWp
Cantidad de módulos fotovoltaicos	161
Número de inversores fotovoltaicos	1



### Características de los Inversores

Potencia DC máxima	51 kW
Potencia activa máxima en AC	50 kW
Tensión de red	380 V, Trifásico
Ratio de potencia nominal	115%
Factor de dimensionamiento	88,60%

### Valores y parámetros de entrada de cada inversor

	Entrada A	Entrada B	Entrada C	Entrada D
Número de strings	2	2	1	2
Módulos fotovoltaicos por string	23	23	23	23
Potencia pico de entrada	12,65 kWp	12,65 kWp	6,325 kWp	12,65 kWp
Tensión FV Normal	650 V (Ok)	650 V (Ok)	650 V (Ok)	650 V (Ok)
Tensión mínima	620 V	620 V	620 V	620 V
Tensión en DC mínima	150 V	150 V	150 V	150 V
Máxima tensión del arreglo FV	915 V (Ok)	915 V (Ok)	915 V (Ok)	915 V (Ok)
Máxima tensión admisible en DC	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Máxima corriente del arreglo FV en operación	17,8 A (Ok)	17,8 A (Ok)	8,9 A (Ok)	17,8 A (Ok)
Máxima corriente de operación admisible por el Inversor	20 A	20 A	20 A	20 A
Máxima corriente de cortocircuito del arreglo FV.	30 A	30 A	30 A	30 A
Máxima corriente de cortocircuito admisible por el Inversor	18,9 A (Ok)	18,9 A (Ok)	9,5 A (Ok)	18,9 A (Ok)

### 3.2.3 Cálculo de la sección del Conductor entre el String y los Inversores

El cálculo de la sección ha sido determinado en función de la máxima capacidad de corriente y la caída de tensión entre el String y el Inversor de Red. Para la caída de tensión se considera un máximo de 1% de caída de tensión.

La sección mínima en función de la máxima caída de tensión permitida se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$S \geq \frac{2 \times L \times \rho \times I}{\Delta V}$$

Dónde:

L : es la longitud en mm

$\rho$  : es la resistividad del cobre en  $\Omega \cdot \text{mm}$

I : es la corriente de la cadena en A

$\Delta V$  : es la caída de tensión

Para el cálculo se considera el tramo con mayor longitud hasta la caja de conexión (30m). La corriente corresponde a la corriente de cortocircuito del panel (7,23A) y la caída de tensión corresponde a la máxima caída de tensión en la Cadena que corresponde a la tensión de 23 módulos en serie en la condición de máxima potencia (708,4V).

Debido a la máxima capacidad de corriente que soporta el conductor se tiene que este debe ser capaz de soportar hasta un 25% más de la condición de corriente de corto circuito de un módulo fotovoltaico (igual a la corriente de corto circuito de la cadena) por lo tanto el conductor deberá soportar 9,04 A con estos parámetros un conductor de 2,874 mm<sup>2</sup> cumplirá con el requerimiento.

Para el presente proyecto se seleccionará cable de conductor de cobre con aislamiento de PVC, tipo solar de 4mm<sup>2</sup> y conectores multicontacto dado que los paneles como característica mínima se suministran con este calibre de conductor. El detalle de este cálculo se puede ver en el **ANEXO 02**

### **3.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE INVERSORES BIDIRECCIONALES Y BATERÍAS**

#### **3.3.1 Potencia de Inversores Bidireccionales**

Dado que se trata de un sistema aislado, los inversores bidireccionales tendrán la capacidad de soportar la potencia de máxima demanda de la red por lo que como mínimo podrán entregar una potencia de 162 kW.

Al tratarse de una red trifásica se tendrán arreglos de tres inversores bidireccionales para formar la red; cada grupo de inversores (Cluster) tiene capacidad para soportar 18 kW en forma continua por lo que serán necesarios 9 grupos teniendo así una potencia total de 162 kW.

#### **3.3.2 Banco de Baterías**

El tamaño del banco de baterías está en función del requerimiento diario de energía. Para el presente proyecto se estima una demanda anual de 43 902 kWh (120,28 kWh-día), teniendo en cuenta que cada batería puede aportar 1,5 kWh de energía, y que pueden descargarse hasta el 95%, se requieren entonces 270 unidades de las mismas que serán distribuidas en 9 bancos de 30 módulos de acumulación cada uno. La capacidad nominal de todo el banco de batería es de 270 x 1.5 kWh, es decir 405

kWh. Considerando una descarga del 90 % se tiene una capacidad de almacenamiento útil del 364.5 kWh. Esto significa que después de las eficiencias de los otros componentes del sistema, el banco de batería tendrá una autonomía de 2.7 días. Cada banco de batería será conectado a un clúster de inversores bidireccionales.

### **3.4 CÁLCULO DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSFERENCIA**

#### **3.4.1 Potencia de conexión a la RED**

Viene determinada por la máxima demanda que pueden generar los inversores de red, siendo en este caso de 150 kVA por lo que el centro de Distribución y transferencia estará dimensionado como mínimo para recibir estos 150 kVA de los inversores de Red a 380 Vac, 60 Hz.

#### **3.4.2 Potencia de conexión a Inversores Bidireccionales**

Debe contar como mínimo con 27 entradas para inversores bidireccionales, y una potencia de 162 kW; la tensión de conexión será 380 Vac y 60Hz.

#### **3.4.3 Disponibilidad para conexión de un Generador**

El Centro de Distribución y Transferencia debe soportar como mínimo la conexión de un Grupo Electrónico, la tensión de conexión será a 380Vac y 60Hz.

### **3.5 CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR**

#### **3.5.1 Transformador de Aislamiento en Centro de Distribución y Transferencia**

El transformador de la subestación de Aislamiento operará con una tensión de 380-220 Vac, 60 Hz para su conexión a la Red Secundaria. La potencia del transformador está en función a las cargas requeridas, por lo que se he considerado una potencia de 50 kVA.

## CAPITULO IV EVALUACION DE COSTOS

### COSTOS DEL ESTUDIO

**CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEPA, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO**

**SECCIÓN I: SISTEMAS DE GENERACIÓN**

**FOTOVOLTAICA**

**A: SUMINISTRO DE MATERIALES**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	MET		COSTO UNITARIO	TOTAL S/.
		Un.	Cant.		
<b>1,00</b>	<b><u>GENERACION FOTOVOLTAICA</u></b>				
1,01	Módulos Fotovoltaicos Policristalinos de 320 Wp, 72 celdas	u	449,00	769,63	345.563,87
1,02	Estructura de soporte de módulos fotovoltaicos con perfiles de aluminio sobre cimientos, para 2 filas de 10 módulos FV y altura mínima de 1,5 m	u	22,00	4.950,00	108.900,00
1,03	Estructura de soporte de módulos fotovoltaicos con perfiles de aluminio sobre cimientos, para 3 filas de 3 módulos FV y altura mínima de 1,5 m	u	1,00	825,00	825,00
	<b>SUB-TOTAL 1:</b>				<b>455.288,87</b>
<b>2,00</b>	<b><u>SISTEMA DE INYECCION A RED</u></b>				
2,01	Inversores Trifasico de Red de 66 kW	u	2,00	80.163,04	160.326,08
2,02	Cable de conexión tipo solar 1 x 4 mm <sup>2</sup>	m	2.008,00	6,53	13.112,24
2,03	Cable de conexión NYY de caja de paralelaje a inversor de red 1 x 10 mm <sup>2</sup>	m	105,00	3,80	399,00
2,04	Terminales de unión tipo Pin para inversores	u	8,00	3,67	29,36
2,05	Terminales de unión tipo MC4 para cable tipo solar 1x6 mm <sup>2</sup>	u	94,00	0,92	86,01
2,06	Caja de paralelaje 5 entradas 1 salida con supresor de transitorios 400 V 25 kA, 5 ITM 1 x 15A y 1 ITM de 1 x 75 A	u	2,00	1.980,00	3.960,00
2,07	Caja de paralelaje 6 entradas 1 salida con supresor de transitorios 400 V 25 kA, 6 ITM 1 x 15A y 1 ITM de 1 x 125 A	u	2,00	2.145,00	4.290,00
2,08	Protección a la salida del Inversor (AC) - ITM 3 x 125 A	u	2,00	1.400,00	2.800,00
2,09	Soporte en A°G° para Inversor y/o Tablero de 856 x 536 mm y alto 1190 mm, inc. pernos de fijación	u	2,00	145,25	290,50
2,10	Tablero 3Ø 400 V con 2 ITM 3 x 125 A y 2 ITM 3 x 300 A	u	1,00	14.000,00	14.000,00
2,11	Transformador tipo Pedestal de Aislamiento 100 kVA 22,9/0,4 kV, Trifasico	u	1,00	26.400,00	26.400,00
2,12	Cable de conexión entre tablero 3Ø y tablero de transferencia 3x95 mm <sup>2</sup> NYY	m	18,00	24,00	432,00
2,13	Cable de conexión entre transferencia y transformador de aislamiento 3x70 mm <sup>2</sup> NYY	m	36,00	19,00	684,00

2,14	Cable de tablero 3Ø 400 V hacia el transformador 22,9/0,4 kV - Cable 70 mm <sup>2</sup>	m	24,00	10,00	240,00
2,15	Tablero de distribución 100 kVA 22,9 kV, incluye accesorios	u	1,00	10.700,00	10.700,00
	<b>SUB-TOTAL 2:</b>				<b>237.749,19</b>
<b>3,00</b>	<b><u>TENDIDO DE CONDUCTOR POR BANDEJA</u></b>				
3,01	Cable unipolar NYY 0,6/1 kV, 1 x 50 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	140,00	9,62	1.346,80
3,02	Bandeja Portacable tipo Cesto de 54 x 300 x 3000 mm	u	27,00	185,00	4.995,00
3,03	Eclisa de Unión de Bandejas Portacable tipo Cesto	u	54,00	11,40	615,60
3,04	Unión recta para Bandeja Portacable tipo Cesto	u	4,00	55,00	220,00
3,05	Unión tipo "T" para Bandeja Portacable tipo Cesto	u	1,00	68,50	68,50
3,06	Soporte de Bandeja tipo Cesto para sujeción en muro	u	108,00	39,48	4.263,84
3,07	Tapa para Bandeja tipo Cesto de longitud 2m, incluye seguros para sujeción	u	41,00	115,00	4.715,00
3,08	Grapa de puesta a tierra tipo GTR para bandeja tipo cesto	u	6,00	6,90	41,40
	<b>SUB-TOTAL 3:</b>				<b>16.266,14</b>
<b>4,00</b>	<b><u>RED AÉREA</u></b>				
4,01	Cable unipolar N2XS Y 0,6/1 kV, 1 x 50 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	53,00	17,96	951,88
4,02	Cable unipolar N2XS Y 0,6/1 kV, 1 x 70 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	159,00	25,14	3.997,26
4,03	Alargador de A°G° de 1 m de longitud	u	3,00	85,45	256,35
4,04	Poste de Fibra de Vidrio Reforzado de 11 m/300 daN	u	4,00	1.532,67	6.130,68
4,05	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm <sup>2</sup>	u	6,00	12,99	77,94
4,06	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	6,00	9,35	56,10
4,07	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	6,00	1,00	5,97
4,08	Fleje de acero inoxidable de 19 mm provisto de hebilla	m	16,00	4,58	73,28
4,09	Tubo de A°G° de 76,2 mm diámetro x 6 m longitud	u	2,00	155,32	310,64
4,10	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	48,00	3,51	168,48
4,11	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	4,00	8,05	32,18
4,12	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	u	4,00	32,63	130,52
4,13	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mm Ø	m	4,00	3,68	14,72
4,14	Grapa Paralela de A°G° de 152 mm de longitud, provista de tres pernos	u	8,00	9,20	73,56
4,15	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	8,00	1,00	7,96
	<b>SUB-TOTAL 4:</b>				<b>12.287,52</b>

