

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA SOLAR
FOTOVOLTAICO PARA LA ANTENA DE
COMUNICACIÓN DEL CERRO PELADILLA -
COGA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

GABRIEL ALVARO TRIGOSO MORALES

**Callao, 2019
PERÚ**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ACTA DE EXPOSICIÓN

**I CICLO TALLER PARA TITULACION POR LA MODALIDAD DE
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2019**

Siendo, las 2:15:00 PM horas del día 30 de noviembre del 2019 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los trabajos del I ciclo taller para titulación por la modalidad de trabajo de suficiencia profesional 2019, designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 164-2019-CF-FIME de fecha 26/11/2019, conformado por los siguientes docentes:

Presidente : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
Secretario : Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Vocal : Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Suplente : Ing. JUAN GUILLERMO MANCO PEREZ.

Así mismo, contando con la presencia del Dr. Hernán Ávila Morales – Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad nacional del Callao (Supervisor General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad) y el Ing. Juan Adolfo Bravo Félix, Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la Directiva N° 014-2019-R de ciclo taller para titulación por la modalidad de trabajo de suficiencia profesional, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 795-2019-R de fecha 13 de agosto del 2019 concordante con la Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30/10/2018.

Se procede con el acto de exposición del trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA ANTENA DE COMUNICACIÓN DEL CERRO PELADILLA-COGA", presentado por el bachiller **TRIGOSO MORALES Gabriel Alvaro**, contando con el asesoramiento del **Mg. Yasser Hipólito Yarin Achachagua**.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación.

Este jurado acordó calificar al bachiller **TRIGOSO MORALES Gabriel Alvaro**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN ENERGÍA** por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
15 (QUINCE)	BUENO

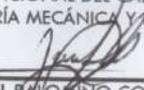
Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 2:50:00 PM horas del sábado 30 de noviembre del 2019.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
PRESIDENTE DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
SECRETARIO DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
VOCAL DEL JURADO

DEDICATORIA

A mi madre, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este. Me formo con algunas reglas y mucha libertad, pero al final de cuentas, me motivo constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi hija Sol Alondra por ser uno de mis grandes motivos de seguirá adelante y de esta manera brindarle lo mejor.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, a los profesores y todos los compañeros que contribuyeron en mi formación profesional gracias a sus enseñanzas pude lograr la culminación de mi carrera.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
I ASPECTOS GENERALES	5
1.1. Objetivos	6
1.1.1. Objetivos generales	6
1.1.2. Objetivos específicos	6
1.2. Organización de la empresa o institución.....	6
1.2.1. Antecedentes Históricos	7
1.2.2. Filosofía Empresarial	8
1.2.3. Estructura Organizacional.....	9
II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	10
2.1. Marco teórico.....	10
2.1.1. Bases Teóricas	10
2.1.2. Aspectos Normativos	28
2.1.3. Simbología Técnica.....	28
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	30
2.2.1. Etapas de las actividades	30
2.2.2. Diagrama de Flujo.....	31
2.2.3. Cronograma de actividades	32
III APORTES REALIZADOS	33
3.1. Planificación, ejecución y control de etapas	33
3.1.1. Evaluación de la documentación previa y requerimiento.	33
3.1.2. Levantamiento de información en campo	37
3.1.3. Diseño de la ampliación del sistema solar fotovoltaico	48
3.1.4. Selección de equipos y materiales.....	52
3.1.5. Elaboración de la Ingeniería de Detalle	59

3.1.6.	Adquisición de equipos y materiales.....	60
3.1.7.	Transporte de equipos y materiales.....	63
3.1.8.	Habilitación del personal y control documentario.....	64
3.1.9.	Instalación de la ampliación del sistema solar fotovoltaico	66
3.2.	Evaluación técnica – económica	74
3.3.	Análisis de resultados	75
IV	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	78
4.1.	Discusión.....	78
4.2.	Conclusiones.....	79
V	RECOMENDACIONES	79
VI	BIBLIOGRAFÍA	81
VII	ANEXOS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Portafolio de Soluciones Engie Service Perú	7
Figura N° 2: Organigrama Engie Service Perú	9
Figura N° 3: Sistema Solar Fotovoltaico conectado a la red	12
Figura N° 4: Sistema Solar Fotovoltaico Aislado de la red	13
Figura N° 5: Tipos de radiación Solar	14
Figura N° 6: Angulo de Acimut (α) de un módulo fotovoltaico.....	15
Figura N° 7: Angulo de inclinación (β) de un módulo fotovoltaico.	16
Figura N° 8: Orientación de una superficie en el hemisferio norte.	16
Figura N° 9: Diferencia entre celda, modulo, panel y arreglo fotovoltaico.....	19
Figura N° 10: Curva I-V de un módulo FV a STC (1000W/m ² y 25°C)	20
Figura N° 11: Efecto de la batería en la generación de potencia el módulo, sin MPPT	25
Figura N° 12: Diagrama de flujo de la instalación de la ampliación del sistema solar Fotovoltaico	31
Figura N° 13: Cronograma de La Ampliación del Sistema Solar Fotovoltaico.	32
Figura N° 14: Generador Fotovoltaico de la Antena de comunicación del Cerro Peladilla de Coga.	34
Figura N° 15: Esquema del sistema Fotovoltaico Inicial	35
Figura N° 16: Ubicación de los equipos dentro de la Antena de comunicación	36
Figura N° 17: Antena de comunicaciones Cerro Peladilla - Kiteni	38
Figura N° 18: Shelter de almacenamiento de energía.	38
Figura N° 19: Unidad de generación – 120 módulos fotovoltaicos de 85 Wp ..	39
Figura N° 20: Controladores de carga del tablero TCP2.....	40
Figura N° 21: Inversor/cargador Xtender XTM 2600-48 del Tablero TCP1	41
Figura N° 22: Sistema de almacenamiento de Energía.....	42
Figura N° 23: Interruptores de seccionamiento y protección para protección de entrada de módulos – Tablero TCP2.	43
Figura N° 24: Interruptores de Seccionamiento y Protección del Inversor, Batería y Cargas. Tablero TCP2	43
Figura N° 25: Caja de Registro del sistema de puesta a tierra.	44
Figura N° 26: Efecto de la temperatura en la tensión de circuito abierto	45
Figura N° 27: Ensamblaje y Pruebas de Tableros en el Almacén de Engie.....	62
Figura N° 28: Embalaje de equipos y materiales para el transporte Lima-kiteni	63
Figura N° 29: Transporte de equipos y materiales Kiteni-Cerro Peladilla	64
Figura N° 30: Equipo de trabajo para la Ampliación del sistema solar fotovoltaico.....	66
Figura N° 31: Base del ejército en el Cerro Peladilla	67
Figura N° 32: Revisión de formatos de Seguridad y replanteo.	68
Figura N° 33: Des conexionado y desmontaje de módulos de 85 Wp.	69
Figura N° 34: Montaje y conexionado de módulos de 120Wp	69
Figura N° 35: Montaje y conexionado de Tablero TCP3	70

Figura N° 36: Tablero TCP3 y canalización instalada.....	70
Figura N° 37: Instalación de Tablero TCP1.....	71
Figura N° 38: Instalación de Tablero TCP2.....	71
Figura N° 39: Instalación del Tablero TCM.....	72
Figura N° 40: Monitor de baterías en el tablero TCM.....	72
Figura N° 41: Toma de mediciones para el protocolo de prueba.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Efecto del ritmo de descarga en la capacidad de la batería.....	23
Tabla N° 2: Demanda de energía para diseño del sistema Solar Fotovoltaico inicial.....	34
Tabla N° 3: Demanda de energía final.....	36
Tabla N° 4: Parámetros eléctricos modulo Suntech-85Wp.....	45
Tabla N° 5: Mediciones de paneles fotovoltaicos.....	46
Tabla N° 6: Medición de cargas en el Lado de corriente directa de los inversores.....	47
Tabla N° 7: Resultados de la visita a campo.....	48
Tabla N° 8: Datos de irradiación del Cerro Peladilla.....	49
Tabla N° 9: Arreglo de módulos propuesto.....	51
Tabla N° 10: Parámetros Eléctricos y térmicos modulo fotovoltaico policristalino de 120 Wp - Jlnko.....	52
Tabla N° 11: Voltajes de operación de grupos de módulos corregidos por temperatura.....	54
Tabla N° 12: Parámetros eléctricos Controlador MPPT 150/70 Victron.....	54
Tabla N° 13: Parámetros eléctricos Inversor/Cargador Multiplus 48/3000.....	56
Tabla N° 14: Protecciones seleccionadas para el sistema Solar Fotovoltaico.....	56
Tabla N° 15: Sección de conductores por tramos.....	57
Tabla N° 16: Parámetros eléctricos a ser monitoreados.....	58
Tabla N° 17: Equipos y Materiales Adquiridos.....	61
Tabla N° 18: Presupuesto de la Ampliación del sistema solar Fotovoltaico de la Antena del Cerro Peladilla.....	75
Tabla N° 19: Parámetros considerados para el dimensionamiento.....	76
Tabla N° 20: Equipos Seleccionados para el sistema.....	77
Tabla N° 21: Principales Actividades de la Instalación.....	77

I ASPECTOS GENERALES

El gas natural se afianzó como la fuente mayoritaria en la canasta energética del Perú, pues su participación en la producción de energía primaria del país pasó de un 50 % en 2013 a un 56 % en 2017. Lo anterior, en detrimento de otras fuentes, como el petróleo crudo y los líquidos de gas natural, que en este período perdieron en su participación cinco y tres puntos porcentuales, respectivamente. Del volumen designado al mercado interno, el 64 % es destinado para generar electricidad, el 23 % para los clientes industriales, 11 % para estaciones de servicio con Gas natural y el 2 % para las clientes residenciales y comerciales. (Quavii; Promigas, 2018).

Para transportar el Gas natural y líquidos de gas natural la compañía Transportadora de Gas del Perú (TgP), en el mes de agosto de 2004 y después de 28 meses, finalizó la construcción del Sistema de Transporte por Ductos desde Camisea hasta Lima. La empresa encargada de la operación del Sistema de transporte por ductos es la Compañía Operadora de Gas del Amazonas (COGA). (COGA, 2014)

La Compañía Operadora de Gas del Amazonas (COGA), es una empresa calificada para el servicio de operación y mantenimiento de Sistemas de Transporte de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural; opera y mantiene alrededor de 1,500 km. de ductos, plantas compresoras y estaciones de bombeo ubicados desde las Malvinas, en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento del Cusco. Luego, atraviesa la Cordillera de los Andes y llega a las costas del Océano Pacífico finalizando en el punto de entrega ubicado en Lurín, a unos 35 km al sur de la ciudad de Lima, para realizar estas operaciones cuenta con antenas de comunicación a lo largo de los ductos, muchas de estas antenas de difícil acceso obtienen la energía requerida por medio de sistemas solares fotovoltaicos.

Específicamente en la Antena del Cerro Peladilla ubicada en el Distrito de Echarate, departamento del Cusco, debido a la necesidad de implementar

nuevos equipos para mejorar el Sistema de Seguridad, se realizará el Rediseño y Optimización del Sistema Solar Fotovoltaico (SFV).

El presente proyecto garantizará la óptima captación de energía proveniente de los rayos del sol, para la cual se empleará tecnología MPPT¹ y un Sistema de Monitoreo Remoto, el mismo que permitirá un mejor control y gestión de la energía consumida por el Sistema.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Diseñar e implementar la ampliación del sistema solar fotovoltaico para la antena de comunicación del Cerro Peladilla-Kiteni-Cusco.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la generación de energía del nuevo sistema solar fotovoltaico.
- Seleccionar los equipos adecuados para la ampliación del sistema fotovoltaico.
- Implementar un sistema de monitoreo integrado.

1.2. Organización de la empresa o institución

ENGIE es el primer proveedor de servicios energéticos del mundo con presencia en 70 países y un volumen de negocio en servicios de 14 mil millones de dólares. En Latinoamérica, está presente en México, Chile, Brasil, Argentina, Colombia; y ahora en Perú, con una cifra total de negocios aproximada de 125 millones de dólares en el 2017, en proyectos y servicios multi técnicos

¹ Rastreo del punto de máxima potencia (MPPT Maximu Power Point Tracking)

1.2.1. Antecedentes Históricos

ENGIE en Perú, siguiendo la estrategia del Grupo a nivel mundial, decidió transformarse e ir más allá de la generación de energía, para convertirse en un proveedor de soluciones energéticas integrales. Inicio sus operaciones en Perú hace 22 años, a través de ENGIE Energía Perú (MINSUR), empresa con la que asumió el liderazgo del sector eléctrico del país, no solo por manejar el portafolio más diversificado del Perú, sino también por su enfoque de trabajo basado en la sostenibilidad de sus operaciones y en la contribución al desarrollo de las comunidades en donde operan. Hace dos años, ENGIE Services Perú se integró a la compañía y, recientemente, CAM Perú, empresas que han consolidado su propuesta de valor, capaz de brindar una amplia oferta de soluciones integrales.

Figura N° 1: Portafolio de Soluciones Engie Service Perú



Fuente: Engie Service Perú

1.2.2. Filosofía Empresarial

En el año 2015, ENGIE inició un plan de transformación de 3 años. Esta iniciativa tuvo como objetivo convertir al Grupo en una empresa referente y líder de la “transición energética” a nivel global. Para lograrlos se basa en lo siguiente:

Descarbonización: Medidas y técnicas para reducir el “contenido carbón” de la energía eléctrica.

Descentralización: Número de pequeñas unidades de generación cerca del cliente final y de los territorios.

Digitalizar: Tecnología y gestión para generar crecimiento orgánico, una organización más ágil, mejorar la experiencia del cliente y performance de los activos.

Eficiencia Energética: Permiten a clientes disminuir la cantidad de energía consumida mientras se mantiene o aumenta la producción de sus productos y servicios finales

Política de calidad

ENGIE Services Perú, ofrece a sus clientes una completa gama de soluciones Multi técnicas y de eficiencia energética, basados en nuestro conocimiento y experiencia, generando valor en forma permanente a nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

Esta política establece el compromiso que asume ENGIE Services Perú, asegurando que cada ejecutivo, gerente y empleado sea un actor consciente que promueva la calidad de los servicios y productos hacia los clientes, la seguridad, salud ocupacional de nuestros trabajadores y contratistas.

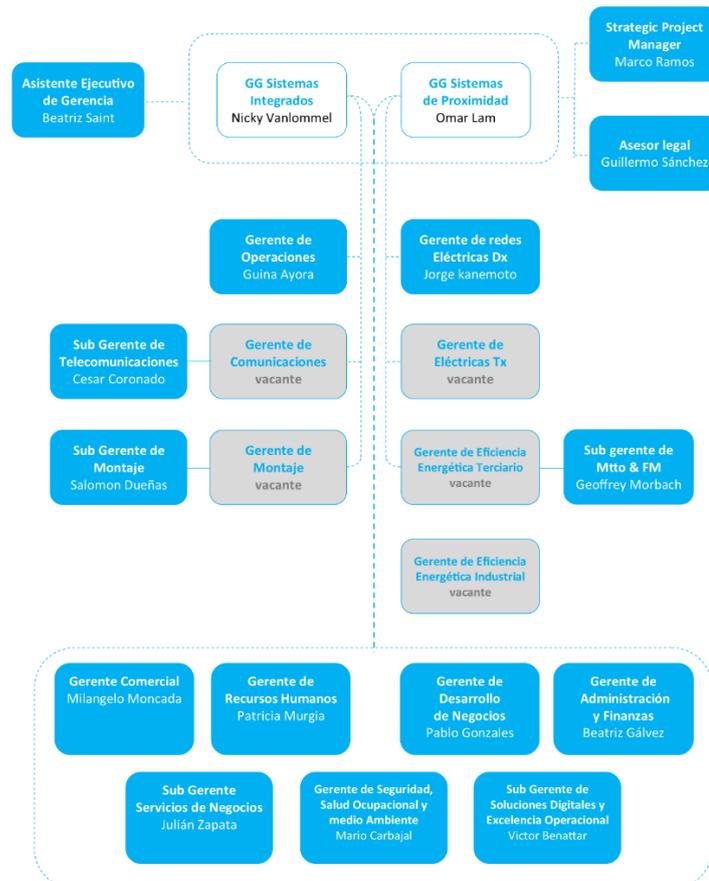
Por esta razón la Gerencia General define los siguientes deberes:

- Implementar esta política asegurando que cada miembro de la empresa entienda, participe y adopte como propios los objetivos y metas de la misma.
- Asegurar el cumplimiento de los requisitos aplicables.
- Mejorar continuamente la eficacia de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad.
- Mejorar la satisfacción de nuestros clientes.

1.2.3. Estructura Organizacional

Engie Service Perú actualmente cuenta con 1700 colaboradores para realizar sus operaciones a nivel Nacional.

Figura N° 2: Organigrama Engie Service Perú



Fuente: Engie Service Perú

II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico

Se han realizado diversos estudios de investigación a nivel internacional y nacional que tienen relación con el presente trabajo y sirvieron de referencia.

Tesis Internacional

- El autor Rodrigo González González de la Universidad Carlos III de Madrid-España, en su tesis de grado titulado “Sistema de energía solar fotovoltaica aislado para alimentación de estaciones de comunicaciones aisladas”, Para el dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico utiliza la peor condición climática del lugar a lo largo del año.

Tesis Nacional

- El autor Pajares Espejo Michael Gustavo de la Universidad Señor de Sipán de Peru, en su tesis de grado titulado “Generación Híbrida de 2kw para el Centro Poblado Laguna Huanama en el distrito de Salas”, menciona que la energía total demandada será suministrada en su totalidad por fuentes renovables.

2.1.1. Bases Teóricas

a) Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es la energía eléctrica generada por medio de generadores fotovoltaicos conformados por módulos solares que a su vez están compuestos por células fotovoltaicas, estas células generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre ellas por medio del “efecto fotovoltaico”.

Tipos de sistemas Solares Fotovoltaicos

Los tipos de sistemas solares fotovoltaicos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los sistemas Solares fotovoltaicos conectados a la red y los sistemas solares fotovoltaicos aislados de la red.

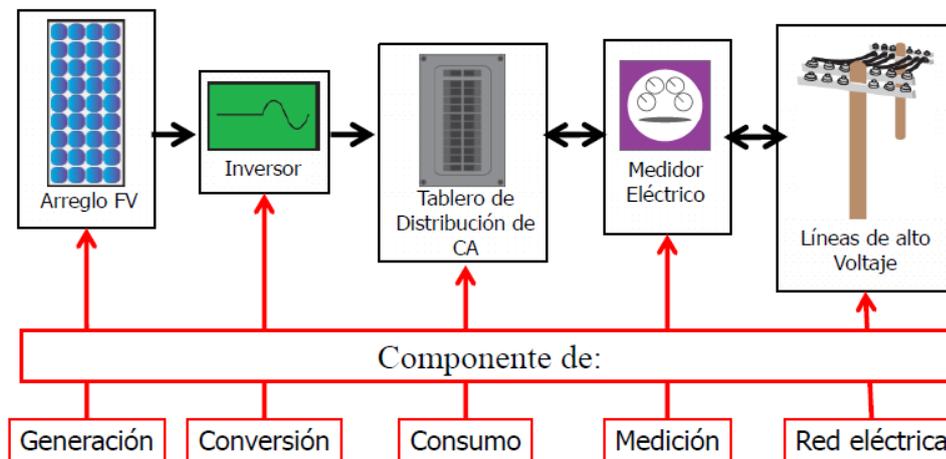
- **Sistemas fotovoltaicos Interconectados**

Son sistemas fotovoltaicos que tienen con la red eléctrica mediante un inversor, la generación de energía fotovoltaica puede ser consumida directamente por las cargas de corriente alterna o verter el exceso a la red, estos sistemas no necesitan de acumuladores de energía. Sin embargo, ante la ausencia de la red eléctrica el sistema fotovoltaico se desconectará debido a medidas de seguridad (Sistema Anti-isla). (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

El principio de funcionamiento del sistema fotovoltaico conectado a la red es el siguiente:

La energía fluye directamente desde el arreglo fotovoltaico (FV) al inversor, el cual convierte la electricidad de corriente continua (CC) a electricidad de corriente Alterna (CA). Esta electricidad de CA fluye al tablero de distribución de CA para que opere cualquier carga activa en la casa. Cualquier energía extra es dirigida (inyectada) a la red eléctrica. Cuando la cantidad de energía producida por el sistema FV es menor que el total de la energía consumida por las cargas de CA, entonces la energía de la red entra a la casa para suplir esa diferencia. Cuando el sistema FV no está produciendo nada (en la noche, por ejemplo), la casa actúa como si no hubiera ningún sistema FV y toda la electricidad que necesita proviene de la red eléctrica

Figura N° 3: Sistema Solar Fotovoltaico conectado a la red



Fuente: SOLAR ENERGY INTERNATIONAL

- **Sistemas fotovoltaicos Aislados**

Son sistemas fotovoltaicos que abastecen de energía eléctrica a consumidores que no cuentan con acceso a la red de distribución eléctrica ya sea por un gran costo para su interconexión o la complejidad de su ubicación geográfica, estos sistemas cuentan con acumuladores de energía para abastecimiento en horarios nocturnos, así mismo estos acumuladores deben de tener una cierta capacidad de días de autonomía para los días de poca radiación solar debido a condiciones ambientales adversas (nubosidad, lluvias, etc.)

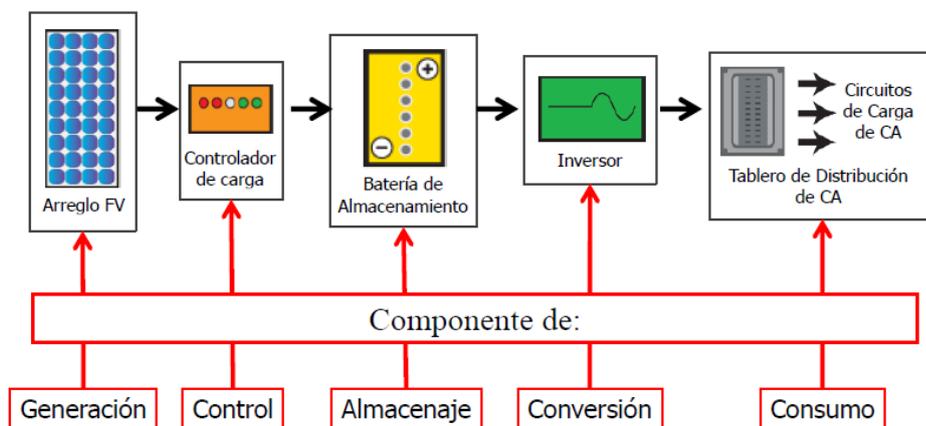
Estos sistemas pueden abastecer de energía eléctrica en corriente continua CC y corriente alterna CA mediante un inversor. Si al sistema fotovoltaico se agrega otras fuentes de generación como por ejemplo un generador Diesel este sistema se denomina Híbrido.