<b>5,00</b>	<b>SISTEMA DE ACUMULACION E INVERSORES BIDIRECCIONALES - SALA DE FUERZA</b>				
5,01	Banco de baterías de LiFePO4, incluido BMS	u	7,00	219.787,95	1.538.515,65
5,02	Set de Monitoreo y control remoto de baterías	u	1,00	6.900,71	6.900,71
5,03	Rack para 72 celdas de acumulación de LiFePO4	u	7,00	1.200,00	8.400,00
5,04	Inversores de bidireccional para batería- Master de 6,5 kW	u	1,00	11.220,00	11.220,00
5,05	Inversores de bidireccional para batería- Esclavos de 6,5 kW	u	20,00	11.220,00	224.400,00
5,06	Tablero de transferencia para conexión de inversores de red con clusters, incluye 1 ITM para inversores de red y 7 para los grupos de inversores (Clusters)	set	1,00	11.500,00	11.500,00
5,07	Cable de banco de baterías a cluster de inversores - Cable NYY 10 mm <sup>2</sup>	m	574,00	1,20	688,80
5,08	Cable de conexión entre Cluster y tablero de transferencia. Cable 1 x 6 mm <sup>2</sup> tipo NYY, 0,6/1,0 KV	m	205,00	0,90	184,50
5,09	Bandeja para pared en PVC de 0,1 x 0,6 m	m	79,00	37,91	2.994,50
	<b>SUB-TOTAL 5:</b>				<b>1.804.804,16</b>
<b>6,00</b>	<b>PARARRAYOS Y PUESTAS A TIERRA</b>				
6,01	Pararrayos tipo Franklin de cobre - acero, incluye mástil de A°G° de 8m y accesorios para sujeción	u	5,00	4.915,81	24.579,03
6,02	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> ), para Puesta a Tierra	m	1.505,00	7,74	11.641,18
6,03	Conductor de cobre recocido, cableado, de 70 mm <sup>2</sup> , para puesta a tierra	m	50,00	16,00	800,00
6,04	Conductor de cobre recocido, cableado, de 6 mm <sup>2</sup> , para puesta a tierra	m	154,00	1,10	169,40
6,05	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	7,00	47,74	334,18
6,06	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u	7,00	51,97	363,79
6,07	Soldadura exotérmica en "X" (150 g) para conductor - conductor de Cu 25 mm <sup>2</sup>	u	39,00	33,54	1.307,87
6,08	Soldadura exotérmica en "T" (115 g) para conductor - conductor de Cu 35 mm <sup>2</sup>	u	45,00	25,20	1.134,00
6,09	Molde para soldadura exotérmica en "X" conductor - conductor de Cu 25 mm <sup>2</sup>	u	8,00	938,23	7.505,84
6,10	Molde para soldadura exotermica en "T" conductor - conductor de Cu 35 mm <sup>2</sup>	u	9,00	606,26	5.456,34
6,11	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	u	7,00	5,34	37,38
6,12	Conector de Cobre tipo Perno Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	u	12,00	4,56	54,72
6,13	Grapa de conexión del conductor de puesta a tierra al marco de Al Anodizado del panel fotovoltaico	u	446,00	8,80	3.924,80
6,14	Cinta de señalización para conductor enterrado	m	1.465,00	0,57	835,05
	<b>SUB-TOTAL 6:</b>				<b>58.143,58</b>

<b>7,00</b>	<b>INSTALACIONES INTERIORES (SALA DE GENERACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN)</b>				
7,01	Caja de pase 100x50mm	u	2,00	33,31	66,62
7,02	Caja octogonal A°G° pesada 100 x 55	u	4,00	3,29	13,16
7,03	Caja rect. galvanizada pesada 100x100x55	u	8,00	7,04	56,32
7,04	Dado interruptor 15A-220V simple	u	2,00	6,15	12,30
7,05	Dado tomacorriente bipolar 15A / 220V	u	10,00	23,49	234,90
7,06	Placa de 1 huecos	u	3,00	2,66	7,98
7,07	Placa de 2 huecos	u	5,00	3,61	18,05
7,08	Conductor de cobre TW 4 mm²	m	105,20	1,88	197,78
7,09	Conductor de cobre TW 6 mm²	m	12,50	2,23	27,88
7,10	Tablero general 1-2x30A, 3-2x20A, diferencial 3-1x30mA y tablero en AG 220V	cjto	1,00	960,99	960,99
7,11	Luz de emergencia a batería t/seco recargable 2 flupresc.direccionable 9W 220V	u	3,00	150,31	450,93
7,12	Artefacto hermetico para adosar a techo/pared hermetico 2x36W 220V	u	6,00	125,18	751,08
7,13	Tubo PVC SAP Ø 20 mm	m	48,00	3,65	175,20
7,14	Tubo PVC SAP Ø 25 mm	m	17,00	3,04	51,68
7,15	Aire acondicionado 18000 BTU	u	2,00	1.300,00	2.600,00
7,16	Extintores portátiles contra incendio de 12 kg	u	1,00	160,15	160,15
	<b>SUB-TOTAL 7:</b>				<b>5.785,02</b>
	<b>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				<b>2.590.324,48</b>

**COSTOS DEL ESTUDIO****CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEP, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO****SECCIÓN I: SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA*****B: MONTAJE ELECTROMECAÁNICO***

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	MET		COSTO UNITARIO	TOTAL S/.
		Un.	Cant.		
<b>1,00</b>	<b><u>TRANSPORTE DE MATERIALES A PUNTO DE INSTALACIÓN</u></b>				
1,01	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de módulos fotovoltaicos 275 Wp. Inc. carga y descarga	u	446,00	13,29	5.927,34
1,02	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de soporte de aluminio para módulos FV. Inc. carga y descarga	u	29,00	88,64	2.570,56
1,03	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 5 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga	u	3,00	14,06	42,18
1,04	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 10 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga	u	29,00	19,79	573,91
1,05	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 13 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga	u	29,00	23,01	667,29
1,06	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Inversores Trifasico de Red de 50 KW. Inc. carga y descarga	u	3,00	60,86	182,58
1,07	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Tableros 3Ø 380 V. Inc. carga y descarga	u	1,00	51,90	51,90
1,08	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Soporte de para Inversores y Tablero 3Ø	u	4,00	32,80	131,20
1,09	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 70 mm <sup>2</sup> . Inc. carga y descarga	m	142,76	8,39	1.197,76
1,10	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 95 mm <sup>2</sup> . Inc. carga y descarga	m	428,28	9,95	4.261,39
1,11	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable Bandeja Portacable tipo Cesto y accesorios. Inc. carga y descarga	m	32,00	49,06	1.569,92
1,12	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 185 mm <sup>2</sup> . Inc. carga y descarga	m	53,00	12,03	637,59
1,13	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 240 mm <sup>2</sup> . Inc. carga y descarga	m	159,00	13,25	2.106,75
1,14	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Poste de Fibra de Vidrio de 9 m/300 daN y ferreterías respectivas. Inc. carga y descarga	cjto	4,00	279,35	1.117,40

1,15	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Tubo de A°G° de 76,2 mm diámetro x 6 m longitud y flejes de sujeción. Inc. carga y descarga	cjto	2,00	47,65	95,30
1,16	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, ferreterías y accesorios de Retenida Vertical. Inc. carga y descarga	cjto	4,00	61,56	246,24
1,17	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de módulos de acumulación de LiFePO4. Inc. carga y descarga	u	270,00	13,34	3.601,80
1,18	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de inversores bidireccionales. Inc. carga y descarga	u	27,00	31,61	853,47
1,19	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable del centro de distribución y transferencia de multiples clusters. Inc. carga y descarga	u	1,00	291,25	291,25
1,20	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable de conexión entre Cluster y Centro de distribución y transferencia - Cable 1 x 25 mm2 tipo N2XSY, 0,6/1,0 KV. Inc. carga y descarga	m	911,00	3,73	3.398,03
1,21	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de transformador tipo pedestal de 75 kVA Inc. carga, descarga y transporte manual	u	1,00	698,95	698,95
1,22	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de mastil de A°G° de 8m para pararrayos tipo Franklin y accesorios. Inc. carga y descarga	u	5,00	240,64	1.203,20
1,23	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de pararrayo tipo Franklin. Inc. carga y descarga	u	5,00	35,46	177,30
1,24	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG. Inc. carga y descarga	m	1505,00	3,54	5.327,70
1,25	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de conductor de cobre recocido, cableado, de 50 mm². Inc. carga y descarga	m	50,00	6,80	340,00
1,26	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de caja de registro de concreto para puesta a tierra. Inc. carga y descarga	u	7,00	21,90	153,30
1,27	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de piezas, ferreterías y accesorios para las Instalaciones Interiores de la Sala de Fuerza. Inc. carga y descarga	glb	1,00	998,11	998,11
1,28	Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de residuos sólidos del sistema de generación FV	glb	1,00	1.825,02	1.825,02
1,29	Transporte terrestre de residuos sólidos del sistema de generación FV	glb	1,00	2.250,22	2.250,22
	<b>SUB-TOTAL 1:</b>				<b>42.497,66</b>
<b>2,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE LA MATRIZ FOTOVOLTAICA</u></b>				
2,01	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)	m³	69,14	155,23	10.732,60
2,02	Cimentación para la estructura de soporte PvMax3	u	82,00	555,69	45.566,58
2,03	Montaje de la estructura soporte PvMax3 para los paneles solares	u	82,00	47,40	3.886,80
2,04	Montaje de la viga lateral de aluminio de 5 m para sujeción de los paneles solares	u	3,00	20,11	60,33
2,05	Montaje de la viga lateral de aluminio de 10 m para sujeción de los paneles solares	u	29,00	23,58	683,82

2,06	Montaje de la viga lateral de aluminio de 13 m para sujeción de los paneles solares	u	29,00	28,34	821,86
2,07	Instalación de los paneles solares policristalinos 275 Wp	u	446,00	29,29	13.063,34
2,08	Cableado y conexionado del conductor tipo solar 1x4 mm <sup>2</sup> del panel FV	m	1048,11	3,04	3.186,25
2,09	Instalación de soporte para inversores y/o tableros	u	4,00	72,83	291,32
2,10	Instalación de los inversores de red trifásicos en las estructuras de soporte	u	3,00	423,16	1.269,48
2,11	Instalación de tablero 3Ø de subdistribución	u	1,00	223,54	223,54
2,12	Instalación de bandeja Portacable tipo Cesto, tapa y accesorios de conexión y sujeción	u	32,00	57,49	1.839,68
2,13	Cableado y conexionado del conductor unipolar tipo N2XS Y 0,6/1 kV, 1 - 1 x 16 mm <sup>2</sup>	m	142,76	2,33	332,63
2,14	Cableado y conexionado del conductor unipolar tipo N2XS Y 0,6/1 kV, 1 - 1 x 25 mm <sup>2</sup>	m	428,28	2,59	1.109,25
	<b>SUB-TOTAL 2:</b>				<b>83.067,48</b>
<b>3,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE LA RED AÉREA</u></b>				
3,01	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)	m <sup>3</sup>	6,16	155,23	956,22
3,02	Excavación en Terreno Tipo II (Rocoso)	m <sup>3</sup>	0,00	191,17	0,00
3,03	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de F.V. de 9 m/300 daN	u	4,00	45,93	183,72
3,04	Cimentación con Concreto Ciclópeo de Poste de F.V. de 11m en Terreno Tipo III (Humedo)	u	4,00	197,90	791,60
3,05	Solado para poste de fibra de vidrio	u	4,00	24,24	96,96
3,06	Instalación de Retenida Vertical	u	4,00	59,65	238,60
3,07	Relleno y Compactación en Terreno Tipo III de Retenida	m <sup>3</sup>	4,22	60,25	254,26
3,08	Armado Tipo E3/S, sin caja de derivación para acometida	cjto	6,00	21,80	130,80
3,09	Tendido y Puesta en Flecha de Conductor Autoportante N2XS Y 3x70 + 1x50 mm <sup>2</sup>	m	53,00	44,51	2.359,03
	<b>SUB-TOTAL 3:</b>				<b>5.011,19</b>
<b>4,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL</u></b>				
4,01	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)	m <sup>3</sup>	4,52	155,23	701,64
4,02	Cimentación para el transformador tipo pedestal 50 KVA	u	1,00	2.377,69	2.377,69
4,03	Instalación del transformador tipo pedestal 50 KVA	u	1,00	812,13	812,13
	<b>SUB-TOTAL 4:</b>				<b>3.891,46</b>
<b>5,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE LA SALA DE FUERZA, CONTROL Y PROTECCIÓN</u></b>				
5,01	Instalaciones de baterías de LiFePO <sub>4</sub> , en soportes de A°G° para 72 unidades. Inc. instalación de protección con fusibles de 30A y accesorios de fijación	u	270,00	23,66	6.388,20
5,02	Instalación de Inversores bidireccionales 3Ø 6 KW para batería-Master, adosado a la pared. Inc. instalación de elementos de protección y de fusibles 6 x 250 A	u	9,00	573,81	5.164,29
5,03	Instalación de Inversores bidireccionales 3Ø 6 KW para batería-Esclavo, adosado a la pared	u	18,00	491,88	8.853,84

5,04	Conexión entre las baterías de LiFePO4 y los Inversores Bidireccionales 3Ø 6 KW	u	270,00	7,06	1.906,20
5,05	Instalación del Centro de Distribución y Transferencia (Multicluster), adosado a la pared	u	1,00	3.221,61	3.221,61
5,06	Conexión entre los inversores bidireccionales y el Centro de Distribución y Transferencia.	m	911,00	4,06	3.698,66
5,07	Adosado en pared de la bandeja de PVC de 0,1 x 0,6 m	m	79,00	21,82	1.723,78
	<b>SUB-TOTAL 5:</b>				<b>30.956,58</b>
<b>6,00</b>	<b><u>PARARRAYOS Y PUESTAS A TIERRA</u></b>				
6,01	Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)	m³	58,19	155,23	9.032,83
6,02	Instalación y conexión de malla de conductor de cobre 35 mm², con empalmes en "T", "X" y aplicación de cemento conductor, para la Planta Fotovoltaica	cjto	1,00	2.690,72	2.690,72
6,03	Montaje de mastil de A°G° de 8 m para soporte de pararrayo	u	5,00	315,13	1.575,65
6,04	Instalación de pararrayo tipo Franklin	u	5,00	86,61	433,05
6,05	Instalación de electrodo vertical tipo jabalina para conexión a malla de puesta a tierra	u	7,00	34,98	244,86
6,06	Traslado de tierra de préstamo	m³	73,27	54,82	4.016,66
6,07	Relleno y compactación con tierra propia, cernida	m³	51,92	68,03	3.532,12
6,08	Relleno y compactación con tierra de préstamo	m³	7,27	79,45	577,60
	<b>SUB-TOTAL 6:</b>				<b>22.103,49</b>
<b>7,00</b>	<b><u>INSTALACIONES INTERIORES</u></b>				
7,01	Instalación de tomacorrientes, luminarias, interruptores y tablero general	cjto	1,00	1.120,71	1.120,71
7,02	Instalación de conductores TW en pared	m	48,00	4,96	238,08
7,03	Instalación de extintores portátiles, alumbrados de emergencia y aire acondicionado	cjto	1,00	1.575,59	1.575,59
	<b>SUB-TOTAL 7:</b>				<b>2.934,38</b>
<b>8,00</b>	<b><u>PRUEBAS</u></b>				
8,01	Pruebas y puesta en servicio	glb	1,00	4.985,95	4.985,95
8,02	Expedientes Técnicos Final Conforme a Obra (1 propia, cernida + 3 Copias) y Planos de Concesión Rural de Central de Generación Solar, incluye la presentación digitalizada de Textos y Planos en CD.	glb	1,00	4.807,38	4.807,38
	<b>SUB-TOTAL 8:</b>				<b>9.793,33</b>
	<b>TOTAL MONTAJE ELECTROMECÁNICO</b>				<b>200.255,57</b>

**COSTOS DEL ESTUDIO****CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEP, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO****SECCIÓN I: SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA****C: OBRAS CIVILES**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	MET		COSTO UNITARIO	TOTAL S/.
		Un.	Cant.		
<b>I</b>	<b>ESTRUCTURAS:</b>				
<b>1,00</b>	<b><u>OBRAS PROVISIONALES</u></b>				
1,01	Movilizacion y desmovilizacion de equipos, herramientas y materiales	u	1,00	16.000,00	16.000,00
1,02	Almacen, oficina y guardiana	glb	1,00	4.400,00	4.400,00
1,03	Trazo, niveles y replanteo	m <sup>2</sup>	3600,00	1,53	5.508,00
1,04	Limpieza de terreno	m <sup>2</sup>	3600,00	3,44	12.384,00
	<b>SUB-TOTAL 1:</b>				<b>38.292,00</b>
<b>2,00</b>	<b><u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u></b>				
2,01	Corte c/equipo en terreno normal	m <sup>3</sup>	1554,38	11,60	18.030,81
2,02	Excavacion para estructuras en material suelto	m <sup>3</sup>	224,86	24,81	5.578,78
2,03	Relleno compactado c/equipo c/ material de prestamo	m <sup>3</sup>	612,99	31,49	19.303,06
2,04	Relleno compactado a mano	m <sup>3</sup>	20,95	49,64	1.039,96
2,05	Eliminacion de material procedente de excaciones	m <sup>3</sup>	1686,61	12,79	21.571,74
	<b>SUB-TOTAL 2:</b>				<b>65.524,35</b>
<b>3,00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u></b>				
3,01	Concreto f'c = 100 kg/cm2	m <sup>3</sup>	38,27	273,07	10.450,39
3,02	Concreto f'c=175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	7,76	333,67	2.589,28
	<b>SUB-TOTAL 3:</b>				<b>13.039,67</b>
<b>4,00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO (COLUMNAS, VIGAS, PISO Y TECHO ALIGERADO)</u></b>				
4,01	Concreto f'c =210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	79,27	431,83	34.231,16
4,02	Encofrado y desencofrado de pedestales	m <sup>2</sup>	480,06	47,47	22.788,45
4,03	Acero de refuerzo fy = 4,200 kg/cm2	kg	5678,67	4,20	23.850,41
	<b>SUB-TOTAL 4:</b>				<b>80.870,02</b>
<b>5,00</b>	<b><u>ACABADOS</u></b>				

5,01	Muro de ladrillo kk sogá tipo iv m:1:1:4 e=1.5cm	m <sup>2</sup>	126,5 2	69,65	8.812,12
5,02	Revoques y enlucidos	m <sup>2</sup>	253,0 5	27,30	6.908,27
5,03	Cielorraso c/mezcla c:a 1:5	m <sup>2</sup>	168,0 4	29,69	4.989,11
5,04	Piso de concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> e=0.10 m c/acabado frotachado (bruñado c/1.00 m)	m <sup>2</sup>	168,0 4	55,63	9.348,07
5,05	Cubierta, cerrajería, vidrios y pinturas	glb	1,00	4.381,68	4.381,68
	<b>SUB-TOTAL 5:</b>				<b>34.439,25</b>
	<b>TOTAL I - ESTRUCTURAS:</b>				<b>232.165,29</b>
<b>II</b>	<b>CERCO PERIMÉTRICO:</b>				
<b>6,00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
6,01	Excavación de zanjas	m <sup>3</sup>	17,53	43,37	760,28
6,02	Eliminación de material procedente de excavaciones	m <sup>3</sup>	20,15	12,79	257,72
	<b>SUB-TOTAL 6:</b>				<b>1.018,00</b>
<b>7,00</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
7,01	Concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> + 30 % p.g. p/cimientos	m <sup>3</sup>	17,53	259,62	4.551,14
7,02	Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> p/sobrecimientos	m <sup>3</sup>	17,15	342,41	5.872,33
7,03	Sobrecimiento.- encofrado y desencofrado	m <sup>2</sup>	44,08	40,48	1.784,36
	<b>SUB-TOTAL 7:</b>				<b>12.207,83</b>
<b>8,00</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>				
8,01	Malla fe galvanizado electrosoldada con cocada 2"x2"	m <sup>2</sup>	600,0 0	76,70	46.020,00
8,02	Porton metálica para cerco	u	1,00	2.500,00	2.500,00
8,03	Porton de plancha reforzada para sala de batería	u	3,00	4.134,00	12.402,00
	<b>SUB-TOTAL 8:</b>				<b>60.922,00</b>
	<b>TOTAL II - CERCO PERIMÉTRICO:</b>				<b>74.147,83</b>
	<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>306.313,12</b>

**COSTOS DEL ESTUDIO**

**CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEPA, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO**

**SECCIÓN I: SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTVOLTAICA**

***D: TRANSPORTE DE MATERIALES A ALMACÉN DE OBRA***

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	MET	PESO	FACTOR	COSTO UNIT		TOTAL	
		Und			Cant	kg		TRANSP
<b>1,00</b>	<b>GENERACION FOTVOLTAICA</b>							
1,01	Módulos Fotovoltaicos Policristalinos de 320 Wp, 72 celdas	u	449,00	20,00	1,80	38,42	96,04	60.372,54
1,02	Estructura de soporte de módulos fotovoltaicos con perfiles de aluminio sobre cimientos, para 2 filas de 10 módulos FV y altura mínima de 1,5 m	u	22,00	150,00	1,00	160,07	400,18	12.325,50
1,03	Estructura de soporte de módulos fotovoltaicos con perfiles de aluminio sobre cimientos, para 3 filas de 3 módulos FV y altura mínima de 1,5 m	u	1,00	72,00	1,00	76,83	192,09	268,92
0,00	<b>SUB-TOTAL 1:</b>							<b>72.966,96</b>
<b>2,00</b>	<b>SISTEMA DE INYECCION A RED</b>							
2,01	Inversores Trifasico de Red de 66 kW	u	2,00	900,00	2,00	1.920,85	4.802,13	13.445,96
2,02	Cable de conexión tipo solar 1 x 4 mm <sup>2</sup>	m	2.008,00	0,12	2,00	0,26	0,64	1.807,20
2,03	Cable de conexión NYY de caja de paralelaje a inversor de red 1 x 10 mm <sup>2</sup>	m	105,00	0,16	2,00	0,33	0,83	121,80
2,04	Terminales de unión tipo Pin para inversores	u	8,00	0,30	1,20	0,38	0,96	10,72
2,05	Terminales de unión tipo MC4 para cable tipo solar 1x6 mm <sup>2</sup>	u	94,00	0,35	1,20	0,45	1,12	147,58
2,06	Caja de paralelaje 5 entradas 1 salida con supresor de transitorios 400 V 25 kA, 5 ITM 1 x 15A y 1 ITM de 1 x 75 A	u	2,00	25,00	1,50	40,02	100,04	280,12
2,07	Caja de paralelaje 6 entradas 1 salida con supresor de transitorios 400 V 25 kA, 6 ITM 1 x 15A y 1 ITM de 1 x 125 A	u	2,00	27,00	1,50	43,22	108,05	302,54
2,08	Protección a la salida del Inversor (AC) - ITM 3 x 125 A	u	2,00	7,25	2,00	15,47	38,68	108,30
2,09	Soporte en A°G° para Inversor y/o Tablero de 856 x 536 mm y alto 1190 mm, inc. pernos de fijación	u	2,00	65,00	1,00	69,36	173,41	485,54
2,10	Tablero 3Ø 400 V con 2 ITM 3 x 125 A y 2 ITM 3 x 300 A	u	1,00	48,00	1,50	76,83	192,09	268,92