El principio de funcionamiento del sistema aislado es el siguiente:

Los módulos fotovoltaicos (generación) producen electricidad en corriente continua CC cuando el sol está brillando, la cual fluye a través del controlador de carga (control) al banco de baterías (almacenaje) para ser almacenada. Del banco de baterías, la electricidad en corriente

continua CC es extraída y convertida por el inversor (conversión) a electricidad en corriente alterna CA. El inversor provee energía al tablero de distribución (consumo) de corriente alterna CA, donde se distribuye a las cargas en corriente alterna CA. (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

Figura N° 4: Sistema Solar Fotovoltaico Aislado de la red



Fuente: SOLAR ENERGY INTERNATIONAL

b) Radiación Solar

La radiación solar es la energía que se produce en el núcleo del sol por medio de reacciones nucleares de fusión, es transmitida en forma de radiación electromagnética. Esta radiación antes de llegar a la superficie terrestre atraviesa la atmosfera y es alterada por el aire, la suciedad, el vapor de agua y elementos adicionales de la atmosfera.

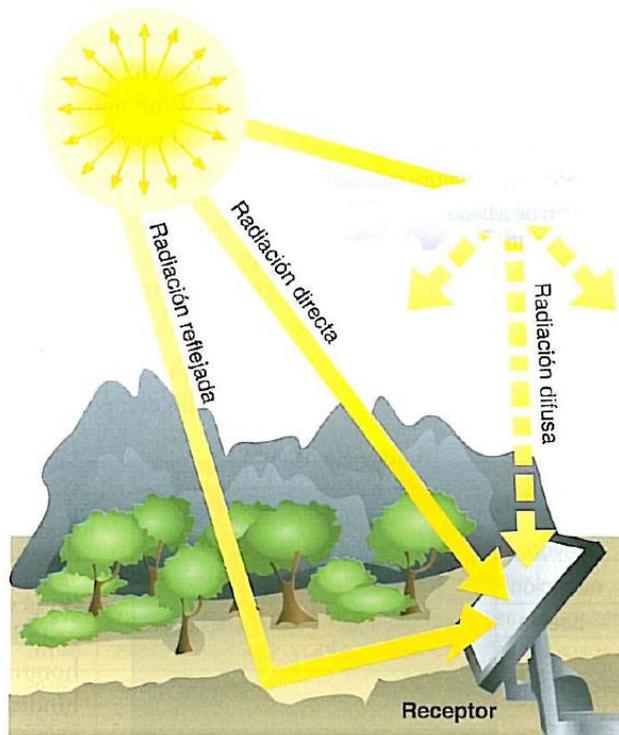
La radiación solar se compone de los siguientes tres componentes:

- Radiación Directa: Conformado por los rayos recibidos directamente.
- Radiación Difusa: Conformado por los rayos recibidos de manera dispersa por la atmosfera

- Radiación Reflejada o de Albedo: Son los rayos recibidos de manera reflejada por la superficie terrestre.

La suma de los tres tipos de radiación recibe el nombre de radiación solar Global, esta radiación es la que recibe los módulos solares. (CASTEJON & SANTAMARIA, 2010)

Figura N° 5: Tipos de radiación Solar



Fuente: (CASTEJON & SANTAMARIA, 2010)

c) Orientación del generador Fotovoltaico

Para situar la superficie del generador fotovoltaico de manera que reciba la mayor cantidad posible de energía solar. Esto depende de:

- La orientación de la superficie del generador fotovoltaico.
- El tiempo que se va a usar a lo largo del año: anual, estacional, etc.
- La aplicación que a tener: autónoma, conectado a la red, etc.

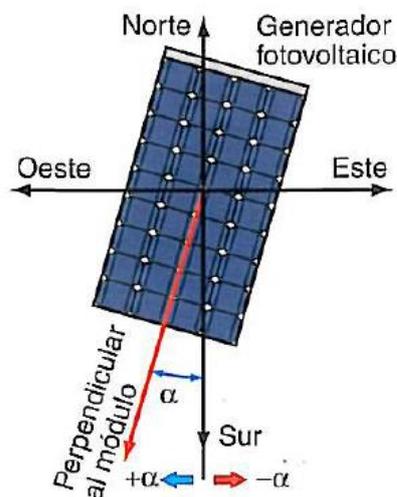
La orientación de un generador fotovoltaico se define mediante coordenadas angulares, similares a las utilizadas para definir la posición del Sol:

Ángulo de acimut (α): Ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del generador y la dirección Sur. Vale 0° si coincide con la orientación Sur, es positivo hacia el Oeste y negativo hacia el Este. Si coincide con el Este su valor es de -90° y si coincide con el Oeste su valor es $+90^\circ$.

Angulo de inclinación (β): Ángulo que forma la superficie del generador con el plano horizontal. Su valor es 0° si el módulo se coloca horizontal y 90° si se coloca vertical.

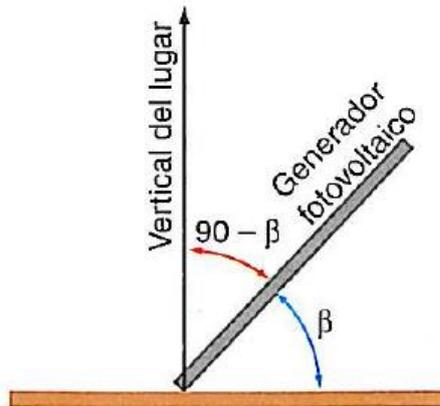
Una superficie recibe la mayor cantidad posible de energía si es perpendicular a la dirección del Sol. (CASTEJON & SANTAMARIA, 2010)

Figura N° 6: Angulo de Acimut (α) de un módulo fotovoltaico.



Fuente: CASTEJON & SANTAMARIA

Figura N° 7: Angulo de inclinación (β) de un módulo fotovoltaico.



Fuente: CASTEJON & SANTAMARIA

Para determinar la inclinación de una superficie fija se usa una fórmula basada en análisis estadísticos de radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar:

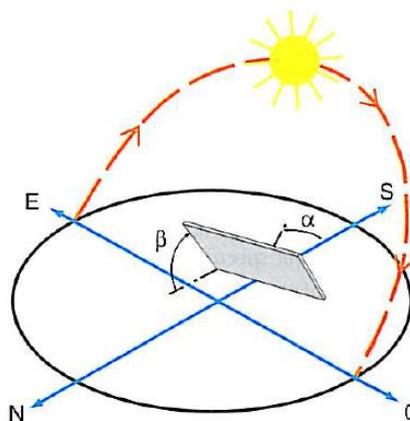
$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \cdot |\phi| \quad (1)$$

Donde:

β_{opt} : ángulo de inclinación óptima (grados)

ϕ : latitud del lugar, sin signo (grados)

Figura N° 8: Orientación de una superficie en el hemisferio norte.



Fuente: CASTEJON & SANTAMARIA

Radiación sobre una superficie inclinada

Se puede calcular el valor anual de la irradiación global diaria sobre una superficie inclinada, con fórmulas sencillas, partiendo de los valores medios anuales de la irradiación global diaria horizontal [$G_{dm}(0)$], utilizando como datos de partida la latitud de la localidad y la inclinación óptima (β_{opt}) de la superficie del generador

La irradiación global media mensual que se obtiene sobre la superficie con inclinación óptima y acimut cero es:

$$G_{dm}(\beta_{opt}) = \frac{G_m(0)}{1 - 4.46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1.19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2} \quad (2)$$

Donde:

$G_{dm}(\beta_{opt})$: valor medio mensual de la irradiación global ($kW \cdot \frac{h}{m^2}$)

$G_{dm}(0)$: media mensual de la irradiación global horizontal ($kW \cdot \frac{h}{m^2}$)

β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)

Factor de Irradiación (FI)

Siempre que sea posible se debe orientar la superficie del generador de forma óptima ($\alpha = 0^\circ$ y β_{opt}). Sin embargo, este requisito no siempre se puede cumplir. Puede considerarse la orientación de la superficie, la integración arquitectónica, la resistencia del viento, la acumulación de nieve, etc. Para considerar estas pérdidas debidas a la inclinación y orientación no óptimas se aplica un coeficiente de la reducción de la energía denominado factor de irradiación (FI) y que se calcula con las expresiones siguientes. (CASTEJON & SANTAMARIA, 2010)

Para ángulos de inclinación: $15^\circ < \beta \leq 90^\circ$:

$$FI = 1 - \left[1.2 * (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 * 10^{-5} * \alpha^2 \right] \quad (3)$$

d) Componentes del Sistema Solar Fotovoltaico Aislado

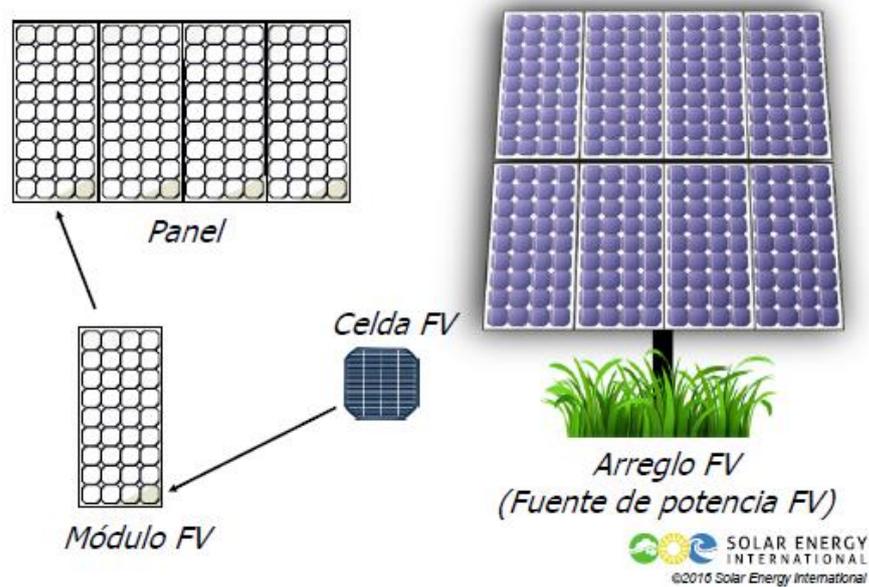
Modulo fotovoltaico

Un módulo FV² es un conjunto de células fotovoltaicas conectadas en serie o serie-paralelo para producir voltaje y corrientes específicas. Así como las baterías, cuando las celdas fotovoltaicas se conectan en serie el voltaje se incrementa, mientras la corriente permanece constante. La mayoría de las celdas producen medio voltio (0.5 V). Por lo tanto, un módulo típico de 36 celdas tendrá un voltaje de salida de 18 VCC, medido bajo condiciones estándar de prueba, STC (por sus siglas en inglés: Estándar Test Conditions 1000 W/m² y 25°C) y un voltaje y tensión nominal de 12V. La corriente de salida estará determinada por el área y la eficiencia de cada celda en el módulo.

Las celdas FV están protegidas del clima (intemperie y factores ambientales) por vidrio y una estructura rectangular perimetral, conformando el módulo FV. Los módulos se comercializan en diversas formas y tamaños. Habitualmente son rectangulares y planos y producen entre 5W y 300W cada módulo. Los términos de "modulo" y "panel" muchas veces se usan indistintamente, aunque, hablando con más precisión, un panel FV es un grupo de módulos interconectados. Un arreglo FV es un grupo de paneles conectados entre sí para producir valores deseados de corriente y voltaje, instalados sobre una estructura de montaje. (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

² Fotovoltaico

Figura N° 9: Diferencia entre celda, modulo, panel y arreglo fotovoltaico.



Fuente: (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

Desempeño de los módulos fotovoltaicos

La potencia eléctrica total de salida de un módulo fotovoltaico es el producto del voltaje operativo por la corriente operativa. Los módulos FV pueden producir corriente en un amplio rango de voltajes, a diferencia de fuentes como las baterías que producen corriente a un voltaje relativamente constante.

Las características de salida (voltaje y corriente I) de un módulo dado están representadas por una curva característica, llamada curva I - V (corriente-voltaje), que muestra la relación entre la salida de corriente y de voltaje para dicho modulo.

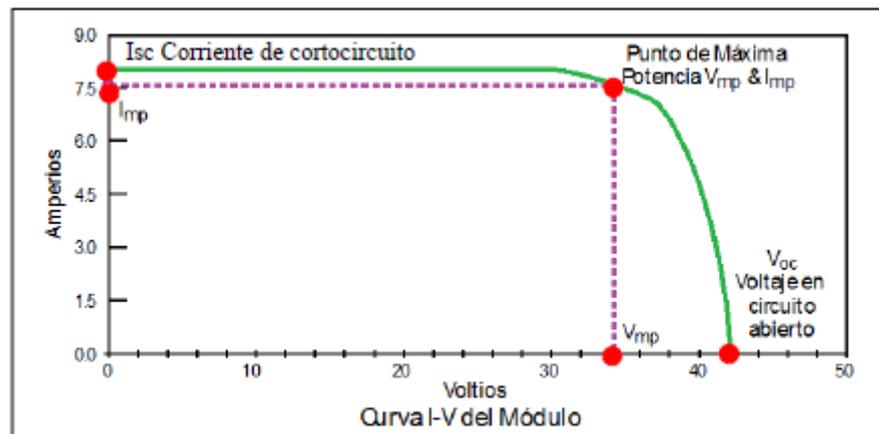
En una curva I - V típica el voltaje (V) se representa a lo largo del eje horizontal y la corriente (I) a lo largo del eje vertical. La mayoría de las curvas I - V se expresan bajo condiciones estándar de prueba (STC). Estas condiciones son 1000 W/m^2 de irradiación y 25°C de temperatura de

celda. La temperatura superficial de celda es normalmente superior a la temperatura ambiente. (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

Las curvas I-V presentan tres puntos de información relevante:

- Punto de máxima potencia (V_{mp} , I_{mp}): El punto de máxima potencia se da cuando el voltaje y corriente de un módulo alcanzan un nivel máximo en conjunto ($V_{mp} \times I_{mp}$) bajo condiciones de operación.
- Voltaje de circuito abierto (V_{oc}): Es el voltaje máximo obtenido cuando no se extrae corriente del módulo ($I = 0A$), por lo tanto, se tendrá una potencia igual a 0 W.
- Corriente de corto circuito (I_{sc}): Es la corriente máxima de salida que puede entregar un módulo cuando los terminales del módulo entran en cortocircuito ($V = 0$).

Figura N° 10: Curva I-V de un módulo FV a STC ($1000W/m^2$ y $25^\circ C$)



Fuente: (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

Baterías

Las baterías almacenan energía eléctrica de corriente continua CC en forma química para su posterior uso, específicamente en un sistema fotovoltaico aislado, esto puede ocurrir por las noches y en condiciones de baja radiación solar (Periodos Nublados).

Baterías de Ácido – Plomo

Las baterías de ácido -Plomo son recargables, ampliamente accesibles, relativamente baratas y están disponibles en una amplia variedad de tamaños y opciones. También son de uso común, de fácil mantenimiento y de una vida razonablemente larga. Las baterías ácido-plomo pueden clasificarse en dos subcategorías electrólito líquido abiertas, y selladas o VRLA.

Baterías Selladas (VRLA)

Las baterías selladas a diferencia de las baterías abiertas no tienen acceso al electrolito, estas baterías no están totalmente selladas ya que presentan una válvula que permite disipar una sobre presión de los gases generada por sobrecargas. Esta característica define que una batería sea VRLA: de ácido-plomo regulada por válvula. Las baterías selladas se consideran libres de mantenimiento debido que no se pueden acceder al electrolito ni se le puede reponer agua.

Los dos tipos de baterías selladas usadas comúnmente en sistemas fotovoltaicos son: de gel, o de esponja fibra de vidrio absorbente (AGM, Absorbed Glass Mat). En baterías tradicionales de gel, el electrolito se lleva a estado coloidal (se hace un gel) con la adición de gel sílica, la cual convierte al líquido en una masa coloidal. Las baterías AGM usan una capa de vidrio de sílice fibrosa para suspender al electrolito. Esta esponja tiene depósitos o bolsillos que ayudan en la recombinación de gases generados durante la carga y limitan la cantidad de hidrógeno gaseoso producido. (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015)

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó las baterías de Ácido-Plomo selladas de AGM.

Días de autonomía

Los días de autonomía de un banco de baterías es el número de días que suministrara de energía a una carga determinada, sin ser recargado por el sistema solar fotovoltaico o alguna otra fuente.

Las condiciones climatológicas del lugar y el tipo de sistema determinaran la cantidad de días de autonomía total.

El intervalo de días de autonomía se puede determinar de esta forma:

- 2 a 3 días de autonomía para sistemas fotovoltaicos con usos esenciales o sistemas con un generador de respaldo.
- 5 a 7 días para sistemas fotovoltaicos con cargas criticas sin otra fuente de energía.

Se debe tener en cuenta que un arreglo fotovoltaico es típicamente diseñado para satisfacer la carga diaria. Si las cargas diarias aumentan, o se tiene un exceso de días nublados por encima de lo previsto en el diseño, es posible que el arreglo fotovoltaico no sea capaz de cargar las baterías. Se deberá buscar un medio alternativo de carga, como incorporar un generador, o simplemente aumentar el tamaño del arreglo fotovoltaico.

Capacidad de las baterías y ritmo de descarga

Una de las características de las baterías es su capacidad y se mide en Amperios-hora (Ah). Se puede definir por la cantidad de energía que puede suministrar a una carga con una descarga completa cuando la batería está totalmente cargada. (SALVADOR ESCODA S.A., 2018)

Por ejemplo, una batería de 150 Ah, puede suministrar 15A en 10 horas o 30A en 5 horas (teóricamente). Existen factores que causan que el comportamiento no sea lineal como, por ejemplo; temperatura de la batería, tiempos de descarga, tipos de conexiones entre baterías.

Una batería puede presentar distintas capacidades dependiendo del ritmo de descarga. Por ejemplo, una batería de 12V puede presentar una capacidad de 105 Ah si se descarga en 72 horas. Pero si es descargada en 8 horas presenta una capacidad de 85Ah. Por lo tanto, es recomendable utilizar las tablas suministradas por los fabricantes de baterías para determinar la capacidad según el ritmo de descarga determinado por las cargas suministradas.

Tabla N° 1: Efecto del ritmo de descarga en la capacidad de la batería

Modelo	Voltaje	Ah para 72h de descarga	Ah para 24h de descarga	Ah para 16h de descarga	Ah para 12h de descarga	Ah para 8h de descarga
C2	2V	288	270	259	245	230
B2	6V	192	180	173	162	154
A2	12V	105	100	95	90	85

Fuente: SOLAR ENERGY INTERNATIONAL

Profundidad de descarga (DOD) y ciclado

Es el porcentaje de la capacidad de la batería que se ha descargado comparado con la capacidad máxima de la misma. Por ejemplo, el 80% de DOD de una batería de 200Ah es el equivalente a 160Ah. Para baterías de Plomo-Acido selladas de ciclo profundo es recomendable solo descárgala hasta el 60% de su capacidad máxima. La vida útil de la batería está relacionada directamente con la profundidad de descarga de la batería en cada ciclo.

Un ciclo de una batería corresponde a una carga y descarga completa. Los fabricantes establecen tablas del número de ciclos correspondientes a distintas profundidades de descargas, con lo cual se puede determinar la cantidad de ciclos de la batería y por lo tanto la esperanza de vida de la misma. Por ejemplo, una batería que solo se descarga al 25% DOD, podría tener una vida útil de 4000 ciclos, la misma batería descargada al 80% DOD podría tener una vida útil de 1500 ciclos. Si consideramos que

un ciclo es igual a 1 día, esta batería descargada al 25% tendrá una esperanza de vida de 10.95 años, mientras que solo durará 4.12 años si se descarga al 80% DOD.

Controlador de Carga

La función principal del controlador de carga en un sistema solar fotovoltaico es controlar la carga correcta de las baterías evitando las sobrecargas de las baterías ocasionadas por el arreglo fotovoltaico. El controlador de carga monitorea el voltaje proporcionado por el banco de baterías, cuando las baterías estén totalmente cargadas el controlador detendrá o disminuirá la entrega de corriente desde los paneles fotovoltaicos. Existen controladores que adicionalmente evitan descargas profundas del banco de baterías.

Los controladores se pueden clasificar en dos tipos: Controladores por modulación de pulso PWM (Pulse With Modulation) y Controladores con rastreo del punto de máxima potencia MPPT (Maximun Power Point Tracking)

Controlador por Modulación de pulso (PWM)

Es el controlador más común y de bajo costo del mercado, se usa básicamente en sistemas pequeños. Estos tipos de controladores basan su funcionamiento en la interrupción de la corriente hacia la batería, reducen la corriente de carga al conectarla y desconectarla de forma cíclica y muy rápidamente. La amplitud (duración) del pulso disminuye gradualmente según el voltaje de la batería se acerca a una carga completa.

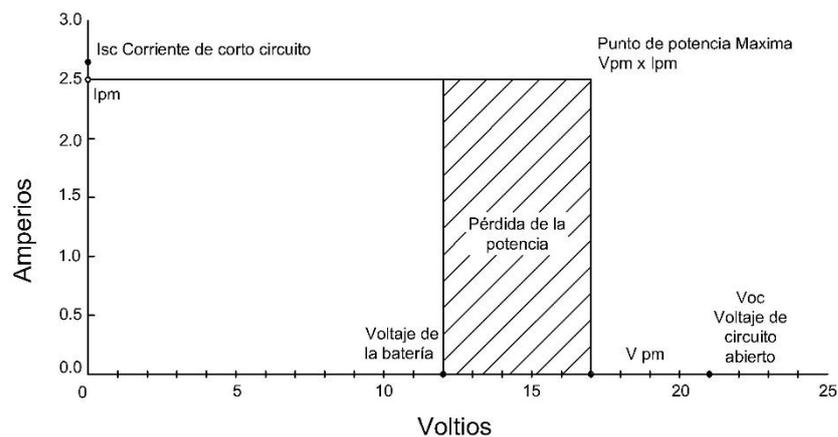
Controladores con rastreo del punto de máxima potencia MPPT.

Este tipo de controlador sigue el punto de máxima potencia del arreglo fotovoltaico a lo largo del día, con lo que puede entregar la máxima

potencia disponible en todas las horas de operación del arreglo fotovoltaico.

Según (SOLAR ENERGY INTERNATIONAL, 2015) Antes de que los MPPT fueran una opción en controladores, el voltaje del arreglo disminuía hasta casi el voltaje de la batería mientras la cargaba. Por ejemplo, un sistema de carga para batería de 12V, el voltaje MPP de un arreglo esta alrededor de 17 o 18V. Sin MPPT, el arreglo se veía forzado a operar alrededor del voltaje de la batería 12V dando lugar a una pérdida de potencia y energía.

Figura N° 11: Efecto de la batería en la generación de potencia el módulo, sin MPPT



Fuente: SOLAR ENERGY INTERNATIONAL

De acuerdo con lo anterior se puede asumir que utilizando un controlador MPPT en lugar de un controlador PWM, se puede obtener una ganancia de energía de hasta el 15%.

Inversor Autónomo

El inversor autónomo es un equipo capaz de convertir la corriente directa del del banco de baterías en corriente alterna para finalmente alimentar cargas en corriente alterna (Equipos comunes en el mercado).

al escoger un inversor para un sistema autónomo, se deben leer y entender las especificaciones y características deseadas. Un inversor autónomo necesita ser versátil para cubrir la demanda continua de las cargas, la entrada del generador, los picos de consumos de las cargas, y para poder cargar las baterías.

Las principales características de un inversor autónomo son:

- Capacidad de suministrar picos de consumo.
- Advertencia o apagado automático cuando el estado de carga del banco de baterías es bajo.
- Capacidad para cargar el banco de baterías con una fuente de respaldo como por ejemplo un Generador Diesel.
- Control del encendido y apagado automático del generador de respaldo

e) Metodología de dimensionamiento

Para el diseño del sistema solar fotovoltaico se utilizará la metodología propuesta por El Pliego de condiciones técnicas de instalaciones Aisladas de Red (IDAE, 2009)

Datos de irradiación sobre el generador

- Se obtendrá el $G_m(0)$: valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal en kWh/ (m². día), esta información se obtendrá de un instituto nacional de meteorología u Organismo autonómico oficial. Se debe considerar la irradiación del pero mes.
- Se calculará el $G_m(\alpha, \beta)$: Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/ (m². día) con la siguiente formula.

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_m(0). K. FI. FS \quad (4)$$

Donde:

$$K = \frac{G_{dm}(\alpha = 0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)} \quad (5)$$

FI: factor de irradiación

FS: Factor de Sombra

Dimensionamiento del Generador

El dimensionamiento se realizará de acuerdo con los datos anteriores, según la siguiente formula:

$$P_{mp,min} = \frac{E_D * G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) * PR} \quad (6)$$

Donde:

E_D: Consum expresado en kWh/dia

PR: Performance ratio (rendimiento de la instalación)

G_{CEM}: 1kW/m2condiciones estandar de medida

Dimensionamiento del banco de baterías

La capacidad del banco de baterías se dimensionará según la siguiente formula:

$$C_{20} = \frac{L_D * A}{PD_{max} * \eta_{inv} * \eta_{rb}} \quad (7)$$

Donde:

C₂₀: Capacidad del banco a @C20

A: dias de autonomia

PD_{max}: Profundidad de descarga Maxima

C_{20} : Capacidad del banco a @C20

L_D : Consumo diario medio de la carga en Ah.

η_{rb} : rendimiento energetico del inversor.

η_{inv} : Rendimiento energetico del acumulador + regulador

2.1.2. Aspectos Normativos

Para el desarrollo del proyecto se tomaron en cuenta las siguientes normas y recomendaciones de diseño, según su ámbito de aplicación:

- Código Nacional de Electricidad Suministro (CNE Suministro).
- Código Nacional de Electricidad Utilización (CNE Utilización).
- Normas Técnicas Peruanas Vigentes (NTP).
- Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).
- Recomendaciones IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).
- National Electrical Code (NEC) - NFPA 70.
- PCT-A-REV - IDAE Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. (feb 2009)

2.1.3. Simbología Técnica

COGA: Compañía Operadora de gas del Amazonas

Modulo fotovoltaico: Conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas en serie-paralelo.

Panel Fotovoltaico: Conjunto de módulos fotovoltaicos.

Controlador de carga: Equipo electrónico que se encarga de cargar correctamente las baterías.

Inversor Aislado: Equipo encargado de convertir la corriente directa en corriente alterna.

Batería: Equipo encargado de almacenar energía eléctrica en energía química.

Shelter: Estructura arquitectónica, la cual tiene la función de cubrir los componentes y equipos eléctricos de la intemperie.

STC: Condiciones estándar de Prueba (Irradiancia 1000W/m², 25°C, AM=1.5)

NOTC: Condiciones normales de operación (Irradiancia 800W/m², 20°C, AM=1.5)

Voc: Voltaje de circuito abierto, voltaje de modulo cuando no se tiene conectada ninguna carga.

Vcc: Voltaje en corriente continua.

Vac: Voltaje en corriente alterna.

Corriente de diseño: 1.25 veces la corriente nominal de operación.

Checklist: Revisión de las condiciones de equipos de protección personal y herramientas según formato de validación.

ATS: Análisis de trabajo Seguro.

PTS: Permiso de trabajo Seguro.

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1. Etapas de las actividades

La ampliación del Sistema Solar fotovoltaico de la Antena de Cerro Peladilla se llevó a cabo considerando las siguientes etapas:

Etapa 1: Evaluación de la documentación previa y requerimiento.

Etapa 2: Levantamiento de información en campo.

Etapa 3: Diseño de la ampliación del sistema solar fotovoltaico.

Etapa 4: Selección de equipos y materiales.

Etapa 5: Elaboración de la Ingeniería de Detalle.

Etapa 6: Adquisición de equipos y materiales.

Etapa 7: Transporte de equipos y materiales.

Etapa 8: Habilitación del personal y control documentario.

Etapa 9: Instalación de la ampliación del sistema solar fotovoltaico.

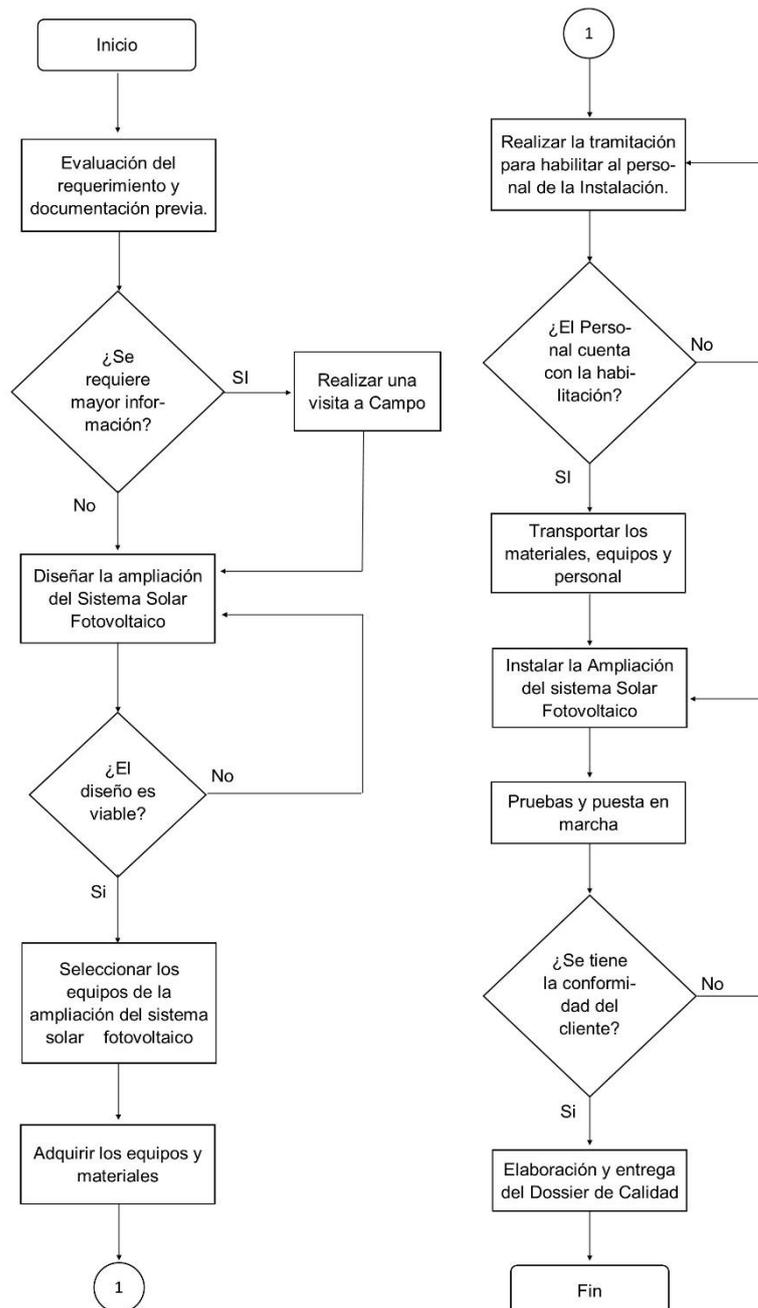
Etapa 10: Puesta en servicio.

Etapa 11: Elaboración del Dossier de Calidad.

2.2.2. Diagrama de Flujo

Para llevar a cabo el proyecto de forma correcta se siguió el siguiente diagrama de flujo:

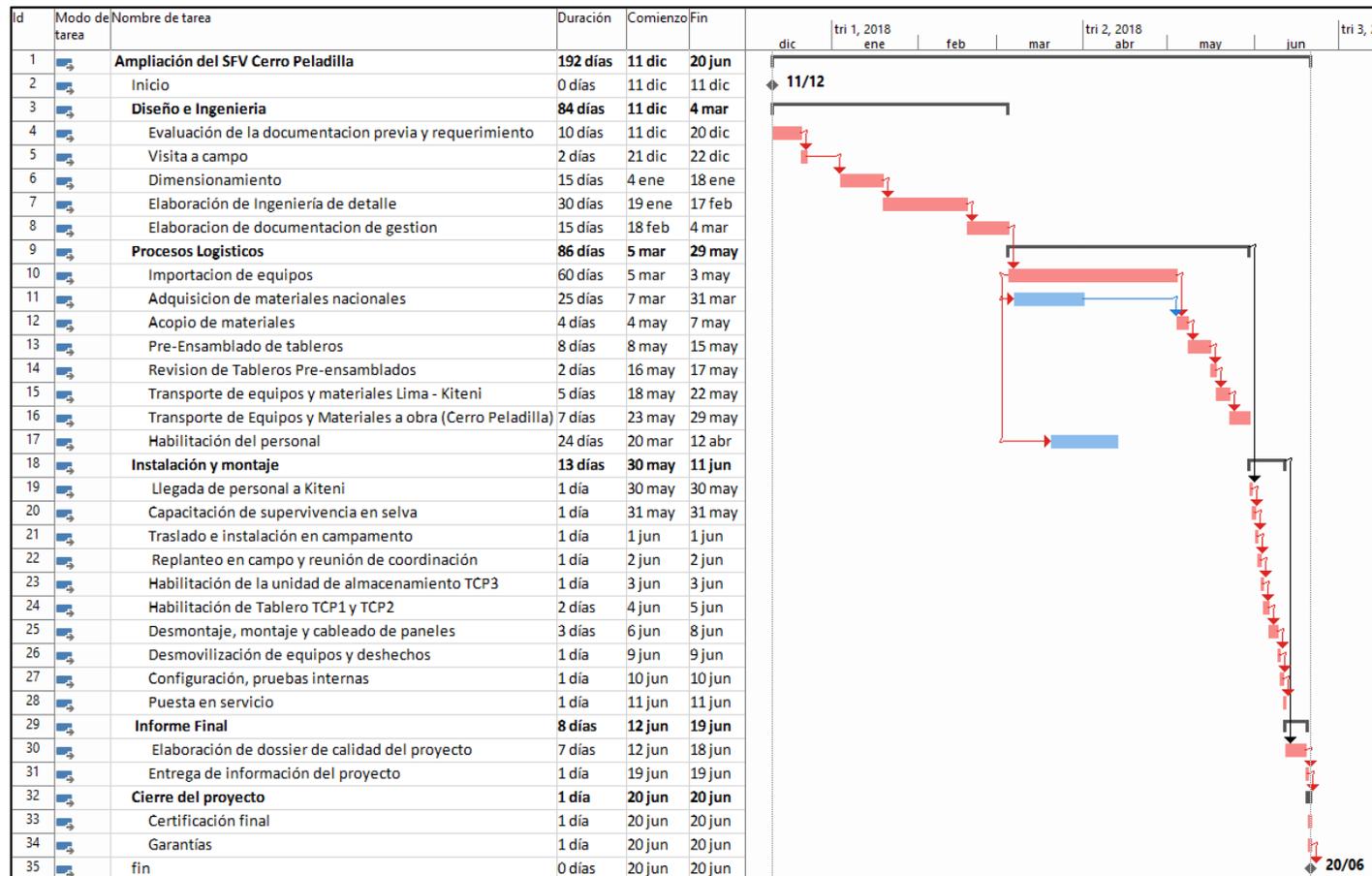
Figura N° 12: Diagrama de flujo de la instalación de la ampliación del sistema solar Fotovoltaico



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Cronograma de actividades

Figura N° 13: Cronograma de La Ampliación del Sistema Solar Fotovoltaico.



Fuente: Elaboración Propia

III APORTES REALIZADOS

3.1. Planificación, ejecución y control de etapas

3.1.1. Evaluación de la documentación previa y requerimiento.

En esta etapa se evaluó el requerimiento de la ampliación del sistema solar fotovoltaico de la antena del cerro peladilla, debido al incremento de las cargas de seguridad electrónica de la antena, así mismo fue recibida toda la documentación referente al sistema solar fotovoltaico inicial.

a) Sistema Solar fotovoltaico Inicial

La antena de comunicación del cerro Peladilla-COGA contaba inicialmente con 01 sistema solar fotovoltaico de 10.2 kWp de potencia instalada en paneles, 04 controladores PWM, 02 Inversores aislados de 2000 VA, 02 sistemas de almacenamiento de 48V 1500 Ah y 01 sistema de monitoreo de generación de energía. Este sistema fue instalado en el año 2011.

El sistema solar fotovoltaico inicial fue diseñado considerando las siguientes condiciones:

Radiación mínima : 4.22 kWh/m²/día.

Temperatura ambiente promedio : 28 °C

Humedad relativa : 95%

Precipitación anual : 5000 mm

Altura : 1,412.0 msnm

La demanda de energía inicial fue de 02 cargas de 552 W a 220 Vac por 24 horas, así mismo se consideró la carga adicional del ventilador

del Shelter de baterías. En la Tabla N° 2 se muestra la demanda total inicial requerida por el sistema:

Tabla N° 2: Demanda de energía para diseño del sistema Solar Fotovoltaico inicial

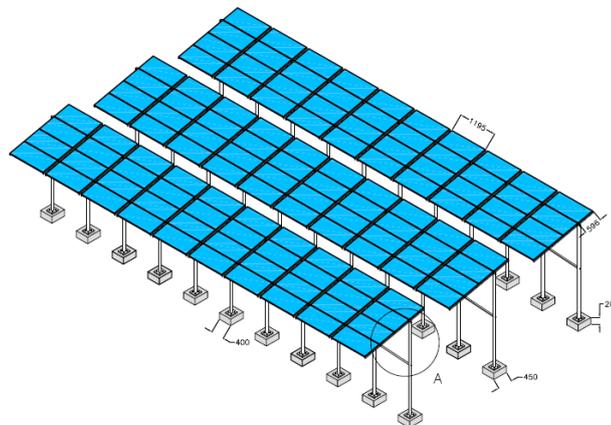
Cargas	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas por día	Energía requerida Wh/día
Cargas de la Antena – Cerro peladilla	552	2	552	24	26,496.0
Ventilador del Shelter de Almacenamiento	43	1	43	0.25	10.75
Sub Total de energía requerida (Watts-hora/día)					26,506.0

Fuente: Memoria descriptiva del sistema solar fotovoltaico inicial - COGA

El sistema contaba con las siguientes características:

- Generador Fotovoltaico: Conformado por 120 módulos fotovoltaicos de 85Wp monocristalinos de la marca Suntech y estructuras metálicas de F.G. en caliente con una inclinación de 15° y orientación Norte.

Figura N° 14: Generador Fotovoltaico de la Antena de comunicación del Cerro Peladilla de Coga.

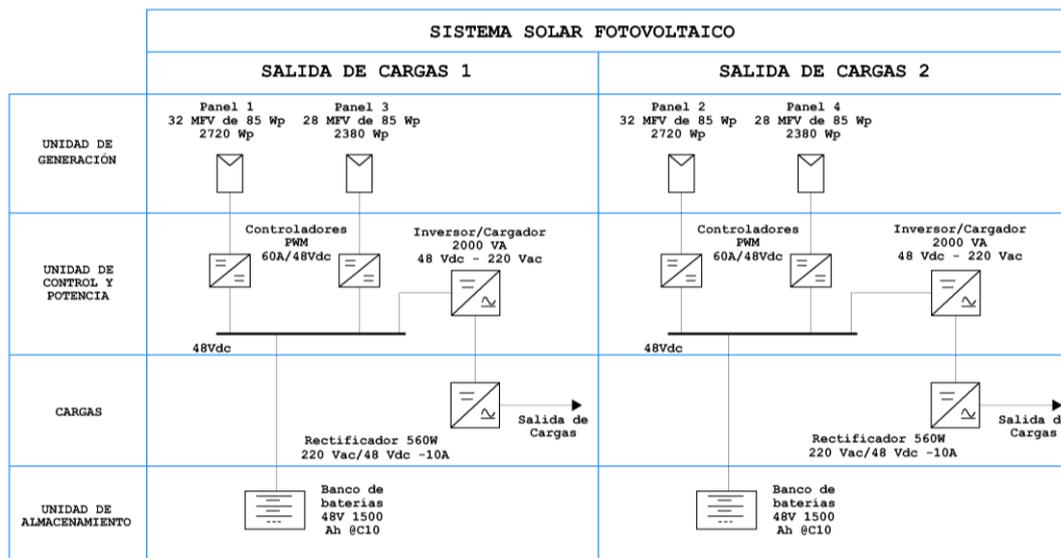


Fuente: Memoria descriptiva del sistema solar fotovoltaico inicial - COGA

Controladores de carga: Conformado por 04 controladores del tipo PWM de la marca Morningstar de 60A.

- Sistema de Almacenamiento: Conformado por 02 bancos de baterías Conformado por 24 baterías AGM OPzV de 1500Ah a C10.
- Sistema de conversión: Conformado por 02 Inversores/cargadores de 2000W en régimen continuo a 25°C.
- Cargas: Conformado por 02 rectificadores de 560W 220Vac/48Vdc que funcionaban para alimentar 02 cargas de 552 W.
- Sistema de monitoreo: Conformado por el equipo MeterHUB, que solo monitoreaba la carga del banco de baterías
- Sistema de Respaldo: Se tiene una entrada para Grupo Electrónico.

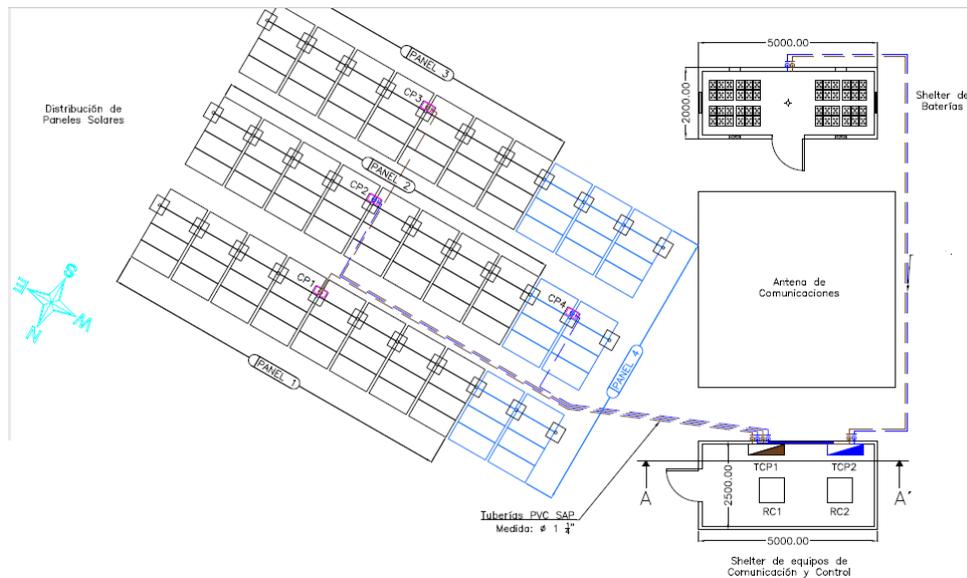
Figura N° 15: Esquema del sistema Fotovoltaico Inicial



Fuente: Elaboración Propia

El sistema solar fotovoltaico se ubicaba dentro de las instalaciones de la antena de comunicación, el cual se divide en; campo de generación fotovoltaica (Módulos fotovoltaicos y estructuras de soporte), Shelter de almacenamiento de Energía (baterías) y Shelter de control y conversión (Controladores, inversores, monitoreo y tableros).

Figura N° 16: Ubicación de los equipos dentro de la Antena de comunicación



Fuente: Memoria descriptiva del sistema solar fotovoltaico inicial - COGA

b) Demanda de energía final

Evaluando el requerimiento del incremento de energía debido a las cargas de seguridad electrónica la demanda de energía final se muestra en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Demanda de energía final

Cargas	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)	Horas por día	Energía requerida Wh/día
Cargas de la Antena – Cerro peladilla	552	2	1,104.0	24	26,496.0
Ventilador del Shelter de Almacenamiento	43	1	43	0.25	10.75

Cargas de seguridad electrónica.	342	1	342	24	8,208.0
Sub Total de energía requerida (Watts-hora/día)					34,714.75

Fuente: Elaboración Propia

La demanda final de energía se incrementaría en un 30.63% con respecto a la demanda de energía del diseño inicial del sistema.

3.1.2. Levantamiento de información en campo

Para realizar el correcto diseño de la ampliación del sistema solar fotovoltaico se realizó un levantamiento de información campo de un día, con esta visita se comprobó el funcionamiento y estado de los distintos componentes del sistema, así mismo se tomó medidas eléctricas de la generación y consumos eléctricos sin considerar la ampliación de carga.

La ruta para llegar a la Zona del proyecto fue:

- Lima – Cusco 1:30 horas (Vía Aérea)
- Cusco – Quillabamba 6:00 horas (Vía Terrestre)
- Quillabamba – Kiteni 4:00 horas (Vía terrestre)
- Kiteni – Cerro Peladilla 40 minutos (Vía Aérea- Helicóptero)

La visita se dio el día 21 de diciembre del 2017 a las 11:00 am.

Figura N° 17: Antena de comunicaciones Cerro Peladilla - Kiteni



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 18: Shelter de almacenamiento de energía.



Fuente: Elaboración propia

El Shelter de control y Almacenamiento tienen una medida de 5 m de largo x 2.5 m de ancho y 2.8 m de alto. Solo el Shelter de Almacenamiento tiene un sistema de ventilación forzada.

Se realizó el levantamiento de información de los distintos componentes del sistema, también se realizó la medición correspondiente. Los resultados de la visita se muestran a continuación:

a) Sistema de Generación Fotovoltaica

Para el sistema de generación fotovoltaica se tenía un área debidamente cercada, donde se encuentran instalados 120 paneles solares de 85 Wp de la marca SUNTECH soportados sobre estructuras de F.G. en caliente de buen estado (postes de Ø3" h= 4m y perfiles de 2 ½ ") con una inclinación de los módulos fotovoltaicos de 15° y orientación Norte.

Figura N° 19: Unidad de generación – 120 módulos fotovoltaicos de 85 Wp



Fuente: Elaboración propia

b) Sistema de Control de Carga (Controlador)

Se contaba con 02 controladores de carga PWM instalados en 2 tableros de control, ubicados en el Shelter de equipos de control y

comunicación debidamente ventilado. Según la siguiente configuración:

Tablero de Control TCP1

- Grupo 1: 32 Paneles, Controlador de Carga PWM Morningstar TriStar TS +TS-M-2
- Grupo 3: 28 Paneles, Controlador de Carga PWM Morningstar TriStar TS-60

Tablero de Control TCP2

- Grupo 2: 32 Paneles, Controlador de Carga Morningstar TriStar TS60 + TS-M-2
- Grupo 4: 28 Paneles, Controlador de Carga Morningstar TriStar TS-60.