2,11	Transformador tipo Pedestal de Aislamiento 100 kVA 22,9/0,4 kV, Trifasico	u	1,00	570,00	2,00	1.216,54	3.041,35	4.257,89
2,14	Cable de tablero 3Ø 400 V hacia el transformador 22,9/0,4 kV - Cable 70 mm <sup>2</sup>	m	24,00	0,76	2,00	1,63	4,07	136,80
2,15	Tablero de distribución 100 kVA 22,9 kV, incluye accesorios	u	1,00	37,00	1,50	59,23	148,07	207,30
<b>3,00</b>	<b>SUB-TOTAL 2: TENDIDO DE CONDUCTOR POR BANDEJA</b>							<b>21.580,67</b>
3,01	Cable unipolar NYY 0,6/1 kV, 1 x 50 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	140,00	0,56	2,00	1,19	2,98	583,80
3,02	Bandeja Portacable tipo Cesto de 54 x 300 x 3000 mm	u	27,00	38,00	1,00	40,55	101,38	3.832,11
3,03	Eclisa de Unión de Bandejas Portacable tipo Cesto	u	54,00	5,90	1,00	6,30	15,74	1.190,16
3,04	Unión recta para Bandeja Portacable tipo Cesto	u	4,00	10,30	1,00	10,99	27,48	153,88
3,05	Unión tipo "T" para Bandeja Portacable tipo Cesto	u	1,00	12,75	1,00	13,61	34,02	47,63
3,06	Soporte de Bandeja tipo Cesto para sujeción en muro	u	108,00	2,30	1,00	2,45	6,14	927,72
3,07	Tapa para Bandeja tipo Cesto de longitud 2m, incluye seguros para sujeción	u	41,00	11,70	1,00	12,49	31,21	1.791,70
3,08	Grapa de puesta a tierra tipo GTR para bandeja tipo cesto	u	6,00	0,60	1,00	0,64	1,60	13,44
<b>4,00</b>	<b>SUB-TOTAL 3: RED AÉREA</b>							<b>8.540,44</b>
4,01	Cable unipolar N2XSY 0,6/1 kV, 1 x 50 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	53,00	0,37	2,00	0,79	1,97	146,28
4,02	Cable unipolar N2XSY 0,6/1 kV, 1 x 70 mm <sup>2</sup> (incluye terminales de conexión)	m	159,00	0,48	2,00	1,02	2,56	569,22
4,03	Alargador de A°G° de 1 m de longitud	u	3,00	13,50	1,00	14,41	36,02	151,29
4,04	Poste de Fibra de Vidrio Reforzado de 11 m/300 daN	u	4,00	82,00	1,50	131,26	328,15	1.837,64
4,05	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm <sup>2</sup>	u	6,00	0,32	1,00	0,34	0,85	7,14
4,06	Perno Ojo de A°G° de 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	6,00	0,60	1,00	0,64	1,60	13,44
4,07	Arandela Cuadrada Curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	6,00	0,03	1,00	0,03	0,08	0,66
4,08	Fleje de acero inoxidable de 19 mm provisto de hebilla	m	16,00	0,15	1,00	0,16	0,40	8,96
4,09	Tubo de A°G° de 76,2 mm diámetro x 6 m longitud	u	2,00	12,00	1,50	19,21	48,02	134,46
4,10	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	48,00	0,10	1,00	0,11	0,27	18,24
4,11	Perno Angular con Ojal Guardacabo de A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	4,00	0,60	1,00	0,64	1,60	8,96
4,12	Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, provisto de Ojal Guardacabo en un extremo; Tuerca y Contratuerca en el otro	u	4,00	3,70	1,00	3,95	9,87	55,28

4,13	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mmø	m	4,00	0,32	1,00	0,34	0,85	4,76
4,14	Grapa Paralela de A°G° de 152 mm de longitud, provista de tres pernos	u	8,00	1,00	1,00	1,07	2,67	29,92
4,15	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	8,00	0,03	1,00	0,03	0,08	0,88
<b>5,00</b>	<b>SUB-TOTAL 4:</b> <b>SISTEMA DE ACUMULACION E INVERSORES BIDIRECCIONALES - SALA DE FUERZA</b>							<b>2.987,13</b>
5,01	Banco de baterías de LiFePO4, incluido BMS	u	7,00	12,00	1,80	23,05	57,63	564,76
5,02	Set de Monitoreo y control remoto de baterías	u	1,00	42,00	1,50	67,23	168,07	235,30
5,03	Rack para 72 celdas de acumulación de LiFePO4	u	7,00	78,00	1,00	83,24	208,09	2.039,31
5,04	Inversores de bidireccional para batería- Master de 6,5 kW	u	1,00	45,00	1,80	86,44	216,10	302,54
5,05	Inversores de bidireccional para batería- Esclavos de 6,5 kW	u	20,00	45,00	1,80	86,44	216,10	6.050,80
5,06	Tablero de transferencia para conexión de inversores de red con clusters, incluye 1 ITM para inversores de red y 7 para los grupos de inversores (Clusters)	set	1,00	112,00	2,00	239,04	597,60	836,64
5,07	Cable de banco de baterías a cluster de inversores - Cable NYY 10 mm²	m	574,00	0,76	1,50	1,22	3,05	2.450,98
5,08	Cable de conexión entre Cluster y tablero de transferencia. Cable 1 x 6 mm² tipo NYY, 0,6/1,0 KV	m	205,00	0,16	1,20	0,20	0,50	143,50
5,09	Bandeja para pared en PVC de 0,1 x 0,6 m	m	79,00	25,00	1,50	40,02	100,04	11.064,74
<b>6,00</b>	<b>SUB-TOTAL 5:</b> <b>PARARRAYOS Y PUESTAS A TIERRA</b>							<b>23.688,57</b>
6,01	Pararrayos tipo Franklin de cobre - acero, incluye mastil de A°G° de 8m y accesorios para sujeción	u	5,00	160,00	1,00	170,74	426,86	2.988,00
6,02	Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG (21,15 mm²), para Puesta a Tierra	m	1.505,00	0,19	1,00	0,21	0,52	1.098,65
6,03	Conductor de cobre recocido, cableado, de 70 mm², para puesta a tierra	m	50,00	0,48	1,00	0,51	1,28	89,50
6,05	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	7,00	5,00	1,00	5,34	13,34	130,76
6,06	Caja Registro de Concreto para Puesta a Tierra 0,50 x 0,50 x 0,45 m	u	7,00	20,00	1,00	21,34	53,36	522,90
6,07	Soldadura exotermica en "X" (150 g) para conductor - conductor de Cu 25 mm²	u	39,00	1,10	1,00	1,17	2,93	159,90
6,08	Soldadura exotermica en "T" (115 g) para conductor - conductor de Cu 35 mm²	u	45,00	0,90	1,00	0,96	2,40	151,20
6,09	Molde para soldadura exotermica en "X" conductor - conductor de Cu 25 mm²	u	8,00	2,20	1,00	2,35	5,87	65,76
6,10	Molde para soldadura exotermica en "T" conductor - conductor de Cu 35 mm²	u	9,00	2,00	1,00	2,13	5,34	67,23
6,11	Conector de Bronce para Electrodo de 16 mm ø y Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm2)	u	7,00	0,30	1,00	0,32	0,80	7,84

6,12	Conector de Cobre tipo Perno Partido para Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cobre de 4 AWG (21,15 mm <sup>2</sup> )	u	12,00	0,20	1,00	0,21	0,53	8,88
6,13	Grapa de conexión del conductor de puesta a tierra al marco de Al Anodizado del panel fotovoltaico	u	446,00	0,20	1,00	0,21	0,53	330,04
6,14	Cinta de señalización para conductor enterrado	m	1.465,00	0,05	1,00	0,05	0,13	263,70
<b>7,00</b>	<b>SUB-TOTAL 6: INSTALACIONES INTERIORES (SALA DE GENERACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN)</b>							<b>5.884,36</b>
7,01	Caja de pase 100x50mm	U	2,00	0,22	1,00	0,23	0,59	1,64
7,02	Caja octogonal A°G° pesada 100 x 55	U	4,00	0,25	1,00	0,27	0,67	3,76
7,03	Caja rect. galvanizada pesada 100x100x55	u	8,00	0,42	1,00	0,45	1,12	12,56
7,04	Dado interruptor 15A-220V simple	u	2,00	0,50	1,00	0,53	1,33	3,72
7,05	Dado tomacorriente bipolar 15A / 220V	u	10,00	0,58	1,00	0,62	1,55	21,70
7,06	Placa de 1 huecos	u	3,00	0,27	1,00	0,29	0,72	3,03
7,07	Placa de 2 huecos	u	5,00	0,35	1,00	0,37	0,93	6,50
7,08	Conductor de cobre TW 4 mm <sup>2</sup>	m	105,20	0,15	1,00	0,16	0,40	58,91
7,09	Conductor de cobre TW 6 mm <sup>2</sup>	m	12,50	0,18	1,00	0,19	0,48	8,38
7,10	Tablero general 1-2x30A, 3-2x20A, diferencial 3-1x30mA y tablero en AG 220V	cjto	1,00	11,00	1,00	11,74	29,35	41,09
7,11	Luz de emergencia a batería t/seco recargable 2 flupresc.direccionable 9W 220V	u	3,00	3,50	1,00	3,73	9,34	39,21
7,12	Artefacto hermetico para adosar a techo/pared hermetico 2x36W 220V	u	6,00	11,00	1,00	11,74	29,35	246,54
7,13	Tubo PVC SAP Ø 20 mm	m	48,00	0,30	1,00	0,32	0,80	53,76
7,14	Tubo PVC SAP Ø 25 mm	m	17,00	0,38	1,00	0,41	1,01	24,14
7,15	Aire acondicionado 18000 BTU	u	2,00	210,00	1,00	224,10	560,25	1.568,70
7,16	Extintores portátiles contra incendio de 12 kg	u	1,00	12,00	1,00	12,81	32,01	44,82
	<b>SUB-TOTAL 7:</b>							<b>2.138,46</b>
	<b>TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES</b>							<b>137.786,59</b>

**COSTO GENERAL - SISTEMAS DE GENERACION FOTOVOLTAICA**

**CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEPA, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO**

<b>SECCIÓN I</b>	:	<b>SISTEMAS DE GENERACION FOTOVOLTAICA</b>	
<b>REGIÓN</b>	:	<b>LORETO</b>	
<b>PROVINCIA</b>	:	<b>CONDORCANQUI</b>	<b>FECHA: Octubre 2018</b>
<b>DISTRITO</b>	:	<b>EL CENEPA</b>	<b>T.C. (S/./US\$): 3,3</b>

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	2.590.324,48
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	200.255,57
C	OBRAS CIVILES	306.313,12
D	TRANSPORTE DE MATERIALES	137.786,59
E	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>3.234.679,76</b>
F	GASTOS GENERALES	360.465,24
G	UTILIDADES	271.185,53
	<b>COSTO TOTAL S/. (No incluye I.G.V.)</b>	<b>3.866.330,53</b>
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)	723.864,59
	<b>COSTO TOTAL (Incluye I.G.V.) S/.</b>	<b>4.590.195,12</b>

## CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.0 CONCLUSIONES

El presente trabajo tiene un costo total de 4.590.195,12 nuevos soles que ha permitido determinar los componentes del Sistemas de Generación Fotovoltaica (SGFV)

Cubrirá la demanda de energía de los abonados de la localidad beneficiada, con una capacidad instalada de 140 kWp, con capacidad de transformación DC/AC de 156 kVA, y el sistema tendrá los siguientes componentes principales:

#### 5.1. INVERSORES

- 2 inversores de red con capacidad de transformación DC/AC de 66 kVA nominales cada uno.
- Cada uno de los 2 inversores cuenta con 4 entradas MPPT, en los cuales se puede conectar múltiples cadenas de módulos fotovoltaicos denominados strings. Los 440 módulos fotovoltaicos de 320 Wp se conectan a cada uno de los inversores de la siguiente forma:

<b>INVERSOR 1</b>		<b>INVERSOR 2</b>	
<b>Entrada A:</b>	5 strings de 20 módulos FV (32 kWp)	<b>Entrada A:</b>	5 string de 20 módulos FV (32 kWp)
<b>Entrada B:</b>	6 strings de 20 módulos FV c/1 (38.4 kWp)	<b>Entrada B:</b>	6 strings de 20 módulos FV c/1 (38.4 kWp)
<b>Entrada C:</b>		<b>Entrada C:</b>	
<b>Entrada D:</b>		<b>Entrada D:</b>	

## **5.2. El Sistema de Protección externa e interna** (integral) contra rayos y sobretensiones Clase III.

La Protección externa para toda la infraestructura de los SGFV, está diseñada para evitar las descargas directas de corrientes de rayos de 10 a 100 kA, equipada con captadores tipo puntas Franklin adecuadamente instalados y conductores derivadores de Cobre duro de 50 mm<sup>2</sup> para transporte de la corriente del rayo al sistema equipotencial de puesta a tierra.

La Protección interna para reducir el daño de los materiales y equipos debido a las sobretensiones causadas por la variación de los campos electromagnéticos por el accionar de la protección externa ante las descargas directas en las instalaciones, las descargas no directas por la llegada de las sobretensiones tipo rayo a través de las líneas aéreas o el impacto de rayos en la vecindad de los SGFV; por lo cual se considera el equipamiento de descargadores de sobretensión por corriente de rayo Tipo II, con capacidades mínimas de derivación de 50 kA - 10/350 us y 25 kA - 8/20 us; asimismo, considera que los conductores colectores del campo fotovoltaico hacia los Inversores de Red serán de Tipo Solar de 4 mm<sup>2</sup> de sección.

## **5.3. El Sistema de Puesta a Tierra:**

Está diseñado bajo el principio de la equipotencialidad para toda la instalación, mediante la unión directa a la malla profunda de puesta tierra de todos los sistemas metálicos y la unión directa de los conductores activos a través los

descargadores de sobretensión por corriente de rayo. La malla profunda de puesta a tierra tendrá un valor máximo de resistencia de puesta equivalente a 10 Ohm, construida con conductores de Cobre Duro de 4 AWG, con uniones mediante soldadura exotérmica y con pozos de puesta a tierra equipados con electrodos verticales de 16 mm de diámetro y 2,40 m de longitud y con cajas de registros.

#### **5.4. Sistemas de Inversores Bidireccionales de Batería**

Los Sistema de Inversores Bidireccionales de Batería nos permitirán almacenar energía en los bancos de batería o retirar energía dependiendo del comportamiento de la generación y consumo de la demanda eléctrica. Este sistema tiene los siguientes componentes principales:

- 7 grupos de inversores, cada uno de los cuales está conformado por 3 inversores bidireccionales de 6.5 kW conectados formando un sistema trifásico con capacidad de soportar una potencia continua de 136.5 kW.
- Cada grupo de inversores (clúster) contará con un banco de baterías conformado por 72 módulos de baterías de Litio Fierro Fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ ) conectadas en paralelo.
- La conexión de grupos de inversores se realizará en un bus AC por lo que cada grupo de inversores irá conectado a un Tablero de Corriente Alterna de Almacenamiento.

### **5.5. Tablero General de Corriente Alterna**

Permite el acoplamiento de la fuente de generación Fotovoltaica con el sistema de almacenamiento (Inversores bidireccionales) y el transformador de salida hacia las redes secundarias.

### **5.6. Transformador de Aislamiento**

se contarán con dos Transformadores de Aislamiento:

- Un Transformador de Aislamiento tipo Pedestal de 100 kVA 10/0.4 kV para la salida de la central de generación hacia la red secundaria. Con llegada subterránea al secundario mediante cables para baja tensión tipo NYY de 70 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV y salida aérea para cables unipolares tipo NXSy 240 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 Kv.
- Un Transformador de Aislamiento tipo Pedestal de 100 kVA 0,4/0,4-0,23 kV para la conexión entre el sistema de generación y el sistema de almacenamiento (inversores bidireccionales y baterías). Con llegada por canaleta mediante cables para baja tensión tipo NYY de 95 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV y salida por canaleta para cables unipolares tipo NYY 95 mm<sup>2</sup> unipolares en 0,6/1 kV,

### **5.7. Sistema de Generación Térmica:**

El Centro de Distribución y Transferencia cuenta con disponibilidad para ser alimentado con un Sistema de Generación Térmica: un grupo electrógeno de 3Ø 380V, a ser instalado en el patio de generación de la Central.

## **6.0. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la radiación solar mínima del lugar donde se desea implementar un sistema Solar fotovoltaico para así poder satisfacer la demanda del consumidor
- El estado de los paneles debe mantenerse limpio para que pueda recepcionar de forma apropiada los rayos solares.

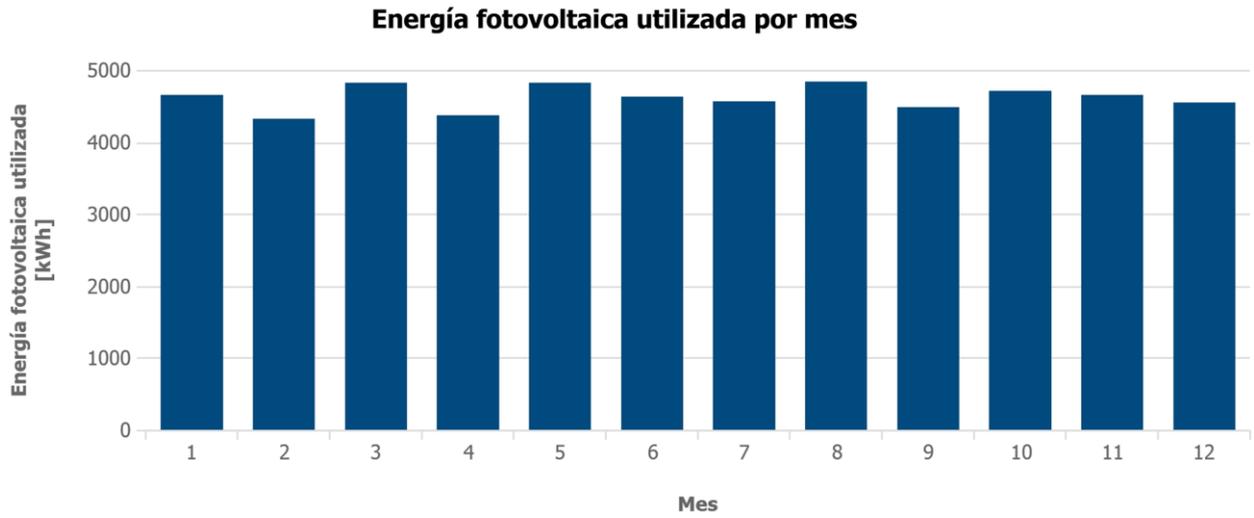
## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ATLAS PERU, Incidencias de radiación anual
- Manual para la evaluación técnica económica de “Sistemas Fotovoltaico Interconectados a la red apoyados a través del Programa de Fideicomiso de riego compartido.
- Base de datos de irradiancia o radiación solar global para sistemas fotovoltaicos (Programa o software PVsyst 6.8.1- versión demo)
- Google earth.
- <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art67/int67.htm>.
- Senamhi. Atlas de energía solar del Perú 2003

## ANEXOS

### ANEXO 1: RESULTADOS MENSUALES DE SIMULACION

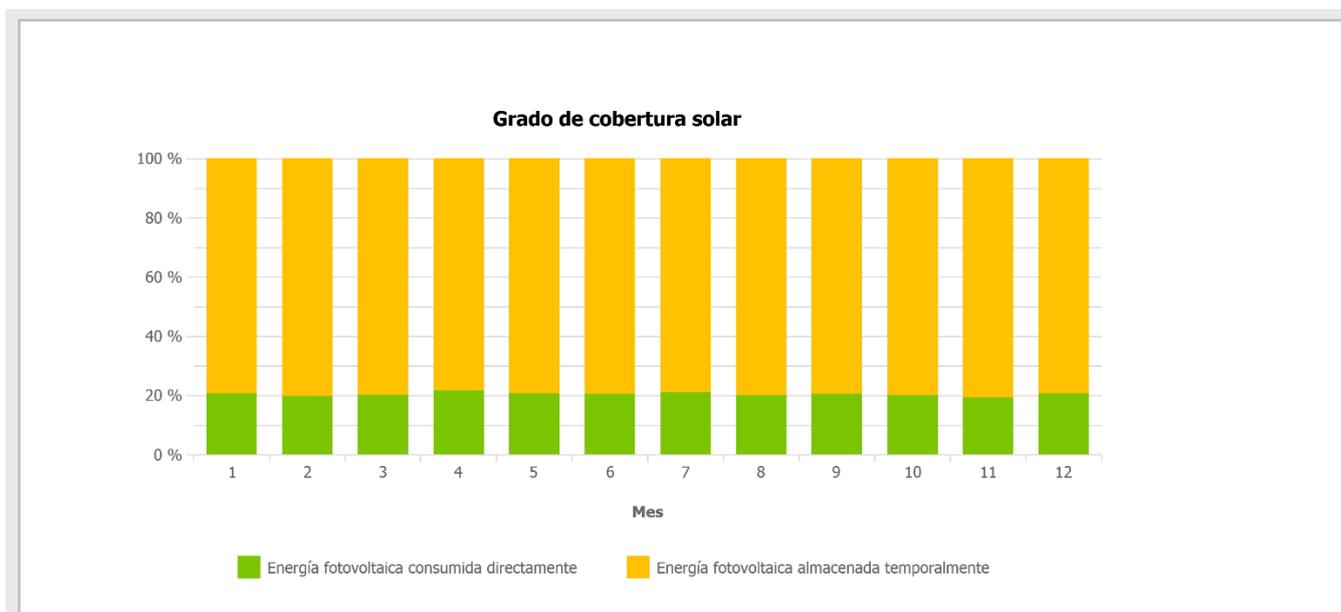
Diagrama



Tabla

Mes	Energía fotovoltaica máx. disponible [kWh]	Energía fotovoltaica utilizada [kWh]	Consumo [kWh]	Grado de cobertura solar
1	14270	4638	3828	100 %
2	14239	4309	3365	100 %
3	16644	4809	3709	100 %
4	17495	4360	3555	100 %
5	17106	4809	3828	100 %
6	17004	4613	3555	100 %
7	17621	4551	3709	100 %
8	18208	4824	3828	100 %
9	18444	4466	3435	100 %
10	17557	4694	3828	100 %
11	14468	4642	3674	100 %
12	15176	4536	3590	100 %

## GRADO DE COBERTURA SOLAR Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE (AÑO 20)



Mes	Grado de cobertura solar [%]	Porcentaje de energía fotovoltaica utilizada [%]	Consumo de energía total combustible [l]
1	100	33	0
2	100	30	0
3	100	29	0
4	100	25	0
5	100	28	0
6	100	27	0
7	100	26	0
8	100	26	0
9	100	24	0
10	100	27	0
11	100	32	0
12	100	30	0

Los resultados mostrados son valores aproximados basados en la información estimada del perfil de carga y el crecimiento del consumo de la población. Los resultados se calculan matemáticamente basándose en suposiciones estandarizadas. Sin embargo, los resultados de servicio reales dependen en gran medida de las condiciones de irradiación reales, de la eficiencia real y de las condiciones operativas de los grupos electrógenos, así como del comportamiento de consumo particular, y por lo tanto pueden diferir de los resultados calculados.