Figura N° 20: Controladores de carga del tablero TCP2



Fuente: Elaboración propia

Nota: El controlador del Sistema 02 correspondiente al grupo de paneles N° 02 se encontraba con el display apagado, la cual son indicios de mal funcionamiento.

c) Sistema de Conversión de Energía – Inversor/cargador

El sistema contaba con 02 inversores instalados cada uno en los Tablero TCP1 y TCP2, ubicados en del Shelter de equipos de control y comunicación debidamente ventilado, cada Inverso/cargador Xtender XTM 2600-48 contaba con una potencia de 2600 VA a 25°C, entrada de 48 Vcc y Salida de 220 Vac – 60 Hz.

Figura N° 21: Inversor/cargador Xtender XTM 2600-48 del Tablero TCP1



Fuente: Elaboración propia

d) Sistema da Almacenamiento - Baterías

El sistema contaba con 02 bancos de batería conformado por 24 Baterías OPzV 2V 1500 Ah @C10, ubicado en el Shelter de almacenamiento que se encuentra debidamente ventilado.

Figura N° 22: Sistema de almacenamiento de Energía



Fuente: Elaboración propia

Los bancos se encontraron conectados en paralelo con lo cual se tendría un solo sistema Solar fotovoltaico que no coincidiría con lo reportado en la Memoria Descriptiva. Así mismo se tiene información que el banco de baterías fue repuesto en su totalidad a inicios del del año 2017.

e) Sistema de Protección Eléctrica

El sistema contaba con Interruptores termomagnéticos, Interruptores Diferenciales, Fusibles para ambos sistemas en la siguiente configuración:

- Protección de entrada de Paneles: 02 ITM 2x63A Marca SL Industrial
- Protección del banco de baterías: Fusible NH 100a (Solo en el polo positivo)
- Protección de entrada al inversor: 01 ITM 2x100A Marca SL Industrial
- Protección de Salida del Inversor: 01 Interruptor diferencial 30 mA 2x25A y 01 ITM de 2x16A marca SL Industrial.

- Protección Entrada de Grupo electrógeno: 01 ITM 2x25A Marca SL Industrial (El sistema no cuenta con un Grupo Electrónico)

Figura N° 23: Interruptores de seccionamiento y protección para protección de entrada de módulos – Tablero TCP2.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 24: Interruptores de Seccionamiento y Protección del Inversor, Batería y Cargas. Tablero TCP2



Fuente: Elaboración propia

f) Sistema de Puesta a Tierra

Se tiene instalado un sistema de puesta a tierra tipo malla, el mismo que brinda protección a todos los equipos de generación y consumo.

Figura N° 25: Caja de Registro del sistema de puesta a tierra.



Fuente: Elaboración propia

g) Sistema de Monitoreo

El sistema de monitoreo se encontraba inoperativo en el momento de la visita.

h) Mediciones de parámetros de funcionamiento

Finalmente, como parte de la visita a campo se realizó las mediciones respectivas a los distintos componentes del sistema:

i. Medición de los paneles fotovoltaicos (Grupos)

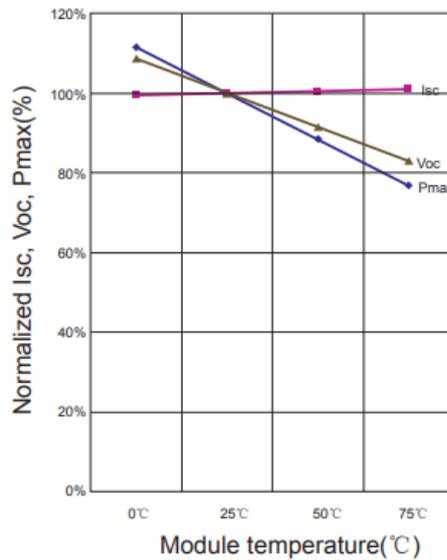
Para determinar el correcto funcionamiento de los módulos fotovoltaicos se procedió a realizar mediciones eléctricas contrastándolas con lo esperado teóricamente (Fichas técnicas) así como el efecto de la temperatura en los valores de voltaje de circuito abierto.

Tabla N° 4: Parámetros eléctricos modulo Suntech-85Wp

Características Eléctricas	
Modelo	STP085S-12/Bb
Voltaje de circuito abierto (Voc)	22.2V
Voltaje máxima potencia (Vmp)	17.8V
Voltaje de corto circuito (Isc)	5.15A
Corriente máxima potencia (Imp)	4.8A
Máxima potencia a STC (Pmax)	85Wp
Temperatura de Operación	-40°C a +85°C
Tensión máxima	715 V DC
Coeficientes de temperatura	
NOCT	48°C±2°C
Coeficiente de temperatura de corto circuito	0.020 %/K
Coeficiente de temperatura de Voltaje de circuito abierto	-0.34%/K
Coeficiente de temperatura de máxima Potencia	-0.46%/K
Tolerancia de Potencia	±5%

Fuente: Suntech

Figura N° 26: Efecto de la temperatura en la tensión de circuito abierto



Fuente: Suntech

Considerando una temperatura de celda de 60°C la Tabla N°5 muestra los resultados de las mediciones.

Tabla N° 5: Mediciones de paneles fotovoltaicos.

Grupo de Módulos	Cantidad de paneles de 85 Wp	Arreglo	Voc teórico	Voc medido	Estado
Grupo 1	32	4 serie x 8 paralelo	79.92 V	79.3 V	Bueno
Grupo 2	32	4 serie x 7 paralelo	79.92 V	79.1 V	Bueno
Grupo 3	28	4 serie x 8 paralelo	79.92 V	64.7 V	Defectuoso
Grupo 4	28	4 serie x 7 paralelo	79.92 V	78.0 V	Bueno

Fuente: Elaboración Propia

De las mediciones se pudo identificar que el grupo 3 de módulos tiene un desperfecto, ya que la medida real se aleja demasiado de la teórica.

ii. Medición de los consumos

Se realizaron medidas de las cargas en la entrada de cada inversor/cargador, debido a que los inversores tenían más de una salida de cargas (Esta configuración no era coincidente con el diseño inicial). Las medidas fueron las siguientes:

Tabla N° 6: Medición de cargas en el Lado de corriente directa de los inversores

Fecha y Hora	Tablero TCP1			Tablero TCP2		
	Corriente (A)	Tensión (V)	Potencia (W)	Corriente (A)	Tensión (V)	Potencia (W)
20/12/2017 14:55	11.17	54.7	610.99	8.71	54.1	471.21
20/12/2017 15:25	11.21	54.5	610.94	8.67	54.1	469.05
20/12/2017 16:04	11.18	54.7	611.55	8.79	54.1	475.54
20/12/2017 16:30	11.33	52.7	597.09	8.71	53.7	467.73
20/12/2017 17:05	11.36	52.7	598.67	8.76	52.3	458.15
20/12/2017 17:30	11.32	51.7	585.24	8.32	51.8	430.98
20/12/2017 18:02	11.27	51.5	580.40	7.39	51.8	382.80
20/12/2017 18:33	11.43	51.2	585.22	8.8	51.2	450.56
20/12/2017 19:09	11.40	51.2	583.68	8.7	51.2	445.44
21/12/2017 07:30	11.71	53.5	626.49	3.6	53.4	192.24
21/12/2017 08:01	11.65	53.4	622.11	3.7	53.4	197.58
21/12/2017 08:25	11.7	53.4	624.78	3.25	53.4	173.55
21/12/2017 08:54	11.5	53.5	615.25	3.97	53.4	211.10
21/12/2017 09:30	11.2	53.4	598.08	3.6	53.4	192.24
21/12/2017 10:20	10.63	53.4	567.64	3.31	53.4	176.75

Fuente: Elaboración Propia

Considerando la Tabla N°6 tenemos una potencia de consumo máximo en el tablero 1 de 611.55 W y en el tablero 2 de 475.54W, con lo cual tenemos un total de 1,087.08 W, considerando un funcionamiento de 24 horas la energía total requerida es de 26,090.16 Wh/día, lo cual

concuenda con la demanda teórica de 26,496.0 Wh/día (Tabla 2.3) con la cual se dimensiono inicialmente el sistema.

Después de realizar la visita a campo se elaboró el informe respectivo, la Tabla N° 7 muestra el resultado de la visita.

Tabla N° 7: Resultados de la visita a campo.

Componente	Estado	Recomendaciones
Grupo de módulos 1,2 y 4	Bueno	Llevar un registro periódico del mantenimiento
Grupo de módulos 3	Defectuoso	Identificar el o los módulos fotovoltaicos defectuosos para realizar la sustitución.
Estructura de F.G. de soporte de módulos fotovoltaicos	Bueno	Subsanar pequeños desprendimientos de galvanizado.
Controladores PWM	Bueno	Programar el cambio de los equipos, ya que tiene 7 años de vida.
Inversor/Cargador	Bueno	Programar el cambio de los equipos, ya que tiene 7 años de vida.
Sistema de almacenamiento	Optimo	
Protecciones	Regular	Considerar el cambio de protecciones con listado para corriente continua

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Diseño de la ampliación del sistema solar fotovoltaico

Con la información previa del cliente, el requerimiento de ampliación de cargas y la visita a campo. El diseño de la ampliación del sistema fotovoltaico se realizó con las siguientes consideraciones:

- Metodología propuesta por El Pliego de condiciones técnicas de instalaciones Aisladas de Red (IDAE, 2009)
- Se utilizará las estructuras de soporte de módulos existente.

- Se cambiará los equipos principales del sistema (Controladores, Inversores y protecciones) debido a que ya cumplieron su tiempo de vida.
- No se realizará un cambio del sistema de almacenamiento (Antigüedad de 1 año)
- Demanda de energía final 34,714.75 Wh/día (Tabla N°3)

a) Determinación de la irradiación de los módulos Fotovoltaicos

Para determinar los datos de Irradiación necesarios se utilizó las coordenadas del cerro peladilla (-12.650139, -73.051833).

Tabla N° 8: Datos de irradiación del Cerro Peladilla

Mes	Gdm (0) kWh/m2.dia
Ene	4.86
Feb	4.41
Mar	4.55
Abr	4.33
May	4.22
Jun	4.49
Jul	4.67
Ago	4.95
Set	4.88
Oct	5.22
Nov	5.02
Dic	4.58

Fuente: NASA

De la Tabla N° 8 consideramos la irradiación mínima 4.22 kWh/m2.dia que corresponde al mes de mayo. Así mismo se considera una orientación al norte y una inclinación de 15°.

Para determinar la irradiación en el plano receptor utilizaremos las (1), (2), (3), (4) y (5) reemplazando valores tenemos:

Inclinación optima

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \cdot |-12.65| = 12.43^\circ$$

Irradiación con inclinación optima

$$G_{dm}(\beta_{opt}) = \frac{4.22}{1 - 4.46 \cdot 10^{-4} \cdot 12.43 - 1.19 \cdot 10^{-4} \cdot (12.43)^2} = 4.32 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$$

Factor K (Constante valor medio mensual sobre horizontal entre valor medio mensual sobre plano inclinado)

$$K = \frac{4.32}{4.22} = 1.02$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_m(0) \cdot K \cdot FI \cdot FS$$

Factor de irradiación

$$FI = 1 - [1.2 \cdot (15 - 12.43)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot 0^2] = 0.99$$

Irradiación final considerando un factor de sombreado de 0.94

$$G_{dm}(0,15) = 4.22 \cdot 1.02 \cdot 0.99 \cdot 0.94 = 4.06 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$$

b) Dimensionamiento del Generador fotovoltaico

Teniendo como referencia la demanda total de 34,714.75 Wh/día y una ratio de rendimiento del sistema de 0.7, reemplazamos los valores en la ecuación (6) tenemos:

$$P_{mp,min} = \frac{34.71 \cdot 1}{4.06 \cdot 0.7} = 12.21 \text{ kWp}$$

El valor mínimo del generador capaz de brindar energía a la demanda total tiene que ser de 12.21 kWp. La potencia de generación del sistema inicial es de 10.2 kWp (120 módulos de 85Wp), por lo tanto, considerando; limitación de espacio, estructuras en buen estado y el

tiempo de vida de los módulos instalados (20 años), se propone sustituir los grupos de paneles 1 y 3 de 85 Wp por paneles de 120 Wp (ver Tabla 2.8), con lo cual se tendría un total de 12.3 kWp que es superior al mínimo requerido por según cálculos.

Tabla N° 9: Arreglo de módulos propuesto.

Grupo de Módulos	Potencia de módulos	Cantidad de módulos	Arreglo de módulos	Potencia Total
Grupo 1	120 Wp	32	4 serie x 8 paralelo	3.84 kWp
Grupo 2	85Wp	32	4 serie x 7 paralelo	2,72 kWp
Grupo 3	120 Wp	28	4 serie x 8 paralelo	3,36 kWp
Grupo 4	85 Wp	28	4 serie x 7 paralelo	2,38 kWp
Total				12.30 kWp

Fuente: Elaboración Propia

c) Dimensionamiento del banco de baterías

El banco de baterías instalado inicialmente (48V 2830 Ah) en la antena de comunicación solo tenía 1 año de haber sido sustituido. Por lo tanto, no se justificaba su reemplazo, solo se tiene que determinar los días de autonomía con respecto a la demanda final de energía, con lo cual la ecuación (7) se expresa de la siguiente manera:

$$A = \frac{C_{20} * PD_{max} * \eta_{inv} * \eta_{rb}}{L_D}$$

Utilizando los datos del fabricante de la batería y la formula anterior tenemos:

$$A = \frac{2830 * 0.75 * 0.95 * 0.97}{\frac{34,714.75}{48}} = 2.7 \text{ dias.}$$

Utilizando el mismo sistema de almacenamiento el banco de baterías brindaría una autonomía de 2.7 días.

3.1.4. Selección de equipos y materiales

i. Selección Módulos Fotovoltaicos

De acuerdo con la Tabla N° 9 para abastecer la demanda final se requiere de 12.3 kWp con lo cual tendremos 60 módulos de 120 Wp policristalinos de la marca JInko y 120 paneles de 85Wp policristalinos de la marca Suntech.

Tabla N° 10: Parámetros Eléctricos y térmicos modulo fotovoltaico policristalino de 120 Wp – Jinko.

ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

			JS 125	JS 120
Module name			YL125P-17b 6/7	YL120P-17b 6/7
Module type				
Power output	P_{max}	W	120	125
Power output tolerances	ΔP_{max}	%	+/- 5	
Module efficiency	η_m	%	14.90	14.30
Voltage at P_{max}	V_{mpp}	V	17.90	17.70
Current at P_{max}	I_{mpp}	A	6.98	6.80
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	22.70	22.70
Short-circuit current	I_{sc}	A	7.47	7.36

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of P_{max}	γ	%/°C	-0.45
Temperature coefficient of V_{oc}	β_{Voc}	%/°C	-0.37
Temperature coefficient of I_{sc}	α_{Isc}	%/°C	0.06

Fuente: Jinko Solar

ii. Selección de controladores

Para seleccionar el controlador, utilizaremos los voltajes de circuito abierto V_{oc} y el voltaje a máxima potencia V_{mp} ambos corregidos por temperatura, así mismo la potencia pico de cada arreglo de módulos. Estos valores no deben superar los parámetros del controlador seleccionado.

Para determinar el V_{oc} corregido por T_{min} (14°C) y V_{mp} T_{max} (35°C) se utilizarán la siguientes formulas:

$$V_{oc_{max}}(T_{min}) = V_{ocx}(100\% + (T_{min} - T_{stc}) * TkVoc) \quad (8)$$

$$V_{mp_{min}}(T_{max}) = V_{mpx}(100\% + (T_{suma} + T_{max} - T_{stc}) * TkPmp) \quad (9)$$

Donde:

Voc: Voltaje de circuito abierto del arreglo (ficha técnica)

Tmin: Temperatura minima del lugar 14°C

Tmax: Temperatura maxima del lugar 35 °C

Tstc: Temperatura a condciones estandar 25°C

Tstc: Temperatura a condciones estandar 25°C

TkPmp: Coeficiente de potencia (Dato ficha tecnica)

*Tsuma: T sumada a la T ambiente (Segun tipo de montaje
– poste 20°C)*

Reemplazando los valores de cada arreglo en las ecuaciones anteriores, obtenemos los valores mínimos y máximos de tensión, así como la potencia máxima para seleccionar el controlador. La Tabla N°11 muestra los resultados obtenidos.

Tabla N° 11: Voltajes de operación de grupos de módulos corregidos por temperatura,

Grupo de Módulos	Voc (V)	Voc Corregido (V)	Vmp (V)	Vmp corregido (V)	Potencia pico (kWp)
Grupo 1	90.8	94.50	70.8	61.24	3.84
Grupo 2	88.8	92.12	71.2	61.37	2,72
Grupo 3	90.8	94.50	70.8	61.24	3,36
Grupo 4	88.8	92.12	71.2	61.37	2,38

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los parámetros de funcionamiento de los arreglos de paneles los controladores seleccionados deben de operar en un rango de tensión de 61.24 a 94.5 V y deben ser capaz de soportar una potencia pico de 3.84 kW. Por lo tanto, se selección el controlador BlueSolar MPPT 150/70 de la marca Victron Energy (4 unidades).

Tabla N° 12: Parámetros eléctricos Controlador MPPT 150/70 Victron

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en funcionamiento al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

Fuente: Victron Energy

iii. Selección de baterías

Debido a que se realizó la reposición de baterías 1 año previo a la instalación de la ampliación del sistema, en coordinación COGA se

decidió mantener el mismo sistema de almacenamiento. Para mejorar el sistema de almacenamiento se consideró instalar un tablero de paralelamiento y un sistema de monitoreo de baterías BMV 702 Victron.

iv. Selección de Inversores

Para la selección de inversores se consideró los siguientes parámetros:

Potencia de Servicio: 1087.08 W

Tipo de inversor: Inversor/cargador

Tipo de onda: Sinusoidal Pura

Tmax de operación: 35°C

Cantidad: 02 Inversores (1 Stanby)

Eficiencia Mínima: 92%

Frecuencia: 60 Hz

Tensión de entrada: 48 Vcc

Tensión de Salida: 220 Vac

Factor de seguridad: 1.25

Con los parámetros anteriores se debe seleccionar un inversor de una potencia mínima de 1476 W, por lo tanto, se selección 02 Inversores/cargadores Multiplus 48/3000 de la marca Victron, ya que según ficha técnica estos inversores tienen una salida de 2200 W a 40°C.

Tabla N° 13: Parámetros eléctricos Inversor/Cargador Multiplus 48/3000

MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/ 800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
PowerAssist		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)		9,5 – 17V		19-33V	38 – 66V		
Salida		Tensión de salida: 230 VAC ± 2%			Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)		
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)		800	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)		700	1000	1300	1600	2400	4000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)		650	900	1200	1400	2200	3700
Potencia cont. de salida a 65°C (W)		400	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)		1600	2400	3000	4000	6000	10,000
Eficacia máxima (%)		92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío (W)		8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)		5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15

Fuente: Victron Energy

v. Selección de protecciones eléctricas

Las protecciones eléctricas fueron seleccionadas de acuerdo con el nivel de tensión y corriente de diseño correspondiente de cada tramo del sistema, así como el Listado en Vcc y Vac. En la tabla 2.10 se muestra las protecciones seleccionadas.

Tabla N° 14: Protecciones seleccionadas para el sistema Solar Fotovoltaico

Tramo	Tensión Nominal	Corriente de Diseño	Protección seleccionada	Modelo	Marca
Arreglo de módulos - Controladores	94.5 Vcc	58.88 A	2x63A	S202-C63	ABB
Controlador - Baterías	48 Vcc	236 A	1 x 250 A	MEGA fuse 250A/58V	Victron
Baterías Inversor	48 Vcc	93 A	1 x 125 A	MEGA fuse 200A/58V	Victron
Inversor – Salida de Cargas	220 Vac	17.04 A	2x20A	S202-C20	ABB
Grupo Electrónico - Inversor	220 Vac	17.04 A	2x20A	S202-C20	ABB

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo se incluyó interruptores diferenciales de 2x25A 30mA para las salidas de cargas y protecciones de sobre tensiones en el lado Vcc (LA302DC) y en lado Vac (LA302) entrada de grupo electrógeno.

vi. Selección de Conductores

Para la selección de conductores para cada tramo se consideró lo siguiente; La corriente de diseño corregida por el factor de temperatura y canalización, la caída de tensión menor al 2.5% en el Lado Vac y Vcc. Para determinar la sección mínima se utilizó la formula (10).

$$S = \frac{2 * I * \rho * L}{\Delta V} \quad (10)$$

Donde:

I: Corriente de diseño

S: Seccion del conductor en mm²

ρ: resistividad del cobre a 20°C (0.0172)

ΔV: Varicion de tensión (caida de tension 2%)

L: Longitud del conductor (m)

En la Tabla N°15 se muestran los resultados de los cálculos de las secciones de conductores.

Tabla N° 15: Sección de conductores por tramos.

Tramo	Tensión Nominal (V)	Corriente de Diseño (A)	Caída de tensión (2.5%)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección seleccionada
módulos- Controladores (4 tramos)	94.5	58.88	2.3625	20	17.147	4 AWG /21.15 mm ²
Controlador- Baterías (2 tramos)	48	125	1.2	15	53.750	1/0 AWg / 53.48 mm ²
Barra de baterías - Inversor (2 tramos)	48	93.5	1.2	10	26.803	1/0 AWg / 53.48 mm ²

Tramo	Tensión Nominal (V)	Corriente de Diseño (A)	Caída de tensión (2.5%)	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)	Sección seleccionada
Inversor–Cargas (2 tramos)	220	17.04	5.5	8	0.853	14 AWG / 2.08 mm ²
G.E.-Inversor (2 tramos)	220	17.04	5.5	8	0.853	14 AWG / 2.08 mm ²

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente los conductores seleccionados fueron del tipo TWH-90 con retardante a la llama.

vii. Selección del sistema de monitoreo

Para integrar el monitoreo de los parámetros eléctricos de los controladores, inversores y el monitor de baterías. Se selecciono un equipo de monitoreo Venus GX de la marca Victron, este equipo es capaz de integrar el monitoreo de todos los equipos, incluye seguimiento en tiempo real de todos datos usando un smartphone u otro dispositivo como un ordenador. El monitoreo se realiza de manera local o vía online.

La Tabla N°16 muestra los principales parámetros eléctricos por equipos a monitorear.

Tabla N° 16: Parámetros eléctricos a ser monitoreados.

Equipo	Parámetros
Controlador de carga MPPT 150/70 Victron	Tensión y corriente de entrada de módulos.
	Tensión y corriente de batería.
	Estado de carga de la batería
	Rendimiento energético de módulos (kWh/día)
	Potencia, voltaje máximo de módulos en el día.
	Voltaje mínimo y máximo de baterías en el día.
	Estados de error.

Equipo	Parámetros
Inversor/Cargador Multiplus 48/3000	Tensión, corriente, estado de carga, temperatura de la batería.
	Tensión, potencia, corriente y frecuencia de la entrada AC.
	Tensión, potencia, corriente y frecuencia de la salida AC.
	Estados de error.
Monitor de batería BMV 702	Estado de carga de la batería
	Tensión, corriente, potencia y Ah consumidos a la salida.
	Descarga más profunda (Ah), descarga media (ah), última descarga (Ah) y Ah acumulado en consumo.
	Total, de ciclos de carga, número de descargas completas y tiempo de la última carga.
	Alarmas por tensión baja y tensión alta.
	Temperatura de la batería.

Fuente: Victron Energy

3.1.5. Elaboración de la Ingeniería de Detalle

Después del dimensionamiento del sistema y selección de equipos y materiales se elaboró la ingeniería de detalle considerando lo siguiente:

Sistema de generación

- Sustitución de 60 módulos de 85Wp por módulos de 120 Wp (Grupo 1 y 3).
- Adecuación de estructuras metálicas existentes por medio de perfiles de aluminio para soportar los módulos de 120Wp.

Shelter de Almacenamiento

- Integración de un tablero (TCP3) para realizar el paralelamiento de ambos bancos de batería.
- Integración de protección General (Fusible)

Shelter de Comunicación y Control

- Sustitución de controladores, inversores y protecciones eléctricas.
- Sustitución de los Tablero TCP1 y TCP2 de acuerdo con la nueva selección de equipos.
- Integración de un tablero de control y monitoreo TCM.

Los entregables de la ingeniería de Detalle fueron los siguientes:

- Memoria descriptiva
- Plano de ubicación.
- Especificaciones técnicas de equipos.
- Diagrama Unifilar.
- Diagrama de conexionado.
- Cronograma de Instalación
- Planos de disposición de Tableros.
- Planos de estructura de módulos.
- Plan de trabajo General.
- Documentación de Seguridad.

3.1.6. Adquisición de equipos y materiales

Teniendo definido la cantidad y especificaciones de equipos y materiales se procedió a realizar la compra internacional y local de los mismo. En la Tabla N°17 se detallan los equipos y materiales adquiridos.

Tabla N° 17: Equipos y Materiales Adquiridos

SUMINISTRO EQUIPOS Y MATERIALES			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	SISTEMA DE GENERACIÓN		
1.1	Modulo fotovoltaico 120 Wp, Yingli	Und.	60
1.2	Perfil de F.G. 2"x1", 2.7 metros	Und.	30
1.3	Conectores MC4 (Hembra y Macho)	Par	80
1.4	Cable Solar 4mm2 N2XOH	m	120
1.5	Cable de Tierra 4mm2 NH-80	m	60
1.6	Terminales, pernos y tuercas (Diferente medida)	Glb	1
2	SISTEMA DE CONTROL Y POTENCIA (Shelter UCM)		
2.1	Inversor/Cargador 48/3000 Victron	Und.	2
2.2	Controlador MPPT 150/85-Tr	Und.	4
2.3	Venus GX (Sistema de Monitoreo)	Und.	1
2.4	Monitor de baterías + sensor de temperatura	Und.	1
2.5	Interruptor termomagnético S202-C63	Und.	4
2.6	Interruptor termomagnético S202-C20	Und.	6
2.7	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	Und.	4
2.8	Interruptor termomagnético S802C-100	Und.	2
2.9	Fusible y porta fusible 6A	Und.	2
2.10	Fusible 125A, 52 Vcc + porta fusible	Und.	2
2.11	Arrester para corriente continua LA302DC	Und.	2
2.12	Arrester para corriente alterna LA302DC	Und.	2
2.13	Tablero IP 54 pintura electrostática RAL 7035 1000x1200x300mm e=1/20" (TCP1 y TCP2)	Und.	2
2.14	Tablero IP 54 pintura electrostática RAL 7035 300x400x150mm e=1/20", (Venus GX)	Und.	1
2.15	Canal tipo Unistrut en Acero Galvanizado x 2 metros	Und.	3
2.16	Barra de cobre y aisladores	Glb	1
2.17	Terminales, Pernos y Tuercas (Diferente medida)	Glb	1
2.18	Cinta termo contraíble, Señalización, marcador de conductores	Glb	1
2.19	Canaleta ranurada y canaleta normal, 2 metros (diferente medida)	Glb	1
2.20	Conectores PVC y prensa estopas (diferente medida)	Glb	1
2.21	Tubería Eléctrica SAP 1" x 3 m Pavco	Und.	7
2.22	Cable flexible 4 AWG	m	150
2.23	Cable flexible 1/0 AW	m	200
2.24	Cable flexible THW-80 14 AWG	m	100

SUMINISTRO EQUIPOS Y MATERIALES			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
2.25	Terminales, pernos y tuercas (Diferente medida)	Glb	1
2.26	Bornes, terminales y riel DIN	Glb	1
2.27	Cable UTP, cable 6P6C, conectores, Cable V-direct y Hub 4 puertos	Glb	1
3	UNIDAD DE ALMACENAMIENTO (Shelter de Baterías)		
3.1	Shunt de Monitor de Baterías	Und.	1
3.2	Tablero IP 54 pintura electrostática RAL 7035 400x600x150m e=1/20" (TCP3)	Und.	1
3.3	Fusible 250 A 52 Vcc + porta fusible	Und.	1
3.4	Terminales, pernos y tuercas (Diferente medida)	Glb	1
3.5	Barra de cobre y aisladores	Glb	1
3.6	Canaleta ranurada y canaleta normal, 2 metros (diferente medida)	Glb	1
3.7	Conectores PVC y prensa estopas (diferente medida)	Glb	1

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente a la adquisición de materiales se realizó un pre-ensamblado y pruebas de tableros eléctricos en el almacén de Engie, esta actividad se realizó para reducir tiempo de instalación.

Figura N° 27: Ensamblaje y Pruebas de Tableros en el Almacén de Engie



Fuente: Elaboración Propia

3.1.7. Transporte de equipos y materiales

El transporte de los de equipos y materiales desde Lima hasta La Antena del Cerro Peladilla – Kiteni se realizó de la siguiente manera:

- Lima – Kiteni vía terrestre (22 horas)
- Aeródromo Kiteni – Cerro Peladilla vía Aérea (helicóptero) – (40 minutos)

La empresa que transporto los equipos y materiales vía terrestre hasta Kiteni contaba con toda la documentación necesaria de seguridad y seguros. El transporte vía área (Helicóptero) fue coordinado por COGA, ya que no existe otro medio de transporte para llegar desde Kiteni a la Antena.

Figura N° 28: Embalaje de equipos y materiales para el transporte Lima-kiteni



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 29: Transporte de equipos y materiales Kiteni-Cerro Peladilla



Fuente: Elaboración Propia

3.1.8. **Habilitación del personal y control documentario**

Para la instalación de la ampliación del sistema se cumplió el requerimiento para contratistas que realicen operaciones en Zonas remotas según lo establecido por COGA. Los requisitos fueron los siguientes:

- Examen Médico Ocupacional, Evaluación Musculoesquelética, Examen Psicológico Ocupacional, Examen Oftalmológico (Agudeza Visual de Lejos y Cerca, Fondo de Ojo, Tonometría, Visión de Profundidad, Visión de Colores y Campo Visual) y Examen Odontológico.
- Hemograma Completo, Grupo Sanguíneo y Factor Rh, Glucosa, Urea, Ácido Úrico, Creatinina, TGO, TGP, Colesterol, Triglicéridos,

HDL, LDL, VDRL o RPR, Examen Completo de Orina, Toxiscreen en Orina (Cocaína, Marihuana, Anfetaminas, Metanfetaminas y Benzodiacepinas) y Bk en Espujo (01 Muestra).

- Radiografía de Tórax, Espirometría, Audiometría (Metodología CAOHC), Electrocardiograma y Prueba de Esfuerzo Graduada (solo > 40 años).
- Adicionalmente a lo antes expuesto, incluir de acuerdo al tipo de actividad, Evaluación Psicosenométrica (solo Conductores de Vehículos), Examen para Trabajos en Altura Estructural > 1.8 m. (solo Trabajos en Altura Estructural) y Test Psicológicos para Fobias y Estrés (solo Trabajos en Altura Estructural y/o Espacios Confinados).
- Vacunación Selva: Fiebre Amarilla, Difteria-Tétanos, Hepatitis B e Influenza cepa vigente
- Inducción de Seguridad Ambiente y Salud (SAS), realizada por el área de Seguridad de COGA

Adicionalmente a los requisitos anteriores se elaboraron y entregaron los siguientes documentos de seguridad:

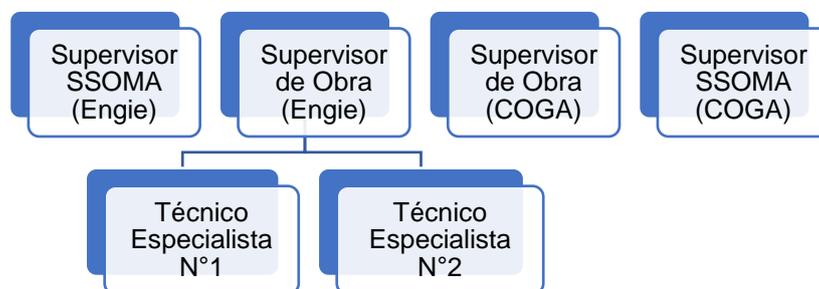
- Matriz identificación de peligros, evaluación y control de riesgos (IPERC).
- Matriz de Identificación de Aspectos y Evaluación de Impactos (IAEI)
- Formato de reporte Semanal de Trabajo
- Formato de verificación del Trabajo (Punch List).
- Formato de Autorización para realizar trabajos con tensión o líneas energizadas.
- Formato de Permiso de Trabajo Seguro (PTS).

- Formato inspección de uso de equipo de protección individual
- Formato de inspección de equipos y herramientas.
- Formato de Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST)
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Plan de Gestión Ambiental.
- Procedimiento de Trabajo Eléctrico.

3.1.9. Instalación de la ampliación del sistema solar fotovoltaico

En la Figura N°30 se muestra el equipo de trabajo que realizo la instalación de la ampliación del sistema, así mismo COGA designo un supervisor de Obra y un personal de Seguridad.

Figura N° 30: Equipo de trabajo para la Ampliación del sistema solar fotovoltaico.



Fuente: Elaboración Propia.

Para la implementación de la ampliación realizó las siguientes actividades:

a) Coordinación en base Kiteni.

El equipo de trabajo se instaló en la localidad de Kiteni donde se coordinó con el personal asignado por COGA; La capacitación de supervivencia en Selva, coordinación de transporte vía aérea

(Helicóptero) desde el aeródromo de Kiteni hacia el cerro peladilla y la habitabilidad en el lugar de trabajo. Así mismo se estableció que toda actividad y acontecimiento debe ser comunicado a Centro de Control COGA.

b) Traslado e Instalación de Campamento

Después del traslado del equipo de trabajo se realizó la instalación de este en el campamento existente en el cerro Peladilla, este campamento es la base de operaciones del ejército del Peru en la zona debido a que es considerada zona de Narcoterrorismo

Figura N° 31: Base del ejército en el Cerro Peladilla



Fuente: Elaboración Propia

c) Replanteo en Campo y verificación de procedimientos de trabajo

En esta etapa se realizó la verificación de los planos y se realizó los correspondientes replanteos de obra, así mismo se realizó la inspección de equipos, herramientas y materiales a utilizar. Finalmente se estableció la correcta utilización de los ATS, PTS, Check List de herramientas y los formatos de seguridad.

Figura N° 32: Revisión de formatos de Seguridad y replanteo.



Fuente: Elaboración Propia

En el inicio de cada jornada laboral se elaboraron los correspondientes ATS y PTS. También se dio la charla de 5 minutos correspondiente y la utilización de dispositivos de bloqueo y etiquetado de medios de desconexión.

d) Desmontaje, montaje y cableado de módulos

Se realizó la desconexión y desmontaje de 60 módulos de 85Wp (Grupo 1 y 3), luego se procedió a realizar la adecuación de las estructuras para soporte de los módulos de 120 Wp y finalmente se realizó el montaje y la conexión de módulos de 120 Wp así como el aterramiento de los mismos.

Se debe tener en cuenta que esta actividad fue realizada progresivamente a fin de no tener déficit de energía del sistema que se encontraba en operación.

Figura N° 33: Desconexión y desmontaje de módulos de 85 Wp.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 34: Montaje y conexionado de módulos de 120Wp



Fuente: Elaboración Propia

e) Montaje y conexionado del Tablero TCP3

Para la instalación del Tablero de paralelamiento de baterías TCP3 ubicado en el Shelter se realizó la canalización de cables por medio de canaletas ranuradas de 100x60 mm, luego se realizó el montaje de del

tablero TCP3 (Barras de cobre, fusible y Shunt para monitoreo) y finalmente se realizó el conexionado, marcado de cables y puesta en marcha. La instalación duro 4 horas durante este tiempo el sistema no conto con energía, esto fue coordinado con el Centro de Control COGA.

Figura N° 35: Montaje y conexionado de Tablero TCP3



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 36: Tablero TCP3 y canalización instalada.



Fuente: Elaboración Propia

f) Montaje y conexionado de Tableros TCP1 y TCP2

Para esta actividad realizo el des conexionado y desmontaje de los tableros existentes (Shelter de Control y Monitoreo), luego se realizó el

montaje, conexión y marcado cables de los tableros TCP1 y TCP2 que fueron pre - ensamblados en los almacenes de Engie – Lima, finalmente cada tablero fue aterrado y se realizó la puesta en marcha. El tiempo necesario de desconexión del sistema fue de 6 horas por cada tablero los cuales se realizaron en dos días diferentes

Figura N° 37: Instalación de Tablero TCP1



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 38: Instalación de Tablero TCP2



Fuente: Elaboración Propia

g) Montaje y conexionado de Tablero de control y monitoreo TCM

El tablero de control y monitoreo TCM conformado por el Venus Gx, monitor de baterías, protecciones y accesorios. Se instaló en el Shelter de Control y monitoreo cerca de los tableros TCP1 y TCP2 ya que se instaló cables de comunicación de los distintos equipos hacia el Venus GX. Para la instalación del Tablero TCM se realizó un corte de energía del sistema por 2 horas.

Figura N° 39: Instalación del Tablero TCM



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 40: Monitor de baterías en el tablero TCM



Fuente: Elaboración Propia

h) Puesta en servicio

En esta etapa se configuro el sistema de monitoreo Venus GX estableciendo la conexión y monitoreo de controladores, inversores y el monitor de baterías. Así mismo se realizó el protocolo de puesta en servicio de todas las partes del sistema (Ver Anexo 2).

Figura N° 41: Toma de mediciones para el protocolo de prueba.



Fuente: Elaboración Propia

Esta etapa finalizo con la conformidad del protocolo de puesta en servicio por parte del supervisor en campo de COGA.

i) Elaboración del Dossier del Proyecto

El Dossier del Proyecto se elaboro tanto para COGA como para Engie. Los documentos que conforman el Dossier están orientados a la verificación del cumplimiento del alcance del servicio con los requerimientos establecidos en la Ingeniería de Detalle.

El Dossier del Proyecto se elaboro para tener evidencias de la conformidad del cliente, fue conformado por los siguientes documentos:

- Nota de Pedido del Sistema (Anexo 1)
- Protocolo de Puesta en Servicio. (Anexo 2)
- Especificaciones Técnicas (Anexo 3)
- Certificado de Garantía Limitada
- Plan de comunicación Post venta
- Valorización del Proyecto
- Memoria Descriptiva del Proyecto
- Certificados de Calibración de instrumentos (Anexo 4)
- Manual de operación y Mantenimiento
- Planos As Built (Anexo 5)

Los documentos mencionados anteriormente se fueron entregados impresos en un file a COGA y una copia fue archivada para su posterior consulta.

3.2. Evaluación técnica – económica

COGA realizo la evaluación Técnica-Económica de las propuestas de los diferentes contratistas para el proyecto de Ampliación del Sistema Solar Fotovoltaico del Cerro Peladilla, adjudicando el proyecto a Engie.

En el presente proyecto se evaluó la mejor alternativa técnicamente viable debido a que se contaba con un diseño e instalación inicial del sistema, en la Tabla N° 18 se presenta el costo desglosado del proyecto.

Tabla N° 18: Presupuesto de la Ampliación del sistema solar Fotovoltaico de la Antena del Cerro Peladilla.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Und	Cant.	P. Unitario	P. Parcial
I	EQUIPOS Y MATERIALES				S/. 34,787.60
1.1	Modulo fotovoltaico policristalino Jinko de 120 Wp	Und	60	S/198.00	S/. 11,880.00
1.2	Inversor/Cargador 3000/48 - Victron	Und	2	S/3,568.67	S/. 7,137.34
1.3	Controlador MPPT 150/70 -Victron	Und	4	S/1,718.47	S/. 6,873.87
1.4	Equipo de monitoreo Venus GX	Und	1	S/613.46	S/. 613.46
1.5	Monitor de Batería BVM 702 + Sensor de Temperatura	Glb	2	S/497.96	S/. 995.92
1.6	Materiales eléctricos y tableros	Glb	1	S/7,287.00	S/. 7,287.00
II	TRANSPORTE				S/. 7,792.00
2.1	Transporte de equipos y materiales v Lima-kiteni	Und	1	S/7,792.00	S/. 7,792.00
III	INSTALACIÓN				S/. 30,654.61
3.1	Instalación en zona remota	Glb	1	S/26,207.00	S/. 26,207.00
IV	COSTO DIRECTO				S/. 73,234.20
V	GASTOS GENERALES (12%)				S/. 8,788.10
VI	UTILIDAD (28%)				S/. 20,505.58
VII	SUB TOTAL				S/. 102,527.89
VIII	IGV (18%)				S/. 18,455.02
IX	TOTAL				S/. 120,982.90

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis de resultados

- Según los resultados previos la ampliación del sistema Fotovoltaico del Cerro Peladilla es capaz de alimentar la carga final compuesta por los equipos de comunicación y de seguridad electrónica de la Antena.
- El dimensionamiento de la ampliación del sistema se realizó considerando la ubicación del sistema, la demanda final de energía, la visita a campo y las posibles mejoras a realizar (Ver Tabla N°19).

Tabla N° 19: Parámetros considerados para el dimensionamiento.

Parámetros de Diseño		
Descripción	Unidad	Valor
Latitud	°	-12.65
Longitud	°	-73.06
Altitud	m	1412
Demanda Final de Energia	kWh/día	34,714.75
Radiación (Mes desfavorable)	kWh/m ² /día	4.22
Tensión de almacenamiento	Vcc	48
Tensión de Servicio	Vac	220
Frecuencia	Hz	60
Capacidad de almacenamiento considerada (Baterías existentes)	kWh	135.84

Fuente: Elaboración Propia

- El principal resultado del dimensionamiento de la ampliación del sistema fueron la capacidad mínima del generador fotovoltaico con un valor de 12.3 kWp. Por otro lado, se determinó que al usar las baterías existentes se espera una autonomía de 2.7 días.
- Para la selección de equipos se evaluó: las condiciones del lugar, la demanda máxima de potencia, la capacidad de almacenamiento disponible, las estructuras de soporte de módulos disponibles, espacios disponibles en el Shelter de Comunicación. De los resultados obtenidos se seleccionó los módulos fotovoltaicos (Sustitución de grupos 1 y 3), Controladores de cargas MPPT, Inversores/cargadores, sistema de monitoreo, tableros y protecciones eléctricos (Ver Tabla N°20).

Tabla N° 20: Equipos Seleccionados para el sistema.

Área	Equipos	Cantidad
Generación	Modulo fotovoltaico policristalino de 120Wp	60
Control y potencia	Controlador MPPT 150/70	04
	Inversor/Cargador 48V 3000VA	02
	Tablero de Control y potencia (Incluye protecciones) TCP1 y TCP2	02
	Equipo de monitoreo (Venus GX)	01
	Monitor de baterías	01
	Tablero de monitoreo TCM	01
Almacenamiento	Tablero de paralelamiento TCP3	01

Fuente: Elaboración Propia

- La instalación se llevó a cabo en las diferentes Áreas y se logró integrar todo el equipamiento necesario para brindar energía a la final de la antena, así mismo se instaló un sistema de monitoreo capaz de brindar información en tiempo real de cada componente del sistema ya sea vía online o local. (ver Tabla N° 21)

Tabla N° 21: Principales Actividades de la Instalación

Área	Equipos	Actividades de Instalación
Generación	Instalación de 60 módulos fotovoltaicos de 120Wp	Sustitución de módulos de 85Wp de los grupos 1 y 3. Se utilizo la misma estructura metálica de soporte de módulos con adecuación para módulos de 120Wp.
Control y potencia	Instalación de 04 Controladores MPPT 150/70	Los controladores fueron instalados en los tableros TCP1 (02 Unidades) y TCP2 (02 Unidades)
	Instalación de 02 Inversor/Cargador 48V 3000VA	Los inversores fueron instalados en los tableros TCP1 (01 Unidad) y TCP2 (01 Unidad)
	Instalación de tableros TCP1 y TCP2	Los tableros TCP1 y TCP2 incluyen todas las protecciones del lado DC y AC
	Instalación Equipo de monitoreo (Venus GX)	Se configuro e integro el monitoreo de los distintos equipos del sistema

Área	Equipos	Actividades de Instalación
	Instalación del Monitor de baterías	Se adiciono el sistema de monitoreo de baterías al sistema de almacenamiento existente.
	Tablero de monitoreo	El tablero de monitoreo integrara el Venus GX y monitor de batería.
Almacenamiento	Tablero de Paralelamiento TCP3	Integración de 02 sistemas de almacenamiento mediante un tablero de paralelamiento

Fuente: Elaboración Propia

IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- En concordancia con Rodrigo González González de la universidad Carlos III de Madrid-España utiliza la menor radiación a lo largo del año para el lugar de la instalación de la estación de comunicación (Peñalda de Santiago), En el presente trabajo se utilizó como la radiación de Julio (Menor del año) para dimensionar el sistema de generación, esto es parte de la metodología propuesta por El Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía de España “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. (feb 2009)”.
- En contrastación con Pajares Espejo Michael Gustavo de la Universidad del Señor de Sipán de Peru, En una de sus conclusiones establece que la energía demandada será suministrada en su totalidad por fuentes renovables, sin embargo para sistema solares fotovoltaicos aislados se debe tener un respaldo de Grupo Electrónico para condiciones climáticas adversas consideradas, en el presente trabajo se consideró la adecuación para el abastecimiento de energía en caso de emergencia por un grupo electrónico.

4.2. Conclusiones

- Se diseño e implemento la ampliación del sistema Solar Fotovoltaicos para la antena de comunicación del Cerro peladilla, la cual es capaz de suministrar la energía requerida por las cargas de comunicación y cargas de seguridad electrónica de la Antena.
- Se logro determinar la demanda total de la antena de comunicación mediante mediciones eléctricas in situ (Cargas de equipos de comunicación) y cargas teóricas (Seguridad Electrónica), esta información fue usada para realizar el correcto dimensionamiento del sistema.
- Se logro determinar la energía generada por la ampliación del sistema solar fotovoltaico en el peor mes de radiación, la cual es suficiente para brindar energía a las cargas finales, con esto se asegura que las cargas de las antenas no tendrán déficit de energía a lo largo del año.
- Se logro seleccionar los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema solar fotovoltaico teniendo en cuenta la calidad y funcionabilidad de estos.
- Se logro instalar un sistema de monitoreo capaz de integrar la información de parámetros eléctricos de los distintos equipos del sistema solar fotovoltaico.