## ANEXO 2: CABLEADO DE LOS MODULOS FV AL INVERSOR

### Cable del módulo fotovoltaico hasta el Inversor

#### Datos:

Distancia Máxima a recorrer en string:	30 mt
Caída de Tensión admisible	1%
Corriente Máxima (Isc)	7,23 A
Temperatura ambiente	37 °C
Voltaje máximo del string (Voc x 1)	708,4 Vdc

#### Primer cálculo de la sección del cable

$$S_1 = \frac{2xLxI_{max-conex} \times \gamma_{20^{\circ}C}}{\Delta V\% \times V_{sistema}}$$

Donde:

<i>Longitud del cableado (L)</i>	=	30 mt
<i>Corriente Max de la conexión (I<sub>max-conex</sub>)</i>	=	7,23 A
<i>Caída de tensión permitida (ΔV%)</i>	=	1%
<i>Voltaje del sistema (V<sub>sistema</sub>)</i>	=	708,4 Vdc
<i>Resistividad a 20°C (γ<sub>20°C</sub>)</i>	=	0,01786 W x mm <sup>2</sup> / m
Sección (S1)	=	2,812 mm <sup>2</sup>
Este valor nos sugiere utilizar un cable de	=	4,0 mm <sup>2</sup> .

#### Temperatura real del cable

$$T_{trab} = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \times \left( \frac{I_{max-conex}}{I_{max-cable}} \right)^2$$

Donde:

∴		
<i>Temperatura ambiente (T<sub>amb</sub>)</i>	=	37 °C
<i>Temp. max que soporta el cable (T<sub>max</sub>)</i>	=	90 °C
<i>Corriente max. de la conexión (I<sub>max-conex</sub>)</i>	=	11,88 A
<i>Corriente max. del cable (I<sub>max-cable</sub>)</i>	=	34,5 A (para 4 mm <sup>2</sup> )

Entonces:

<i>Temperatura de trabajo (T<sub>trab</sub>)</i>	=	45,02 °C
--	---	----------

**Resistividad del cable a la temperatura de trabajo del cable**

$$\gamma_{Ttrab} = \gamma_{20^{\circ}C} \times (1 + 0.00392 \times (T_{trab} - 20^{\circ}C))$$

Entonces:

$$\text{Resistividad temp. trabajo del cable } (\gamma_{Ttrab}) \quad 0,0195$$

**Verificación de la sección del cable a la temperatura de trabajo**

$$S_2 = \frac{2 \times L \times I_{max-conex} \times \gamma_{Ttrab}}{\Delta V \% \times V_{sistema}}$$

$$\text{Sección } (S_2) \quad = \quad 3,086 \text{ mm}^2$$

**Verificación de la Máxima Corriente admitida del cable:**

Se considera 34 A como corriente máxima del cable de 4 mm<sup>2</sup> en instalaciones aéreas.  
Valor que es superior a los 7,23 amperios de la corriente del circuito

**Cable seleccionado**

**Cable de Cu tipo solar de 4 mm<sup>2</sup> de sección, unipolar**

### ANEXO 3

ESTUDIO : CREACION E INSTALACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA RURAL DE LA LOCALIDAD DE HUAMPAMI DEL DISTRITO DEL CENEPA, PROVINCIA DE CONDORCANQUI - LORETO

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de módulos fotovoltaicos 275 Wp. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 48,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	10,14	0,51	
Sub-total				0,51	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,08	27,31	2,18	
Oficial	1,00 h-h	0,17	17,03	2,90	
Peón	2,00 h-h	0,33	15,34	5,06	
Sub-total				10,14	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,03	85,00	2,13	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	10,14	0,51	
Sub-total				2,64	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>13,29</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de soporte de aluminio para módulos FV. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 10,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	73,63	3,68	
Sub-total				3,68	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,40	27,31	10,92	
Oficial	1,00 h-h	0,80	17,03	13,62	
Peón	4,00 h-h	3,20	15,34	49,09	
Sub-total				73,63	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,09	85,00	7,65	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	73,63	3,68	
Sub-total				11,33	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>88,64</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 8 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 55,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	8,91	0,45	
Sub-total				0,45	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,07	27,31	1,91	
Oficial	1,00 h-h	0,15	17,03	2,55	
Peón	2,00 h-h	0,29	15,34	4,45	
Sub-total				8,91	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,05	85,00	4,25	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	8,91	0,45	
Sub-total				4,70	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>14,06</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 10 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 37,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	13,35	0,67	
Sub-total				0,67	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,11	27,31	3,00	
Oficial	1,00 h-h	0,22	17,03	3,75	
Peón	2,00 h-h	0,43	15,34	6,60	
Sub-total				13,35	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,06	85,00	5,10	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	13,35	0,67	
Sub-total				5,77	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>19,79</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 12 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 30,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	16,28	0,81	
Sub-total				0,81	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,13	27,31	3,55	
Oficial	1,00 h-h	0,27	17,03	4,60	
Peón	2,00 h-h	0,53	15,34	8,13	
Sub-total				16,28	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,08	85,00	6,80	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	16,28	0,81	
Sub-total				7,61	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>24,70</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de viga lateral de aluminio de 13 m para sujeción de los paneles solares. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 33,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	14,73	0,74		
Sub-total				0,74		
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,12	27,31	3,28	
Oficial	1,00	h-h	0,24	17,03	4,09	
Peón	2,00	h-h	0,48	15,34	7,36	
Sub-total				14,73		
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,08	85,00	6,80	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	14,73	0,74		
Sub-total				7,54		
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>23,01</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Inversores Trifasico de Red de 50 KW. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 11,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	44,50	2,23		
Sub-total				2,23		
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,36	27,31	9,83	
Oficial	1,00	h-h	0,73	17,03	12,43	
Peón	2,00	h-h	1,45	15,34	22,24	
Sub-total				44,50		
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,14	85,00	11,90	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	44,50	2,23		
Sub-total				14,13		
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>60,86</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Tableros 3Ø 380 V. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 13,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	37,90	1,90	
Sub-total				1,90	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,31	27,31	8,47	
Oficial	1,00 h-h	0,62	17,03	10,56	
Peón	2,00 h-h	1,23	15,34	18,87	
Sub-total				37,90	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,12	85,00	10,20	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	37,90	1,90	
Sub-total				12,10	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>51,90</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Soporte de para Inversores y Tablero 3Ø**

UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 24,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	20,54	1,03	
Sub-total				1,03	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,17	27,31	4,64	
Oficial	1,00 h-h	0,33	17,03	5,62	
Peón	2,00 h-h	0,67	15,34	10,28	
Sub-total				20,54	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,12	85,00	10,20	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	20,54	1,03	
Sub-total				11,23	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>32,80</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 70 mm<sup>2</sup>. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m.

RENDIMIENTO : 65,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	7,52	0,38	
Sub-total				0,38	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,06	27,31	1,64	
Oficial	1,00 h-h	0,12	17,03	2,04	
Peón	2,00 h-h	0,25	15,34	3,84	
Sub-total				7,52	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0013	85,00	0,11	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	7,52	0,38	
Sub-total				0,49	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>8,39</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 95 mm<sup>2</sup>. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m.

RENDIMIENTO : 55,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	8,91	0,45	
Sub-total				0,45	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,07	27,31	1,91	
Oficial	1,00 h-h	0,15	17,03	2,55	
Peón	2,00 h-h	0,29	15,34	4,45	
Sub-total				8,91	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0016	85,00	0,14	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	8,91	0,45	
Sub-total				0,59	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>9,95</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable Bandeja Portacable tipo Cesto y accesorios. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m

RENDIMIENTO : 10,0 m/dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	40,34	2,02	
Sub-total				2,02	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,08	27,31	2,18	
Oficial	1,00 h-h	0,80	17,03	13,62	
Peón	2,00 h-h	1,60	15,34	24,54	
Sub-total				40,34	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,05	85,00	4,68	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	40,34	2,02	
Sub-total				6,70	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>49,06</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 185 mm². Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m.

RENDIMIENTO : 46,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	10,73	0,54	
Sub-total				0,54	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,09	27,31	2,46	
Oficial	1,00 h-h	0,17	17,03	2,90	
Peón	2,00 h-h	0,35	15,34	5,37	
Sub-total				10,73	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0026	85,00	0,22	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	10,73	0,54	
Sub-total				0,76	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>12,03</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable unipolar N2XSY 1 x 240 mm<sup>2</sup>. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : m.  
 RENDIMIENTO : 42,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	11,80	0,59	
Sub-total				0,59	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,10	27,31	2,73	
Oficial	1,00 h-h	0,19	17,03	3,24	
Peón	2,00 h-h	0,38	15,34	5,83	
Sub-total				11,80	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0032	85,00	0,27	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	11,80	0,59	
Sub-total				0,86	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>13,25</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Poste de Fibra de Vidrio de 9 m/300 daN y ferreterías respectivas. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 2,0 Un/dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	245,46	12,27	
Sub-total				12,27	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	2,00	27,31	54,62	
Oficial	1,00 h-h	4,00	17,03	68,12	
Peón	2,00 h-h	8,00	15,34	122,72	
Sub-total				245,46	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,11	85,00	9,35	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	245,46	12,27	
Sub-total				21,62	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>279,35</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Tubo de A°G° de 76,2 mm diámetro x 6 m longitud y flejes de sujeción. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : u.

RENDIMIENTO : 10,0 u./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	40,34	2,02	
Sub-total				2,02	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,08	27,31	2,18	
Oficial	1,00 h-h	0,80	17,03	13,62	
Peón	2,00 h-h	1,60	15,34	24,54	
Sub-total				40,34	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,035	85,00	3,27	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	40,34	2,02	
Sub-total				5,29	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>47,65</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Varilla de Anclaje de A°G° de 16 mm Ø x 2,40 m, ferreterías y accesorios de Retenida Vertical. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : u.