V RECOMENDACIONES

- Realizar mantenimientos programados de las distintas partes del sistema solar fotovoltaico y a su vez crear reportes de estos mantenimientos.
- Implementar un grupo electrógeno de 5 kVA para brindar mayor seguridad de energía al sistema, ya se cuenta con las entradas y protecciones habilitadas.

- Aumentar la capacidad del sistema de almacenamiento para obtener 5 días de autonomía que es el valor típico en sistemas fotovoltaicos para antenas de comunicación aisladas.

VI BIBLIOGRAFÍA

- CASTEJON, A., & SANTAMARIA, G. (2010). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. Madrid: Editex.
- González, R. G. (2013). *Sistema de Energía Solar Fotovoltaica Aislado para alimentación de Estaciones de Comunicación Aisladas*. MADRID: Tesis de grado.
- Gustavo, P. M. (2019). *Generación Híbrida de 2kW para el Centro Poblado Laguna Huanama en el Distrito de Salas*. Pimentel: Tesis de Grado.
- IDAE. (2009). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red - PCT-A-REV*. Madrid.
- SALVADOR ESCODA S.A. (2018). *El Libro Blanco de las Energías Renovables*. Barcelona.
- SOLAR ENERGY INTERNATIONAL. (2015). *FOTOVOLTAICA - MANUAL DE DISEÑO E INSTALACIÓN*. Paonia, CO USA 81428: Imprecolor industrial.

VII ANEXOS

7.1 Nota de pedido del sistema.

7.2 Protocolo de Puesta en Servicio.

7.3 Certificados de calibración de instrumentos

7.4 Especificaciones Técnicas.

7.5 Planos As Built.



Transportadora de Gas del Perú S.A.
Av Santo Toribio No 173, Via Central N° 125
Edificio Real 8 Oficina 901, Centro Empresarial Real, San Isidro.
Tlf (51-1) 617-7777 - Fax (51-1) 617-7725
ENTELIN PERU SAC
AV. PABLO CARRIQUIRY NRO. 132 DPTO.
SAN ISIDRO LIMA
Teléfonos:

Proveedor: 13587
R.U.C.: 20492917011

Nota de Pedido Nro: 17-505.597

Centro: Transportadora de Gas del Perú S.A.

Hoja: 1 de 5

21 de Marzo de 2018

Item	Descripción del ítem	Cantidad	U/m	Precio Unitario
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA - ANTENA CERRO PELADILLA				
1	Instalación Sistema Fotovoltaico Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
1.1	Provisión Equipos Principales	1	SER	34.100,34
2	Instalación Sistema Fotovoltaico Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
2.1	Provisión Equipos Secundarios y otros	1	SER	10.028,13
3	Instalación Sistema Fotovoltaico Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
3.1	Montaje/ Instalación y Pruebas	1	SER	44.329,00
4	Instalación Sistema Fotovoltaico			

Lugar de presentación Facturas:

Av. Santo Toribio No 173, Vía Central No 125
Lima, 27
Teléfono: (51-1)617-7777

Horario Atención Proveedores:

Mar-Jue 9:00 a 12:00 y 14:30 16:00

Grupo Compras: Carol Caldas

Facturar a:

TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU SA

Av Sto Toribio N 173 V Central

150103 Lima 27

RUC: 20499432021

Aceptación de la N.P.: Si dentro de las 48 Hrs. siguientes a la fecha de recepción de la presente no recibimos comunicación de Uds. objetando particulares o generales queda entendido que Uds. la aceptan en todos sus términos.



Transportadora de Gas del Perú S.A.
Av Santo Toribio No 173, Via Central N° 125
Edificio Real 8 Oficina 901, Centro Empresarial Real, San Isidro.
Tlf (51-1) 617-7777 - Fax (51-1) 617-7725

Nota de Pedido Nro: 17-505.597

Centro: Transportadora de Gas del Perú S.A.

Hoja: 2 de 5

Item	Descripción del ítem	Cantidad	U/m	Precio Unitario
	Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
4.1	Logística	1	SER	7.067,92
5	Instalación Sistema Fotovoltaico Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
5.1	Ingeniería	1	SER	1.610,00
6	Instalación Sistema Fotovoltaico Plazo de Entrega : 60 Fecha de Entrega : 20.05.2018 Imputación Auxiliar: TGOC-1709			
6.1	Generales	1	SER	5.300,00

LUGAR Y FORMA DE ENTREGA

Antena en el cerro Peladilla (Cusco, La Convención, distrito de Echarati).

FORMA DE PAGO

1er Hito: 60% de adelanto contra la presentación de una carta fianza de anticipo.
2do Hito: 40% restante contra entrega.

Crédito a 30 días de recibida la Factura Comercial.

CONDICIONES PARA PRESENTACIÓN DE FACTURAS:

1. Las factura físicas o electrónicas debidamente impresas deberán ser presentadas sin excepción en la recepción de la empresa, adjuntando los siguientes sustentos según sea el caso: Certificaciones, vale de ingreso, orden de compra, guía de remisión (firmada y sellada por almacén).
Para el caso que corresponda, deberá adjuntarse acta de conformidad de servicios y excepcionalmente otro sustentos que haya sido previamente requerido.
Horario de Recepción de Facturas: Martes y Jueves de 09:00 am - 12:00 pm y de 2:30 pm - 4:00 pm.
2. En el caso de las facturas electrónicas estas deben ser enviadas a la casilla de correo cupa@tgp.com.pe teniendo en cuenta que dicha recepción no brinda la aceptación para el registro y pago de dicho documento, en cumplimiento a lo indicado en el primer punto, asimismo se les recuerda que no se aceptaran facturas manuscritas.
3. Todos los comprobantes sin excepción deberán indicar en forma visible y legible:

Aceptación de la N.P.: Si dentro de las 48 Hrs. siguientes a la fecha de recepción de la presente no recibimos comunicación de Uds. objetando particulares o generales queda entendido que Uds. la aceptan en todos sus términos.

1. DATOS GENERALES	
PROYECTO:	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA CCTV ANTENA PELADILLA
EMPRESA:	COMPAÑÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS
FECHA (DMA):	12/06/2018
LUGAR:	CCTV Antena Peladilla

2. DATOS DE SISTEMA

2.1 Sistema de Generación					
Grupo	Potencia Instalada (Wp)	Cantidad de Paneles	Potencia y Tipo de Panel	Tipo de Arreglo	Observaciones
1	3840	32	120 Wp - Policristalino	4S x 8P	Equipamiento Nuevo
2	2720	32	85 Wp - Monocristalino	4S x 8P	Equipamiento Existente
3	3360	28	120 Wp - Policristalino	4S x 7P	Equipamiento Nuevo
4	2380	28	85 Wp - Monocristalino	4S x 7P	Equipamiento Existente

2.2 Sistema de Control y Potencia					
Tablero	Cant. y Tipo de Controlador	Cant. y Tipo de Inversor	Equipo de Monitoreo	Sistema de Protección	Observaciones
TCP1	2 - MPPT 150/85	1 - Victron 48/3000	0	1 Kit	Equipamiento Nuevo
TCP2	2 - MPPT 150/85	1 - Victron 48/3000	0	1 Kit	Equipamiento Nuevo
TCM	0	0	1 - Venus GX	1 Kit	Equipamiento Nuevo

2.3 Unidad de Almacenamiento					
Tablero	Tipo de Baterías	Cantidad de Baterías	Capacidad de Banco	Tension de Banco	Observaciones
TCP3	OpZ - 2 V	48	2830 AH	48 V	Instalacion del Tablero de Paralelaje y Monitoreo

3. INSTRUMENTOS DE PRUEBAS

Item	Descripción	Marca	Certificado de Calibración	Observaciones
1	Pinza Amperimétrica	FLUKE	LEI-00402-2018	Fecha Calibración: 02/04/2018
2	Multímetros	EXTECH	LEG-007-2018	Fecha Calibración 11/05/2018
3				
4				

4. PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

4.1 Captacion y Almacenamiento.

Tablero	Grupo	Hora	Tensión en Circuito Abierto (Voc) - PV	Tensión de Max. Potencia (Vmpp) - PV	Corriente de Max. Potencia (Impp) - PV	Observaciones
TCP1	1	13:30	83.7 V	79.2 V	9.6 A	
TCP1	3	13:32	84.0 V	76.6 V	15.2 A	
TCP2	2	13:43	81.3 V	67.9 V	12.6 A	
TCP2	4	13:47	81.1 V	73.9 V	8.4 A	
Tablero	Grupo	Hora	Tensión de Max. Potencia (Vmpp) - PV.	Tensión de Max. Potencia (Vmpp) - BAT.	Corriente de Max. Potencia (Impp) - BAT.	Observaciones
TCP1	1 y 3	13:35	79.00 V / 77.4 V	56.6 V	120.5 A	
TCP2	2 y 4	13:50	62.8 V / 71.8 V	56.6 V	121.6 A	

4.2 Consumo de Cargas.

SIN CARGA

Datos de Medición	TCP1	TCP2	TCP1/TPC2	Observaciones
Hora:	11:08 A.M.	11:12 A.M.	-	Fecha: 09/06/2018
Tension de Baterías (Vdc)	53.41	53.65	-	
Tension In Inversor (Vdc)	53.51	53.63	-	
Salida AC-1	Tensión (V)	230.68	233.70	-
	Corriente (A)	-	-	-
Salida AC-2	Tensión (V)	230.68	233.70	-
	Corriente (A)	-	-	-
Grupo Electrogenero	Tensión (V)	-	-	-
	Corriente (A)	-	-	-

CON CARGA - Hora:

Datos de Medición	TCP1	TCP2	TCP1/TPC2	Observaciones
Hora:	13:38	13:52	-	
Tension de Baterías (Vdc)	56.6 V	56.6 V	-	
Tension In Inversor (Vdc)	56.5 V	56.6 V	-	
Salida AC-1	Tensión (V)	230.3 V	238.0 V	-
	Corriente (A)	3.3 A	2.5 A	-
Salida AC-2	Tensión (V)	-	-	-
	Corriente (A)	-	-	-
Grupo Electrogenero	Tensión (V)	-	-	-
	Corriente (A)	-	-	-



CALIDAD

41827-Q-IT-00002

REV. 0

PROTOCOLO DE PUESTA EN SERVICIO

Pag. 2 de 2

4.3 Consolada de Monitoreo.

IP Asignada: 172.30.139.125 / Clave Ingreso : 12345

Clave WIFI:

SIN CARGA

Datos de Medición	TCP1	TCP2	TCP1/TPC2	Observaciones
Hora:	11:30	11:30	11:30	
Potencia PV (W)	1310/1147	828/744	3928	
Potencia de Consumo (W)	-	-	-	
Potencia de GE (W)	-	-	-	
% de Carga de Baterías				Estado de Carga : BULK
Tension de Baterías	54.9V	54.9V	54.9V	
Temp. de Baterías (°C)	-	-	22°C	

CON CARGA

Datos de Medición	TCP1	TCP2	TCP1/TPC2	Observaciones
Hora:	12:03	12:03	12:03	
Potencia PV (W)	1495/1309	481/775	4354	
Potencia de Consumo (W)	-	-	825	
Potencia de GE (W)	-	-	-	
% de Carga de Baterías				Estado de Carga : ABSORCIÓN
Tension de Baterías	56.1V	56.1V	56.1V	
Temp. de Baterías (°C)	-	-	-	

OBSERVACIONES GENERALES: Condiciones Climáticas: Cielo Nublado.
Pendiente: Colocar Rotulo de Tableros.

Supervisor CARGA
Nombre: Alberto Ruiz A.
DNI: 07509067

Supervisor ENTELIN
Nombre: JONATHAN RODRIGUEZ AVILA
DNI: INGENIERO DE PROYECTOS
ENTELIN PERU S.A.C.

JUAN J. ROMERO
SUPERVISOR PROYECTOS/TUV.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LEQ-007-2018

Número de OT: 090-2018

FECHA DE EMISIÓN : 2018-05-14

1 SOLICITANTE : ENTELIN PERU SAC

2 DIRECCIÓN : AV. BENAVIDES 768 OF. 1303 MIRAFLORES

3 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MULTIMETRO DIGITAL

Marca : EXTECH INSTRUMENTS

Modelo : EX530

N° de Serie : 161205575

Alcance de escala : 10 A AC-DC / 1 000 V AC-DC / 40 MΩ

Procedencia : CHINA

Ubicación : No Indica

4 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO QUANTUM CALIBRACIONES

5 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-05-14

6 MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre la indicación del instrumento patrón versus la indicación del instrumento a calibrar teniendo trazabilidad Nacional al INACAL-DM

7 TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM, en concordancia con el sistema Internacional de unidades de medida (SI) y el Sistema legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Descripción del Instrumento	Modelo o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
DÉCADA DE RESISTENCIA	AEMC	LE-1120-2018	MECALPE SAC
MULTIMETRO	FLUKE	MECALPE SAC	DM - INACAL

8 CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura ambiental	: Inicial:	20,3 °C	Final:	20,4 °C
Humedad Relativa	: Inicial:	57 % H.R.	Final:	58 % H.R.
Presión Atmosférica	: Inicial:	1010 mbar	Final:	1009 mbar



[Signature]
 Técnico Metrologo
 Giancarlo Ura Briceño

[Signature]
 Responsable de Laboratorio
 Ing. Roger Meza Barcena
 CIP 197808

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LEQ-008-2018

Número de OT: 090-2018

FECHA DE EMISIÓN : 2018-05-14

1 SOLICITANTE : ENTELIN PERU SAC

2 DIRECCIÓN : AV. BENAVIDES 768 OF. 1303 MIRAFLORES

3 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PINZA AMPERIMETRICA

Marca : EXTECH INSTRUMENTS

Modelo : EX840

N° de Serie : 160401798

Alcance de escala : 1000 A AC-DC / 1000 V AC-DC / 40 MΩ

Procedencia : CHINA

Ubicación : No Indica

4 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO QUANTUM CALIBRACIONES

5 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-05-14

6 MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre la indicación del instrumento patrón versus la indicación del instrumento a calibrar teniendo trazabilidad Nacional al INACAL-DM

7 TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM, en concordancia con el sistema Internacional de unidades de medida (SI) y el Sistema legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Descripción del Instrumento	Modelo o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
DÉCADA DE RESISTENCIA	AEMC	LE-1120-2018	MECALPE SAC
MULTIMETRO	FLUKE	MECALPE SAC	DM - INACAL

8 CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura ambiental	: Inicial:	20,3 °C	Final:	20,4 °C
Humedad Relativa	: Inicial:	57 % H.R.	Final:	58 % H.R.
Presión Atmosférica	: Inicial:	1010 mbar	Final:	1009 mbar

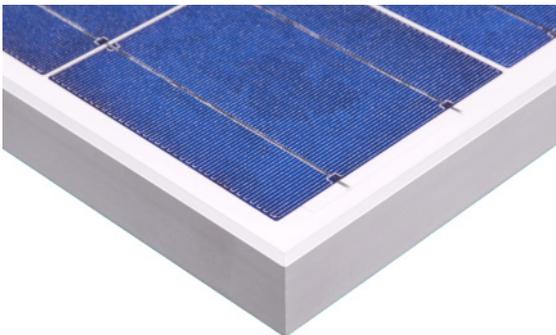



 Técnico Metrólogo
 Giancarlo Ura Briceño


 Responsable de Laboratorio
 Ing. Roger Meza Barcena
 CIP 197808

JS 120 SERIES

YL120P-17b 6/7
YL125P-17b 6/7



ABOUT GAIN SOLAR

Founded in 2007, Baoding Jiasheng Photovoltaic Technology Co., Ltd which markets its products under the brand "Gain Solar", is a wholly owned subsidiary of Yingli Solar, specializing in R&D, manufacturing and marketing of photovoltaic (PV) off-grid products and systems. What started as the in-house off-grid PV module production of Yingli Solar has developed over the years into a full-blown provider of off-grid PV modules, building-integrated PV modules, off-grid PV systems and solar application products. Founded on the Yingli Solar technology development, production, and distribution platform, Gain Solar has rapidly grown to set up branches in major provinces and cities of China and is now expanding its presence to the global level. Gain solar is dedicated to provide high quality off-grid PV products and systems to customers and received a series of certificate, including ISO9001, TUV, UL, CE, CQC and RoHS.

PERFORMANCE

High efficiency, polycrystalline solar cells with high transmission and textured glass delivering a module efficiency of up to 15.0%, minimizing installation costs and maximizing the kWh output of your system per unit area.

QUALITY AND RELIABILITY

- Industry leading in-house manufacturing of polysilicon, ingots, wafers, cells and modules ensures tight control of our material and production quality.
- Robust, corrosion resistant aluminum frame independently tested to withstand wind loads of 2.4 kPa and snow loads of 2.4 kPa ensuring a stable mechanical life for your modules.
- Module packaging optimized to protect product during transportation and minimize on-site waste.
- This type of module is commonly use for the small off-grid system.

JS 120 SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module name			JS 125	JS 120
Module type			YL125P-17b 6/7	YL120P-17b 6/7
Power output	P_{max}	W	120	125
Power output tolerances	ΔP_{max}	%	+/- 5	
Module efficiency	η_m	%	14.90	14.30
Voltage at P_{max}	V_{mpp}	V	17.90	17.70
Current at P_{max}	I_{mpp}	A	6.98	6.80
Open-circuit voltage	V_{oc}	V	22.70	22.70
Short-circuit current	I_{sc}	A	7.47	7.36

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of P_{max}	γ	%/°C	-0.45
Temperature coefficient of V_{oc}	β_{Voc}	%/°C	-0.37
Temperature coefficient of I_{sc}	α_{Isc}	%/°C	0.06

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	600V _{DC}
Max. series fuse rating	10A
Limiting reverse current	Don't apply external voltages larger than Voc of the module
Operating temperature range	-40 to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow and wind)	2400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

CONSTRUCTION MATERIALS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Cell (quantity / material / dimensions)	36 / multicrystalline silicon / 156mm x 134mm
Encapsulant (material)	ethylene vinyl acetate (EVA)
Frame (material / color / anodization color)	anodized aluminum alloy / silver / clear

- Due to continuous innovation, research and product improvement, the specifications in this product information sheet are subject to change without prior notice. The specifications may deviate slightly and are not guaranteed.
- The data do not refer to a single module and they are not part of the offer, they only serve for comparison to different module types.

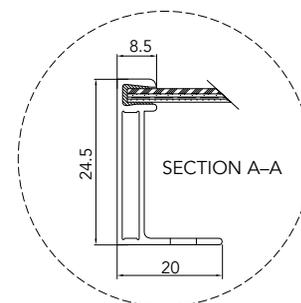
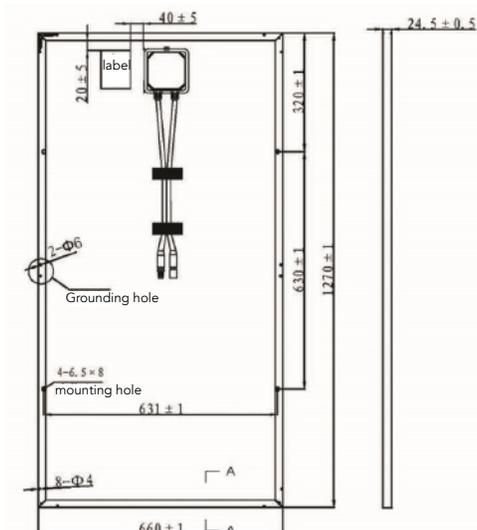
GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	1270mm / 660mm / 25mm
Weight	9.31kg

PACKAGING SPECIFICATIONS

Number of modules per box	6
Packaging box dimensions (L / W / H)	1300mm / 690mm / 190mm

Unit: mm



Warning: Read the Installation and User manual in its entirety before handling, installing, and operating Yingli Solar modules.

Our Partners:

Baoding Jiasheng Photovoltaic Technology Co., Ltd
Add: No. 333 North Lekai Avenue 071051, Baoding, China
Email: jsgd@yinglisolar.com
Web: www.gainsolar.cn
Service hotline: +86 312 863 1510/892 2683
Fax: +86 312 892 2202

GAINSOLAR.CN

© Baoding Jiasheng Photovoltaic Technology Co., Ltd | JS120P-17b_67_EU_EN_201403_v02



Power Your Life

Inversor/cargador MultiPlus

800VA - 5kVA

compatibles con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**MultiPlus
24/3000/70**



**MultiPlus Compact
12/2000/80**

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del MultiPlus tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible en modelos con una capacidad nominal de 3kVA o más).

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El MultiPlus es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El MultiPlus puede utilizarse en sistemas PV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Battery Monitor, Multi Control Panel, Ve.Net Blue Power panel, Color Control panel, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

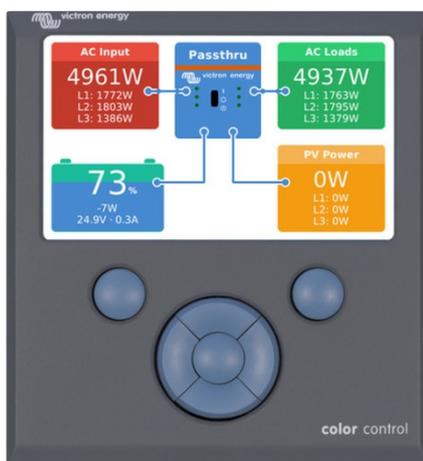
Seguimiento y control a distancia

Victron Ethernet Remote, Venus GX y el Color Control Panel.

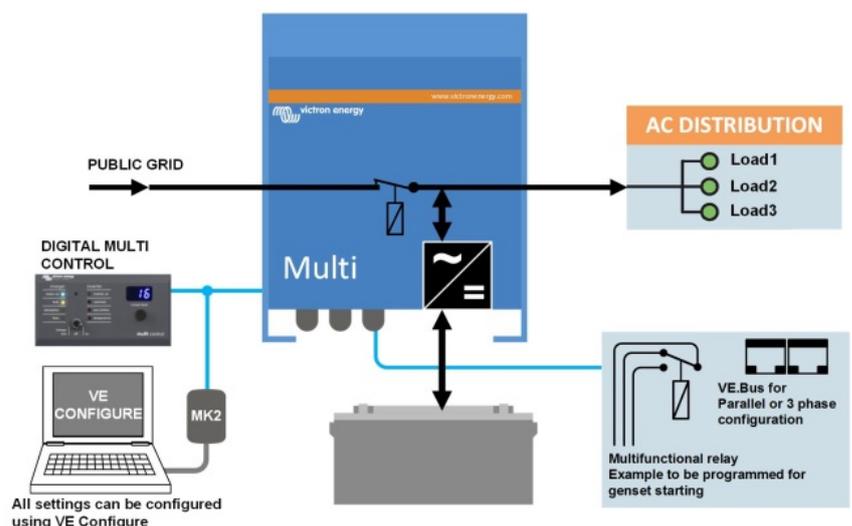
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un panel Color Control si está conectado a Ethernet.



Panel Color Control con una aplicación FV



All settings can be configured using VE Configure

MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/ 800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
PowerAssist		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 6 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V						
Salida	Tensión de salida: 230 VAC ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)						
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	800	1200	1600	2000	3000	5000	
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	4000	
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	3700	
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	3000	
Pico de potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	10,000	
Eficacia máxima (%)	92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95	
Consumo en vacío (W)	8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35	
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30	
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15	
CARGADOR							
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1						
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)	14,4 / 28,8 / 57,6						
Tensión de carga de "flotación" (V CC)	13,8 / 27,6 / 55,2						
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4 / 52,8						
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)	35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70	
Corriente de carga de la batería de arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)						
Sensor de temperatura de la batería	Sí						
GENERAL							
Salida auxiliar (5)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí (16A)	Sí (25A)	
Relé programable (6)	Sí						
Protección (2)	a – g						
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema						
Puerto de comunicaciones de uso general	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí	Sí	
On/Off remoto	Sí						
Características comunes	Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerado por aire) Humedad (sin condensación): máx 95%						
CARCASA							
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Categoría de protección: IP 21						
Conexión de la batería	cables de batería de 1,5 metros			Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA	Conector G-ST18i			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)	Pernos M6	
Peso (kg)	10	10	10	12	18	30	
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110			520x255x125	362x258x218	444x328x240	
ESTÁNDARES							
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, IEC 62109-1						
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3						
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4						
Anti-isla	Visite nuestra página web						

- 1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita
- 2) Claves de protección:
 - a) cortocircuito de salida
 - b) sobrecarga
 - c) tensión de la batería demasiado alta
 - d) tensión de la batería demasiado baja
 - e) temperatura demasiado alta
 - f) 230 VCA en la salida del inversor
 - g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta
- 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
- 4) A 25 ° C de temperatura ambiente
- 5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible
- 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general, subtensión CC o señal de arranque/parada del generador

Capacidad nominal CA 230V/4A
Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Panel Blue Power

Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marinha NMEA2000. Consulte o [guía de integração NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMW-700

El monitor de baterías BMW-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMW-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada- o MC4 PV MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

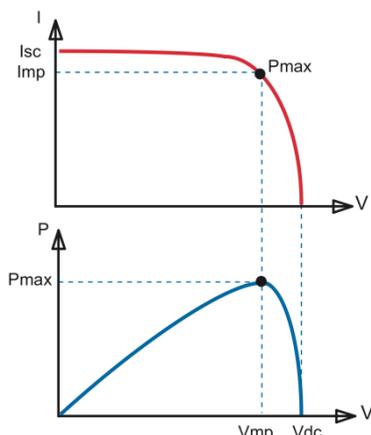
www.victronenergy.com



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a V_{mp} .

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

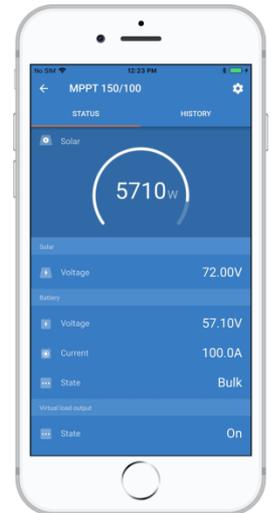
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

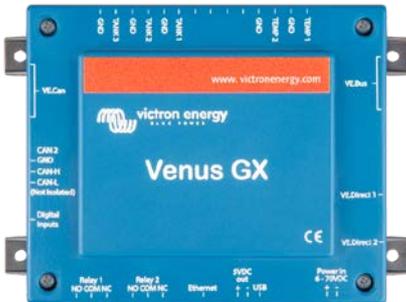
CARCASA	
Color	Azul (RAL 5012)
Terminales FV 3)	35 mm ² /AWG2 (modelos Tr), Dos conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos 150/85 y 150/100)
Bornes de batería	35 mm ² / AWG2
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)
Peso	3kg / 4,5kg
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95mm / Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm

ESTÁNDARES	
Seguridad	EN/IEC 62109-1
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada. 1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.	
2) Un sistema FV con una corriente de cortocircuito más alto dañaría el controlador.	
3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)	

Venus GX

Versión de firmware v2.04

www.victronenergy.com



Venus GX



Venus GX con conectores



Ángulo frontal del Venus GX

Venus GX

El Venus GX ofrece un control y seguimiento intuitivos de todos los sistemas eléctricos de Victron. La lista de productos Victron que pueden conectarse es interminable: Inversores, Multis, Quattros, cargadores solares MPPT, monitores de batería BMV, Lynx Ion + Derivador y más.

Portal en línea VRM

Todas las lecturas se envían a nuestra página web gratuita de seguimiento remoto: el Portal en línea VRM. Para hacerse una idea de cómo funciona, pruebe nuestra demo en <https://vrn.victronenergy.com>. Vea también las capturas de pantalla más abajo.

Consola remota en el VRM

La forma de acceder al dispositivo para su configuración, así como para su seguimiento, es a través de la consola remota. A través del VRM, del punto de acceso WiFi incorporado, o en la red local LAN/WiFi.

Arranque/parada automática del generador

Un sistema de arranque/parada altamente personalizable. Utilice el estado de carga, la tensión, la carga y otros parámetros. Defina un conjunto de reglas especiales para horarios valle y, opcionalmente, una prueba de funcionamiento mensual.

El corazón del ESS - Sistema de almacenamiento de energía

El Venus GX es el que gestiona la energía en un sistema ESS. Más información en el manual del ESS: <https://www.victronenergy.com/live/ess:design-installation-manual>

Registro de datos

Al conectarlo a Internet, todos los datos se envían al portal VRM. Si no hay una conexión a Internet disponible, el Venus GX almacenará los datos internamente durante 48 horas. Si se inserta una tarjeta micro SD o una memoria USB, se podrán almacenar más datos. Estos archivos pueden subirse al portal VRM o convertirlos fuera de línea con la App VictronConnect para su análisis.

Productos compatibles

- Multis y Quattros, incluidos los sistemas trifásicos y de fase dividida. Seguimiento y control (On/Off y limitador de corriente). Es posible cambiar la configuración (sólo de forma remota a través de Internet, no sin conexión a Internet).
- Cargadores solares BlueSolar MPPT con puerto VE.Direct.
- BlueSolar MPPT 150/70 y el MPPT 150/85 con puerto VE.Can. Si se utilizan varios BlueSolar MPPT con VE.Can en paralelo, se mostrará toda la información combinada. Consulte también nuestro blog sobre [sincronización de varios cargadores solares MPPT 150/70](#).
- La familia BMV-700 puede conectarse directamente a los puertos VE.Direct del Venus GX. Para ello, utilice el cable VE.Direct.
- La familia BMV-600 puede conectarse a los puertos VE.Direct del Venus GX. Se necesita un cable accesorio.
- Lynx Ion + Derivador
- BMS Lynx Ion
- Derivador Lynx VE.Can
- Cargadores de batería Skylla TG
- Sensores de depósito NMEA2000
- Se puede conectar un GPS USB al puerto USB. Los datos se envían al Portal VRM a efectos de seguimiento. El mapa en el VRM mostrará la última posición.
- Inversores FV Fronius

Si se deben conectar más de dos productos VE.Direct, se puede hacer con USB.

Conexión a Internet

El Venus GX puede conectarse a Internet con un cable Ethernet vía Wi-Fi. El Venus GX no tiene módem celular interno: no hay ranura para tarjeta SIM. Utilice un router GPRS o 3G disponible en las tiendas. Consulte nuestro [blog sobre enrutadores 3G](#).

Entradas del nivel del depósito de combustible

Las entradas del nivel del depósito de combustible son resistivas: conéctelas a un transmisor de nivel de depósito que sea resistivo. Victron no suministra dichos transmisores de nivel de depósito. Los puertos del nivel del depósito pueden configurarse para ser compatibles con transmisores de nivel del depósito europeos (0 - 180 Ohm), o estadounidenses (240 - 30 Ohm).

Características destacables

- Cuando está conectado a internet, el Venus GX se actualiza automáticamente si hay una nueva versión de software disponible.
- Varios idiomas: Inglés, checo, alemán, español, francés, italiano, holandés, ruso, sueco, turco, chino, árabe.
- Utilice el Venus GX como una pasarela Modbus-TCP hacia todos los productos Victron conectados. Consulte nuestras [Preguntas Más Frecuentes sobre Modbus-TCP](#) para más información.
- Con sistema operativo integrado Venus OS de Linux. <https://github.com/victronenergy/venus/wiki/sales-pitch>

Serie BMV-700: Control de precisión de baterías

www.victronenergy.com



BMV-700



Embelcedor cuadrado BMV



Derivador BMV 500A/50mV
Con PCB de conexión rápida



BMV-702 Negro



BMV-700H

Indicador de nivel de carga, indicador de autonomía y mucho más

La capacidad restante de la batería depende de los amperios-hora consumidos, de la corriente de descarga, de la temperatura y de la edad de la batería. Se necesita un software con complejos algoritmos para tener en cuenta todas estas variables.

Además de las opciones básicas de visualización, como tensión, corriente y amperios-hora consumidos, la serie BMV-700 también muestra el estado de carga, la autonomía restante y la potencia consumida en vatios.

El BMV-702 dispone de una entrada adicional que puede programarse para medir la tensión (de una segunda batería), la temperatura o la tensión del punto medio (ver más abajo).

Bluetooth Smart

Utilice la mochila Bluetooth Smart para controlar sus baterías desde smartphones de Apple o Android, tabletas, macbooks y otros dispositivos.

Fácil de instalar:

Todas las conexiones eléctricas se hacen a la PCB de conexión rápida del derivador de corriente. El derivador se conecta al monitor mediante un cable telefónico estándar RJ12. Se incluye: Cable RJ 12 (10 m) y cable de batería con fusible (2 m); no se necesita más.

También se incluye una placa embellecedora frontal para la pantalla, cuadrada o redonda; una anilla de fijación trasera y tornillos para el montaje frontal.

Fácil programación (¡con su smartphone!)

El usuario dispone de un menú de instalación rápida, y de otro más detallado con textos deslizantes, para realizar los distintos ajustes

Alternativamente, puede optar por la solución rápida y sencilla: descargue la app para smartphones (se necesita la mochila Bluetooth Smart)

Control de la tensión del punto medio (sólo BMV-702)

Esta función, que se utiliza a menudo en el sector para monitorizar grandes y costosos bancos de baterías, está ahora disponible a bajo coste para controlar cualquier banco de baterías.

Un banco de baterías consta de una cadena de celdas conectadas en serie. El tensión del punto medio es la tensión que se obtiene en la mitad de esta cadena. Idealmente, la tensión del punto medio equivaldría exactamente a la mitad de la tensión total. Sin embargo, en la práctica se podrán ver desviaciones que dependerán de muchos factores, como el diferente estado de carga de las baterías o celdas nuevas, de sus distintas temperaturas, de corrientes de fuga internas, de las capacidades y de mucho más.

Las desviaciones importantes, o que vayan en aumento, de la tensión del punto medio indican un mantenimiento inadecuado o un fallo en alguna batería o celda. Las medidas correctivas que se tomen después de una alarma por tensión del punto medio pueden evitar daños en una costosa batería. Por favor, consulte el manual del BMV para más información.

Características estándar

- Tensión, corriente, potencia, amperios-hora consumidos y estado de la carga de la batería
- Autonomía restante al ritmo de descarga actual.
- Alarma visual y sonora programable
- Relé programable, para desconectar cargas no críticas o para arrancar un generador en caso necesario.
- Derivador de conexión rápida de 500 amperios y kit de conexión
- Selección de la capacidad del derivador hasta 10.000 amperios
- Puerto de comunicación VE.Direct
- Almacena una amplia gama de datos históricos, que pueden utilizarse para evaluar los patrones de uso y el estado de la batería
- Amplio rango de tensión de entrada: 6,5 – 95 V
- Alta resolución de medición de la corriente: 10 mA (0,01A)
- Bajo consumo eléctrico: 2,9 Ah al mes (4 mA) @ 12 V y 2,2 Ah al mes (3 mA) @ 24V

Características adicionales del BMV-702

Entrada adicional para medir la tensión (de una segunda batería), la temperatura o la tensión del punto medio, y los ajustes correspondientes de alarma y relé.

BMV-700HS: Rango de tensión de 60 a 385 VCC

No necesita predivisor. Nota: ideal para sistemas con sólo el negativo a tierra (el monitor de baterías no está aislado del derivador).

Otras opciones de monitorización de la batería

- Controlador de baterías VE.Net
- Derivador Lynx VE.Net
- Derivador Lynx VE.Can

Más sobre la tensión del punto medio

Una celda o una batería en mal estado podría destruir una grande y cara bancada de baterías. Cuando las baterías están conectadas en serie, se puede generar una oportuna alarma midiendo la tensión del punto medio. Por favor, consulte el manual del BMV, sección 5.2, para más información.

Le recomendamos nuestro **Battery Balancer** (BMS012201000) para maximizar la vida útil de las baterías conectadas en serie.

Monitor de baterías	BMV-700	BMV-702 BMV-702 NEGRO	BMV-700HS
Tensión de alimentación	6,5 - 95 VDC	6,5 - 95 VDC	60 - 385 VDC
Consumo eléctrico; luz trasera apagada	< 4mA	< 4mA	< 4mA
Rango de tensión de entrada, batería auxiliar	n. d.	6,5 - 95 VDC	n. d.
Capacidad de la batería (Ah)	20 - 9999 Ah		
Rango de temperatura de trabajo	-40 +50°C (-40 - 120°F)		
Mide la tensión de una segunda batería, o la temperatura o el punto medio	No	Sí	No
Rango de medición de la temperatura	-20 +50°C		n. a.
Puerto de comunicación VE.Direct	Sí	Sí	Sí
Relé	60 V/1 A normalmente abierto (la función puede invertirse)		

RESOLUCIÓN y PRECISIÓN (con derivador de 500 A)			
Corriente	± 0,01A		
Tensión	± 0,01V		
Amperios/hora	± 0,1 Ah		
Estado de la carga (0 - 100%)	± 0,1%		
Autonomía restante	± 1 min		
Temperatura (0 - 50°C o 30 - 120°F)	n. d.	± 1°C/°F	n. d.
Precisión de la medición de la corriente	± 0,4%		
Precisión de la medición de la tensión	± 0,3%		

INSTALACIÓN Y DIMENSIONES	
Instalación	Montaje empotrado
Frontal	63mm de diámetro
Embellecedor delantero	69 x 69mm (2,7 x 2,7 in)
Diámetro del cuerpo	52mm (2,0 in)
Profundidad del cuerpo	31mm (1,2 in)

ESTÁNDARES	
Seguridad	EN 60335-1
Emisiones/Normativas	EN 55014-1 / EN 55014-2
Sector de la Automoción	ECE R10-4 / EN 50498

ACCESORIOS	
Derivador (incluido)	500A / 50mV
Cables (incluidos)	UTP de 10 metros, 6 seis hilos, con conectores RJ12, y cable con fusible para conexión "+"
Sensor de temperatura	Opcional (ASS000100000)



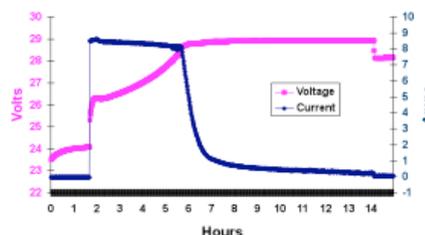
Derivador de 1000A/50mV, 2000A/50mV y 6000A/50mV

El circuito impreso de conexión rápida del derivador estándar 500A/50mV también puede montarse en estos derivadores.

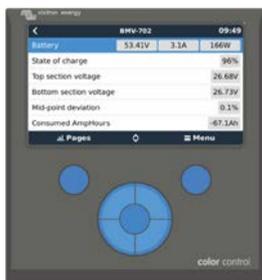


Cables de interfaz

- Cables VE.Direct para conectar un BMV 70x al Color Control (ASS030530xxx)
- Interfaz VE.Direct a USB (ASS030530000) para conectar varios BMV 70x al Color Control o a un ordenador.
- Interfaz VE.Direct a Global Remote para conectar un BMV 70x a un Global Remote. (ASS030534000)



La aplicación de software para PC **BMV-Reader** mostrará todas las lecturas actuales en un ordenador, incluido el histórico de datos. También puede registrar los datos en un archivo con formato CSV. Está disponible de forma gratuita y puede descargarse desde nuestro sitio web, sección [Asistencia y descargas](#). Conecte el BMV al ordenador con la interfaz VE.Direct a USB, ASS030530000.



Color Control

El potente ordenador Linux que se esconde tras la pantalla de color y los botones recoge los datos de cualquier equipo Victron y los muestra en pantalla. Además de comunicarse con equipos de Victron, el Color Control también se comunica a través de NMEA2000, Ethernet y USB.

Los datos pueden almacenarse y analizarse en el Portal VRM. Hay apps de monitorización y control disponibles para iPhone y Android.

<https://vr.victronenergy.com/>

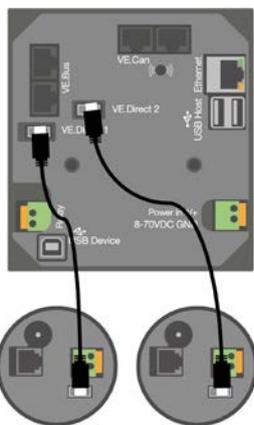
Mediante la mochila VE.Direct a Bluetooth Smart se pueden mostrar datos y alarmas en tiempo real en smartphones Apple y Android, tabletas y macbooks y otros dispositivos.

¡También puede usar su smartphone para realizar ajustes!

(La mochila VE.Direct a Bluetooth Smart debe pedirse por separado)



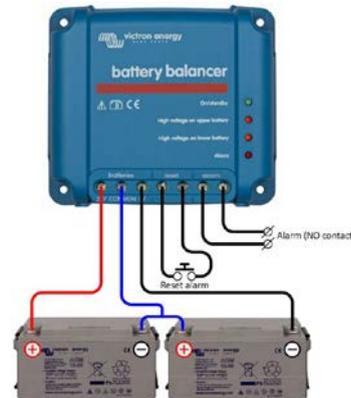
Puede ver más capturas de pantalla en la hoja informativa de la app **VictronConnect BMV**



Se pueden conectar hasta cuatro BMV directamente al Color Control. Se pueden conectar incluso más BMV a un concentrador USB para llevar a cabo una monitorización centralizada.



Temperature sensor



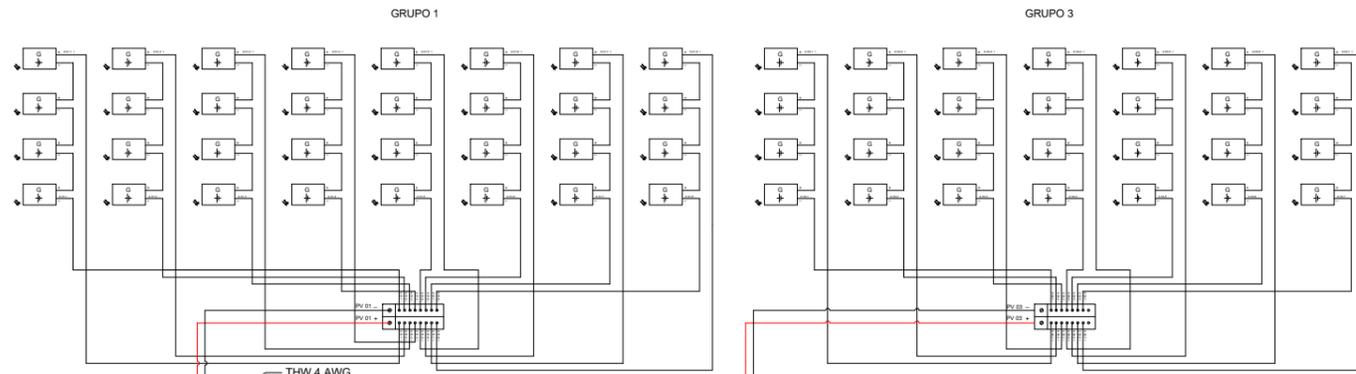
Battery Balancer (BMS012201000)

El Battery Balancer (equilibrador de baterías) equilibra el estado de la carga de dos baterías de 12 V conectadas en serie, o de varias cadenas paralelas de baterías conectadas en serie. En el caso de que la tensión de carga de un sistema de baterías de 24 V aumente por encima de los 27 V, el Battery Balancer se activará y comparará la tensión que llega a las dos baterías conectadas en serie. El Battery Balancer retirará una corriente de hasta 1 A de la batería (o baterías conectadas en paralelo) que tenga la tensión más alta. El diferencial resultante de corriente de carga garantizará que todas las baterías converjan en el mismo estado de carga.

Si fuese necesario, se pueden poner varios equilibradores en paralelo.

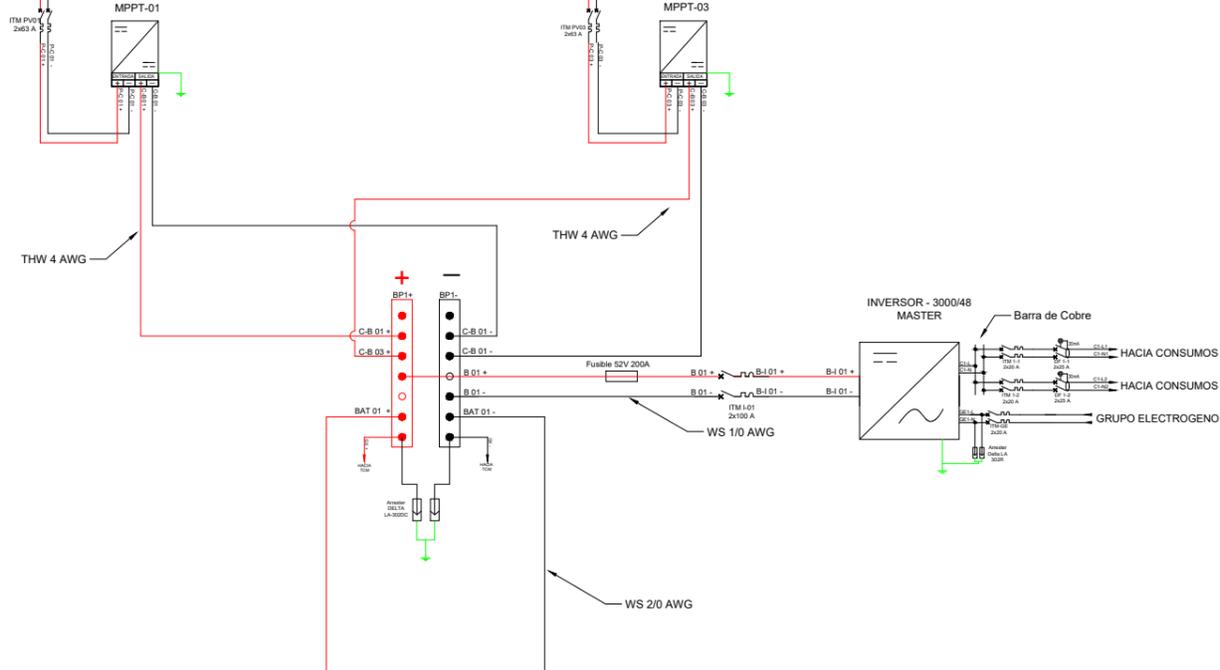
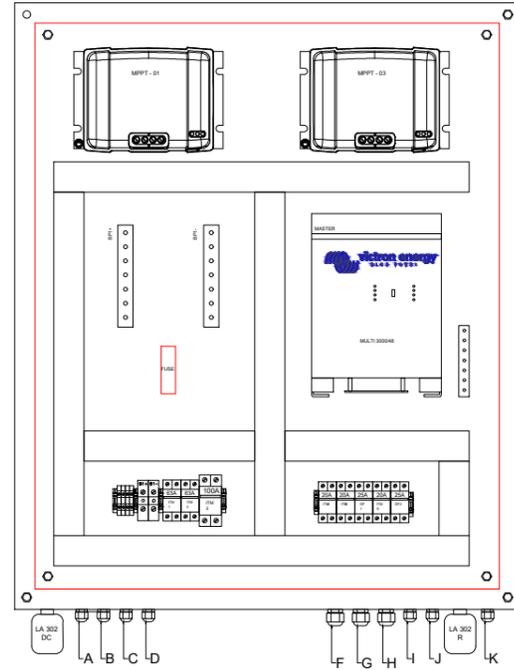
Una bancada de baterías de 48 V puede equilibrarse con tres Battery Balancers.