RENDIMIENTO : 8,0 u./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	50,44	2,52	
Sub-total				2,52	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,10	27,31	2,73	
Oficial	1,00 h-h	1,00	17,03	17,03	
Peón	2,00 h-h	2,00	15,34	30,68	
Sub-total				50,44	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,065	85,00	6,08	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	50,44	2,52	
Sub-total				8,60	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>61,56</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de módulos de acumulación de LiFePO4. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 50,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	9,81	0,49		
				Sub-total	0,49	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,08	27,31	2,18	
Oficial	1,00	h-h	0,16	17,03	2,72	
Peón	2,00	h-h	0,32	15,34	4,91	
				Sub-total	9,81	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,03	85,00	2,55	049
Herramientas 5% mano de obra		%	5,00	9,81	0,49	
				Sub-total	3,04	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>13,34</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de inversores bidireccionales. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 21,0 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	23,32	1,17		
				Sub-total	1,17	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,19	27,31	5,19	
Oficial	1,00	h-h	0,38	17,03	6,47	
Peón	2,00	h-h	0,76	15,34	11,66	
				Sub-total	23,32	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,07	85,00	5,95	049
Herramientas 5% mano de obra		%	5,00	23,32	1,17	
				Sub-total	7,12	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>31,61</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable del centro de distribución y transferencia de multiples clusters. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 2,0 Un/dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	245,46	12,27		
				Sub-total	12,27	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	2,00	27,31	54,62	
Oficial	1,00	h-h	4,00	17,03	68,12	
Peón	2,00	h-h	8,00	15,34	122,72	
				Sub-total	245,46	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,25	85,00	21,25	049
Herramientas 5% mano de obra		%	5,00	245,46	12,27	
				Sub-total	33,52	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>291,25</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable de conexión entre Cluster y Centro de distribución y transferencia - Cable 1 x 25 mm2 tipo N2XSJ, 0,6/1,0 KV. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m.

RENDIMIENTO : 150,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.		
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	3,36	0,17		
				Sub-total	0,17	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,03	27,31	0,82	
Oficial	1,00	h-h	0,05	17,03	0,85	
Peón	2,00	h-h	0,11	15,34	1,69	
				Sub-total	3,36	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Lancha 4 ton.	1,00	ton	0,0003	85,00	0,03	049
Herramientas 5% mano de obra		%	5,00	3,36	0,17	
				Sub-total	0,20	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>3,73</b>		

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de transformador tipo pedestal de 75 kVA Inc. carga, descarga y transporte manual**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 2,5 Un/dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	558,13	27,91	
Sub-total				27,91	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	1,60	27,31	43,70	
Operario	1,00 h-h	3,20	21,01	67,23	
Oficial	1,00 h-h	3,20	17,03	54,50	
Peón	8,00 h-h	25,60	15,34	392,70	
Sub-total				558,13	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	1,00	85,00	85,00	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	558,13	27,91	
Sub-total				112,91	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>698,95</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de mastil de A°G° de 8m para pararrayos tipo Franklin y accesorios. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : u.  
 RENDIMIENTO : 2,0 u./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	201,76	10,09	
Sub-total				10,09	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,40	27,31	10,92	
Oficial	1,00 h-h	4,00	17,03	68,12	
Peón	2,00 h-h	8,00	15,34	122,72	
Sub-total				201,76	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,20	85,00	18,70	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	201,76	10,09	
Sub-total				28,79	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>240,64</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de pararrayo tipo Franklin. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : u.  
 RENDIMIENTO : 14,0 u./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	28,84	1,44	
Sub-total				1,44	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,06	27,31	1,64	
Oficial	1,00 h-h	0,57	17,03	9,71	
Peón	2,00 h-h	1,14	15,34	17,49	
Sub-total				28,84	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,04	85,00	3,74	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	28,84	1,44	
Sub-total				5,18	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>35,46</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de Cable de Acero con Recubrimiento Metalúrgico de Cu de 4 AWG. Inc. carga y descarga**  
 UNIDAD : m.  
 RENDIMIENTO : 160,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	3,20	0,16	
Sub-total				0,16	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,03	27,31	0,82	
Oficial	1,00 h-h	0,05	17,03	0,85	
Peón	2,00 h-h	0,10	15,34	1,53	
Sub-total				3,20	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0002	85,00	0,02	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	3,20	0,16	
Sub-total				0,18	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>3,54</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de conductor de cobre recocido, cableado, de 50 mm<sup>2</sup>. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : m.

RENDIMIENTO : 80,0 m./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	6,14	0,31	
				Sub-total	0,31
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,05	27,31	1,37	
Oficial	1,00 h-h	0,10	17,03	1,70	
Peón	2,00 h-h	0,20	15,34	3,07	
				Sub-total	6,14
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,00 ton	0,0004	85,00	0,04	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	6,14	0,31	
				Sub-total	0,35
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>6,80</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de caja de registro de concreto para puesta a tierra. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : u.

RENDIMIENTO : 25,0 u./dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	16,09	0,80	
				Sub-total	0,80
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,10 h-h	0,03	27,31	0,82	
Oficial	1,00 h-h	0,32	17,03	5,45	
Peón	2,00 h-h	0,64	15,34	9,82	
				Sub-total	16,09
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	1,10 ton	0,045	85,00	4,21	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	16,09	0,80	
				Sub-total	5,01
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>21,90</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de piezas, ferreterías y accesorios para las Instalaciones Interiores de la Sala de Fuerza. Inc. carga y descarga**

UNIDAD : global

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

44% CALIFICADA 56% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%	5,00	872,60	43,63	039
Sub-total				43,63	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	h-h	4,00	27,31	109,24	047
Oficial	h-h	16,00	17,03	272,48	047
Peón	h-h	32,00	15,34	490,88	047
Sub-total				872,60	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	ton	0,45	85,00	38,25	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	872,60	43,63	048
Sub-total				81,88	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>998,11</b>	

PARTIDA : **Transporte en terreno llano sin acceso carrozable de residuos sólidos del sistema de generación FV**

UNIDAD : global

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS

45% CALIFICADA 55% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%	5,00	1350,02	67,50	039
Sub-total				67,50	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	h-h	10,00	27,31	273,10	047
Oficial	h-h	20,00	17,03	340,60	047
Peón	h-h	48,00	15,34	736,32	047
Sub-total				1350,02	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Lancha 4 ton.	ton	4,0	85,00	340,00	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	1350,02	67,50	048
Sub-total				407,50	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1825,02</b>	

PARTIDA : **Transporte terrestre de residuos sólidos del sistema de generación FV**

UNIDAD : global

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN  
LOS COSTOS

72% CALIFICADA

28% NO  
CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%	5,00	1077,26	53,86	039
Sub-total				53,86	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	h-h	8,00	27,31	218,48	047
Oficial	h-h	18,00	17,03	306,54	047
Peón	h-h	36,00	15,34	552,24	047
Sub-total				1077,26	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	1077,26	53,86	048
Moto furgón	h-m	36,00	29,59	1065,24	048
Sub-total				1119,10	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>2250,22</b>	

PARTIDA : **Excavación en Terreno Tipo I (Arcilloso y Conglomerado)**

UNIDAD : m<sup>3</sup>

RENDIMIENTO : 8,0 m<sup>3</sup>/día

PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN  
LOS COSTOS

6% CALIFICADA

94% NO  
CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Yeso,estacas,cordel,etc)	%	5,00	48,75	2,44	039
Sub-total				2,44	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,1 h-h	0,10	27,31	2,73	047
Peón	3 h-h	3,00	15,34	46,02	047
Sub-total				48,75	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	48,75	2,44	048
Sub-total				2,44	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>53,63</b>	

PARTIDA : **Excavación en Terreno Tipo II (Rocoso)**  
 UNIDAD : m<sup>3</sup>  
 RENDIMIENTO : 9,0 m<sup>3</sup>/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 34% CALIFICADA 66% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)	
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Yeso, estacas, cordel, etc)	%	5,00	62,12	3,11	039	
				Sub-total	3,11	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,1	h-h	0,09	27,31	2,46	047
Operario	1,0	h-h	0,89	21,01	18,70	047
Peón	3,0	h-h	2,67	15,34	40,96	047
				Sub-total	62,12	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Compresor Neumático, perforador y barrenos ( incluye Explosivos, fulminantes y mechas)	1,000	h-m	0,89	138,01	122,83	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	62,12	3,11	048	
				Sub-total	125,94	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>191,17</b>		

PARTIDA : **Excavación en Terreno Tipo III (Húmedo)**  
 UNIDAD : m<sup>3</sup>  
 RENDIMIENTO : 6,0 m<sup>3</sup>/día  
 PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 34% CALIFICADA 66% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)	
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Yeso, estacas, cordel, etc)	%	5,00	92,85	4,64	039	
				Sub-total	4,64	
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,1	h-h	0,13	27,31	3,55	047
Operario	1,0	h-h	1,33	21,01	27,94	047
Peón	3,0	h-h	4,00	15,34	61,36	047
				Sub-total	92,85	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Carreta de Transporte	1,500	h-m	2,00	26,55	53,10	049
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	92,85	4,64	048	
				Sub-total	57,74	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>155,23</b>		

PARTIDA : **Cimentación para la estructura de soporte PvMax3**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 12,00 Un/dia

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)	
<b>MATERIALES</b>						
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%MO	5,00	43,49	2,17	021	
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0,80	431,83	345,90		
Acero ASTM grado 60, fy=4,200 kg/cm2	kg	30,00	2,00	60,00		
Encofrado	m²	1,15	88,66	101,96		
			Sub-total	510,03		
<b>MANO DE OBRA</b>						
Capataz	0,50	h-h	0,33	27,31	9,01	047
Operario	1,00	h-h	0,67	21,01	14,08	047
Peón	2,00	h-h	1,33	15,34	20,40	047
			Sub-total	43,49		
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>						
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	43,49	2,17	049	
			Sub-total	2,17		
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>555,69</b>		

PARTIDA : **Montaje de la estructura soporte PvMax3 para los paneles solares**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 10,00 Un/dia

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	41,35	2,07	
			Sub-total	2,07	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50	h-h	0,40	27,31	10,92
Operario	1,00	h-h	0,80	21,01	16,81
Oficial	1,00	h-h	0,80	17,03	13,62
			Sub-total	41,35	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00	h-m	1,65	2,64	049
Escalera	1,00	h-m	0,80	1,67	1,34
			Sub-total	3,98	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>47,40</b>	

PARTIDA : **Montaje de la viga lateral de aluminio de 5 m para sujeción de los paneles solares**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 21,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	17,36	0,87	
				Sub-total	0,87
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,13	27,31	3,55	
Operario	1,00 h-h	0,38	21,01	7,98	
Peón	1,00 h-h	0,38	15,34	5,83	
				Sub-total	17,36
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	0,76	1,65	1,25	049
Escalera	1,00 h-m	0,38	1,67	0,63	
				Sub-total	1,88
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>20,11</b>	

PARTIDA : **Montaje de la viga lateral de aluminio de 10 m para sujeción de los paneles solares**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 18,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	20,36	1,02	
				Sub-total	1,02
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,16	27,31	4,37	
Operario	1,00 h-h	0,44	21,01	9,24	
Peón	1,00 h-h	0,44	15,34	6,75	
				Sub-total	20,36
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	0,89	1,65	1,47	049
Escalera	1,00 h-m	0,44	1,67	0,73	
				Sub-total	2,20
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>23,58</b>	

PARTIDA : **Montaje de la viga lateral de aluminio de 12 m para sujeción de los paneles solares**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 16,50 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	22,08	1,10	
				Sub-total	1,10
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,17	27,31	4,64	
Operario	1,00 h-h	0,48	21,01	10,08	
Peón	1,00 h-h	0,48	15,34	7,36	
				Sub-total	22,08
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	0,97	1,65	1,60	049
Escalera	1,00 h-m	0,48	1,67	0,80	
				Sub-total	2,40
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>25,58</b>	

PARTIDA : **Montaje de la viga lateral de aluminio de 13 m para sujeción de los paneles solares**  
 UNIDAD : Un.  
 RENDIMIENTO : 15,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	24,46	1,22	
				Sub-total	1,22
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,19	27,31	5,19	
Operario	1,00 h-h	0,53	21,01	11,14	
Peón	1,00 h-h	0,53	15,34	8,13	
				Sub-total	24,46
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	1,07	1,65	1,77	049
Escalera	1,00 h-m	0,53	1,67	0,89	
				Sub-total	2,66
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>28,34</b>	

PARTIDA : **Instalación de los paneles solares policristalinos 275**  
**Wp**  
UNIDAD : Un.  
RENDIMIENTO : 15,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	25,36	1,27	
Sub-total				1,27	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,19	27,31	5,19	
Operario	1,00 h-h	0,53	21,01	11,14	
Oficial	1,00 h-h	0,53	17,03	9,03	
Sub-total				25,36	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	1,07	1,65	1,77	049
Escalera	1,00 h-m	0,53	1,67	0,89	
Sub-total				2,66	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>29,29</b>	

PARTIDA : **Cableado y conexionado del conductor tipo solar 1x4 mm<sup>2</sup> del panel**  
**FV**  
UNIDAD : m  
RENDIMIENTO : 240,00 m./día  
PARTICIPACIÓN DE LA M. O. EN LOS COSTOS 61% CALIFICADA 39% NO CALIFICADA

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%	5,00	2,76	0,14	039
Sub-total				0,14	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,02	27,31	0,55	047
Operario	1,00 h-h	0,03	21,01	0,63	047
Oficial	1,00 h-h	0,03	17,03	0,51	047
Peón	2,00 h-h	0,07	15,34	1,07	047
Sub-total				2,76	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	2,76	0,14	048 049
Sub-total				0,14	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>3,04</b>	

PARTIDA : **Instalación de soporte para inversores y/o tableros**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 8,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	64,63	3,23	
Sub-total				3,23	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,35 h-h	0,35	27,31	9,56	
Operario	1,00 h-h	1,00	21,01	21,01	
Oficial	2,00 h-h	2,00	17,03	34,06	
Sub-total				64,63	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	2,00	1,65	3,30	049
Escalera	1,00 h-m	1,00	1,67	1,67	
Sub-total				4,97	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>72,83</b>	

PARTIDA : **Instalación de los inversores de red trifásicos en las estructuras de soporte**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 2,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	384,08	19,20	
Sub-total				19,20	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Asistente de Ingeniería	1,00 h-h	4,00	30,67	122,68	
Capataz	1,00 h-h	4,00	27,31	109,24	
Operario	1,00 h-h	4,00	21,01	84,04	
Oficial	1,00 h-h	4,00	17,03	68,12	
Sub-total				384,08	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	8,00	1,65	13,20	049
Escalera	1,00 h-m	4,00	1,67	6,68	
Sub-total				19,88	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>423,16</b>	

PARTIDA : **Instalación de tablero 3Ø de subdistribución**

UNIDAD : Un.

RENDIMIENTO : 3,00 Un/día

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Soga,estrobo,etc)	% MO	5,00	200,28	10,01	
Sub-total				10,01	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Asistente de Ingeniería	1,00 h-h	2,67	30,67	81,89	
Capataz	1,00 h-h	2,67	27,31	72,92	
Oficial	1,00 h-h	2,67	17,03	45,47	
Sub-total				200,28	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Caja de herramientas	2,00 h-m	5,33	1,65	8,79	049
Escalera	1,00 h-m	2,67	1,67	4,46	
Sub-total				13,25	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>223,54</b>	

**Instalación de bandeja Portacable tipo Cesto, tapa y accesorios de conexión y sujeción**

PARTIDA :

UNIDAD : u

RENDIMIENTO : 10,00 u/día

DESCRIPCIÓN	Und.	Cantidad	P. Unitario S/.	Parcial S/.	Indice (INEI)
<b>MATERIALES</b>					
Material varios (Estrobo,soga,etc)	%MO	5,00	52,27	2,61	021
Sub-total				2,61	
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0,50 h-h	0,40	27,31	10,92	047
Operario	1,00 h-h	0,80	21,01	16,81	047
Peón	2,00 h-h	1,60	15,34	24,54	047
Sub-total				52,27	
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramientas 5% mano de obra	%	5,00	52,27	2,61	049
Sub-total				2,61	
<b>TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>57,49</b>	

## RELACIÓN DE EQUIPOS MÍNIMOS

ITEM	DENOMINACION
1	Winche de 2 - 6 Ton.
2	Equipo de comunicación
3	Equipo de Estación Total y accesorios
4	Motosierra
5	Medidor de aislamiento eléctrico
6	Medidor de resistencia de puesta a tierra
7	Caja de herramientas
8	Cable Guía
9	Caballote Alzabobina
10	Teclé de 5Tn
11	Escalera
12	Poleas
13	Teodolito
14	Termómetro de línea
15	Tirfor 3 ton.
16	Computadora
17	Impresora

**NOTA :** Esta lista solo considera los equipos principales; los detalles se indican en los Gastos Generales y Análisis de Precios Unitarios.

## REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

ITEM	DENOMINACION
1	Ingeniero Residente
2	Asistente de Ingeniería
3	Ingeniero Especialista en Redes Primarias
4	Ingeniero Especialista en Redes Secundarias
5	Ingeniero Especialista en Obras Civiles
6	Especialista en cimentaciones y cálculos de estructuras
7	Especialista en Estudios de Impacto Ambiental
8	Especialista en Geotécnica
9	Ingeniero Especialista en Diseño de Obras Electromecánicas
10	Arqueologo
11	Técnico especialista en dibujo por computadora
12	Topógrafo Operador de Estación Total
13	Operador de Equipo Liviano
14	Capataz
15	Operario
16	Oficial
17	Peón

**NOTA :** Esta lista solo considera al personal principal; los detalles se indican en los Gastos Generales y Análisis de Precios Unitarios.

## REQUERIMIENTO DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS

ITEM	DENOMINACION
1	Aceite
2	Acero Corrugado
3	Agua
4	alambre Negro Nacional N° 16
5	Arena Fina
6	Arena Gruesa
7	Cemento Portland tipo I en bolsa de 42,5 kg.
8	Clavos c/c de 3"
9	Hormigón
10	Madera tornillo cepillado
11	Piedra Grande
12	Piedra Mediana
13	Pintura esmalte sintético
14	Soga de manila
15	Soga de nylon
16	Triplay Lupuna 4' x8' x9 mm
17	Útiles y materiales de gabinete
18	Material varios de campo (Estaca, pintura, yeso, wincha, cordel,etc)

**NOTA :** Los materiales y equipos principales se consignan en el Metrado y Valor Referencial.

## REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

ITEM	DENOMINACION
------	--------------

1	Camión plataforma 4X2, 122 HP, 8 TN.
2	Camioneta Rural 4x4 de 135 HP
3	Compresor Neumático, perforador y barrenos
4	Grúa hidráulica c/camión 5 ton.
5	Pluma de Izaje
6	Mezcladora de Concreto Tambor 18HP, 11 P3

**NOTA :** Esta lista solo considera las maquinarias principales; los detalles se indican en los Gastos Generales y Análisis de Precios Unitarios.

**Costo de Mano de Obra, Materiales, Equipos y Herramientas al:**

**'Junio  
2019**

Item	Componente	Unidad	Precio Unitario (S/.)
<b>1,00</b>	<b>Mano de Obra</b>		
1,01	Ingeniero Especialista en Líneas Primarias	h-h	43,99
1,02	Ingeniero Especialista en Redes Primarias	h-h	43,99
1,03	Ingeniero Especialista en Redes Secundarias	h-h	43,99
1,04	Ingeniero Especialista en Análisis y Diseño de Líneas Primarias	h-h	43,99
1,16	Asistente de Ingeniería	h-h	30,67
1,17	Ing. Asistente, experiencia en LP	h-h	30,67
1,18	Ing. Asistente, experiencia en RP	h-h	30,67
1,19	Ing. Asistente, experiencia en RS	h-h	30,67
1,20	Especialista en Estudios de Impacto Ambiental	h-h	43,99
1,21	Ing Asistente en Estudios Ambientales	h-h	30,67
1,22	Arqueólogo	h-h	43,99
1,23	Asistente de Arqueología	h-h	30,67
1,24	Técnico Especialista en Dibujo por Computadora	h-h	19,26
1,25	Dibujante en Autocad	h-h	19,26
1,26	Topógrafo Operador de Estación Total	h-h	23,98
1,27	Topógrafo Operador de Teodolito	h-h	17,95
1,28	<b>Capataz</b>	<b>h-h</b>	<b>27,31</b>
1,29	<b>Oficial</b>	<b>h-h</b>	<b>17,03</b>
1,30	<b>Operario</b>	<b>h-h</b>	<b>21,01</b>
1,31	<b>Peón</b>	<b>h-h</b>	<b>15,34</b>
<b>2,00</b>	<b>Materiales</b>		
2,01	Acero Corrugado	kg	3,20
2,02	Agua	m3	10,56
2,03	Arena Fina	m3	58,40
2,04	Cemento Portland tipo I en bolsa de 42,5 kg.	bls	22,64
2,05	Clavos c/c de 3"	kg	5,31
2,06	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m³	431,83

2,07	Concreto ciclópeo 1:8 C,H+30% P.G.	m³	178,12
2,08	Encofrado	m2	88,66
2,09	Acero ASTM grado 60, fy=4,200 kg/cm2	kg	2,00
2,10	Hormigón	m3	21,49
2,11	Madera tornillo cepillado	p2	6,68
2,12	Piedra Chancada de 1/2"	m3	60,02
2,13	Piedra Grande de Cantera	m³	32,84
2,14	Piedra Mediana de Cantera	m³	41,07
2,15	Pintura esmalte sintético	gln	48,89
2,16	Soga de manila	kg	19,65
2,17	Soga de nylon	kg	45,77
2,18	Tierra Cernida para Puesta a Tierra	m3	17,78
2,19	Triplay Lupuna 4' x 8' x 9 mm	pl	48,37
<b>3,00</b>	<b>Equipos y Herramientas</b>		
3,01	Caballote Alzabobina	h-m	17,51
3,02	Cable Guía	h-m	32,82
3,03	Caja de herramientas	h-m	1,65
3,04	Contraste de Medidor Monofásico de Energía Activa	h-m	24,39
3,05	Equipo de comunicación	h-m	3,05
3,06	Equipo de Estación Total y Accesorios (incluye GPS)	h-m	17,49
3,07	Escalera	h-m	1,67
3,08	Freno hidráulico 3 Tn.	h-m	30,56
3,09	Medidor de aislamiento eléctrico	h-m	7,33
3,10	Medidor de resistencia de puesta a tierra	h-m	7,33
3,11	Motosierra	h-m	6,75
3,12	Poleas	h-m	2,74
3,13	Teodolito	h-m	12,11
3,14	Termometro de línea	h-m	3,68
3,15	Tirfor 3 Tn.	h-m	3,68
3,16	Winche de 3 Tn.	h-m	32,76
<b>4,00</b>	<b>Maquinarias</b>		
4,01	Camión plataforma 4 x 2, 122 HP, 8 Tn.	h-m	177,54
4,02	Camioneta Rural 4x4 de 135 HP	h-m	117,19
4,03	Compresor Neumático, perforador y barrenos	h-m	138,01
4,04	Pluma de Izaje	h-m	22,44
4,05	Carreta de Transporte	h-m	26,55
4,06	Lancha 4 ton.	ton	85,00
4,07	Deslizador acuatico	h-m	61,00
4,08	Moto furgón	h-m	29,59
<b>Notas:</b>			

1. El Camión plataforma 4 x 2, 122 HP, 8 Tn, propuesto en el análisis de costo unitarios, el Contratista debe utilizar una maquinaria equivalente de acuerdo a la zona.
2. Camioneta Rural 4x4 de 135 HP, propuesto en el análisis de costo unitarios, el Contratista debe utilizar una maquinaria equivalente de acuerdo a la zona.