UNIDAD DE GENERACIÓN



UNIDAD DE CONTROL
SHELTER DE COMUNICACIÓN

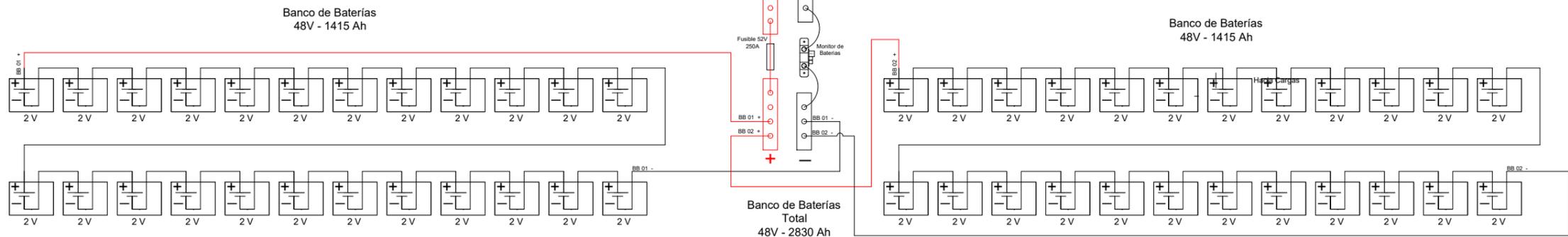
Ref.: 41827-E-CT-00004
Tablero de Control y Potencia 01
TCP-01



UNIDAD DE ALMACENAMIENTO
SHELTER DE BATERÍAS

LEYENDA

- MODULO FOTVOLTAICO
- INVERSOR DE CORRIENTE
- CELDA DE BATERIA
- CONTROLADOR DE CARGA
- INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO
- INTERRUPTOR - DIFERENCIAL
- CAJA DE PARALELADO
- BARRAS DE PARALELAJE
- MEDIDOR DE CORRIENTE



	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT
REV./CONT.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	LEC.	CONTR.	APROB.

COMPañIA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS (COGA)

AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA

BASE KITIEN

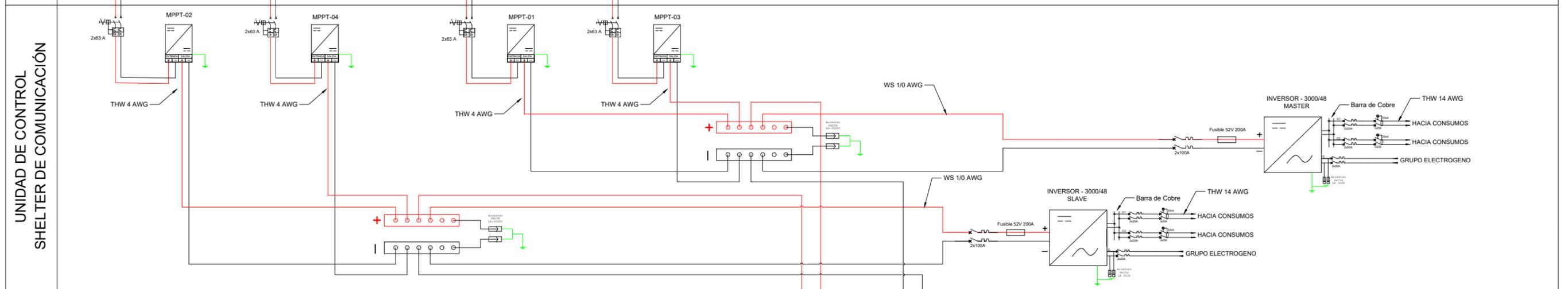
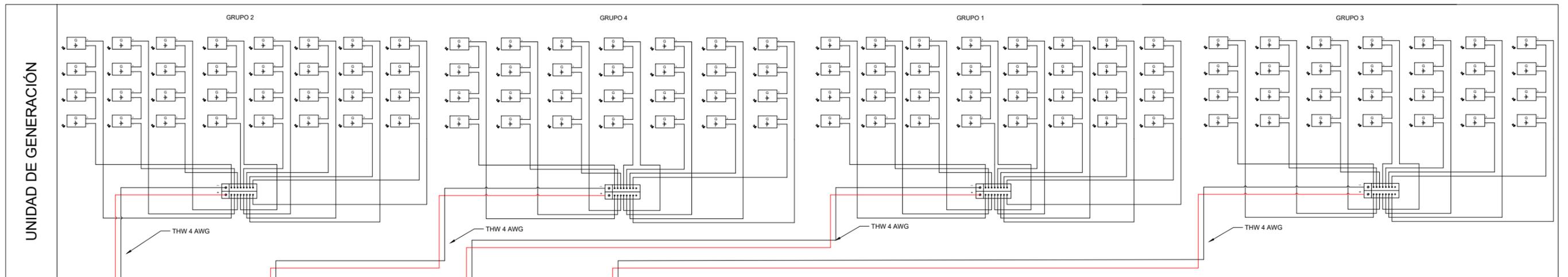
DIAGRAMA FUNCIONAL
TCP-01

COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.

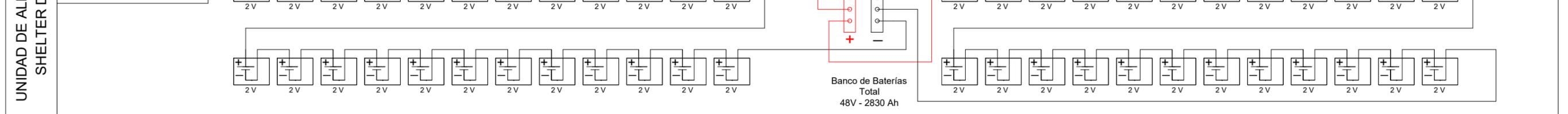
41827-E-DF-00003

ESCALA: IND.

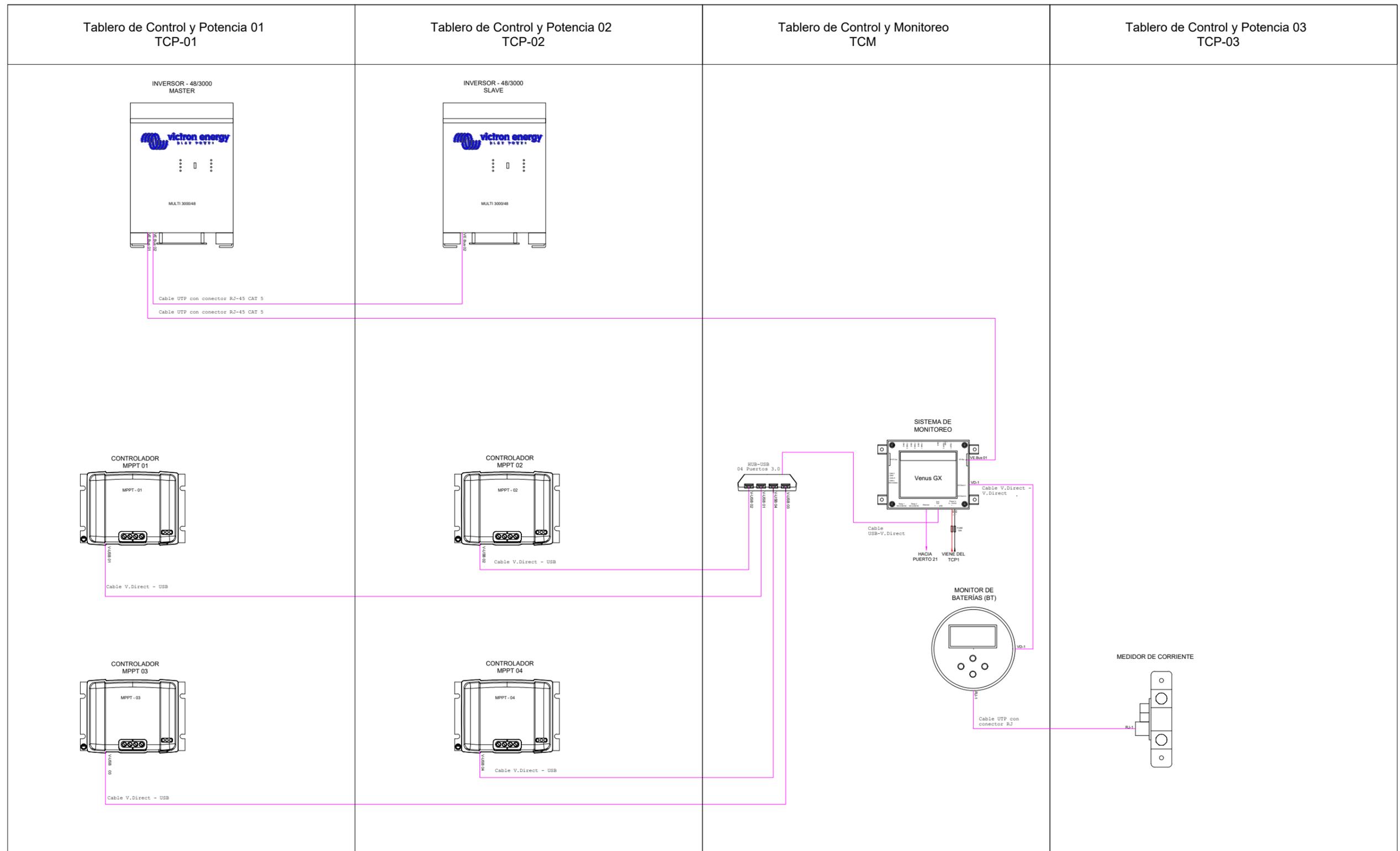
REVISIÓN



- LEYENDA**
- MODULO FOTOVOLTAICO
 - INVERSOR DE CORRIENTE
 - CELDA DE BATERIA
 - CONTROLADOR DE CARGA
 - INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO
 - INTERRUPTOR - DIFERENCIAL
 - CAJA DE PARALELAJE
 - BARRAS DE PARALELAJE
 - MEDIDOR DE CORRIENTE



	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT
REV./CANT.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROJ.	ELAB.	CONTR.	APROB.
	COMPAÑIA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS					
	AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA					
BASE KITEN		DIAGRAMA DE CONEXIÓN SISTEMA AC Y DC				
DISPOSICIÓN DE EQUIPOS		41827-E-DF-00001				
COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVA AUTORIZACIÓN ESCRITA.						ESCALA: IND.

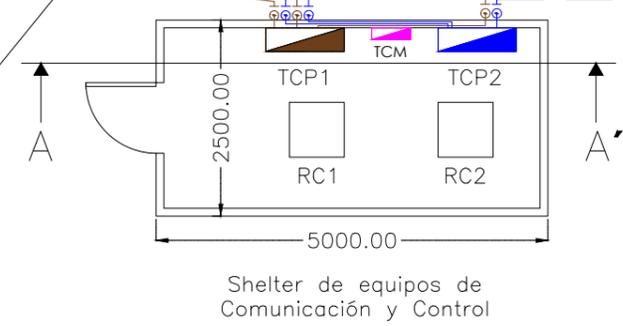
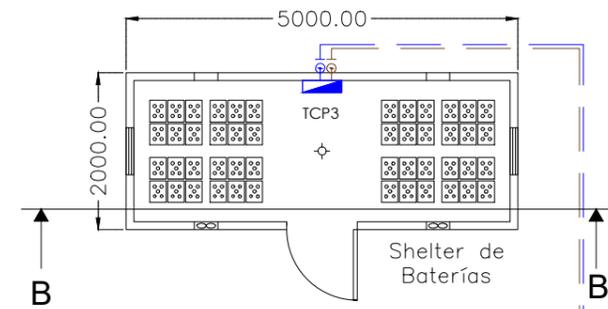
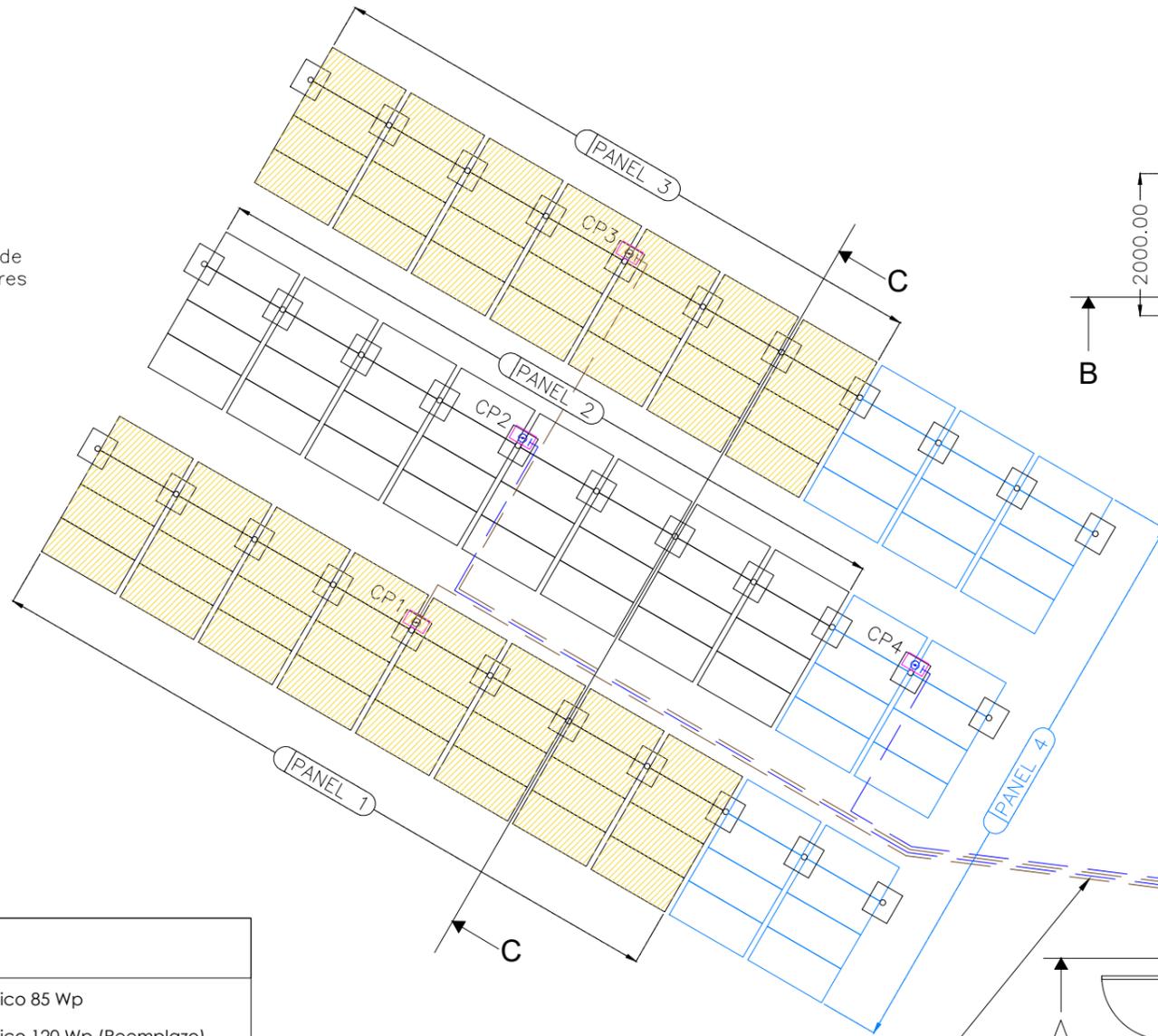


△	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
△	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
△	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
△	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT
REC./AUT.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	LAC.	COORD.	APROB.

	COMPAÑÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS		
	AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA		
 Av. Benavides 766, Oficina 1303 - Miraflores Lima, Perú	BASE KITEN DIAGRAMA FUNCIONAL TCP-03 Y TCM		41827-E-DF-00005 ESCALA: IND.
	DIAGRAMA FUNCIONAL		

COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.

Distribución de Paneles Solares



LEYENDA	
	Módulo Fotovoltaico 85 Wp
	Módulo Fotovoltaico 120 Wp (Reemplazo)
	Lámpara Incandescente
	Tubería subterránea
	Tablero de Control y Potencia(TCP)
	Tablero de Monitoreo (TCM)
	Rack de Comunicaciones(RC)
	Caja de Paralelado(CP)
	Generador 3840Wp
	Generador 2720Wp
	Generador 3360Wp
	Generador 2380Wp

Tuberías PVC SAP
Medida: ϕ 1 1/4"

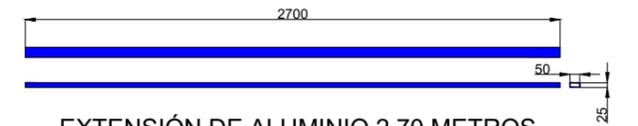
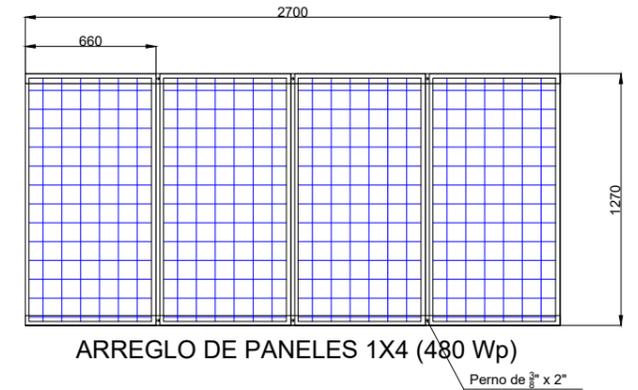
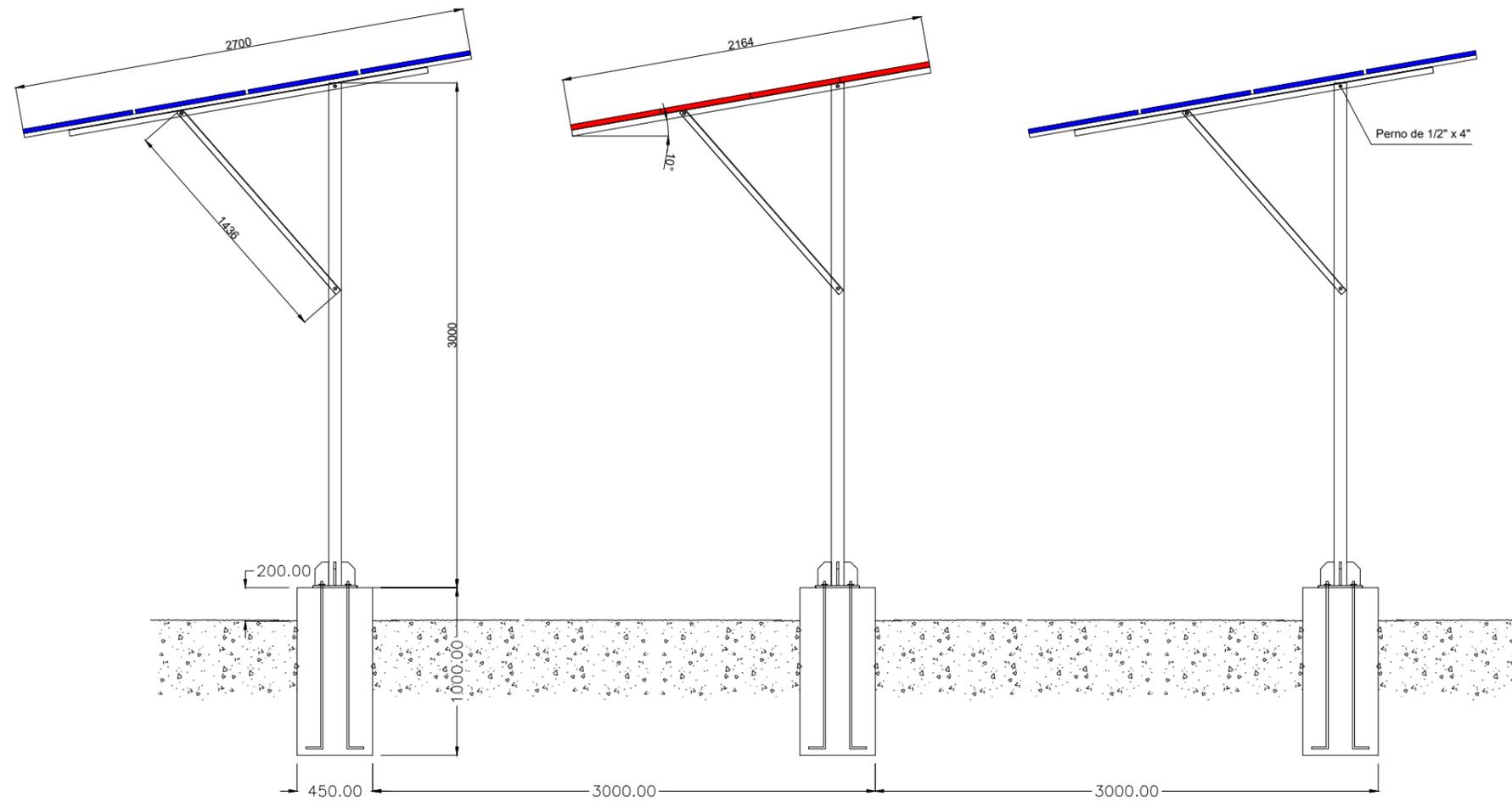
Tuberías PVC
Medida: ϕ 3/4"

REV./CANT.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	ELEC.	COORD.	APROB.
A	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
B	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
B	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
A	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT

	COMPañIA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA BASE KITENI
	DETALLE DE UBICACIÓN DE EQUIPOS UNIDAD DE GENERACIÓN Y CONTROL DISPOSICIÓN DE EQUIPOS
COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVA AUTORIZACIÓN ESCRITA.	41827-E-CT-00001

Unidad de Generación

Sección C-C' (Ref.: 41827-E-CT-00003)



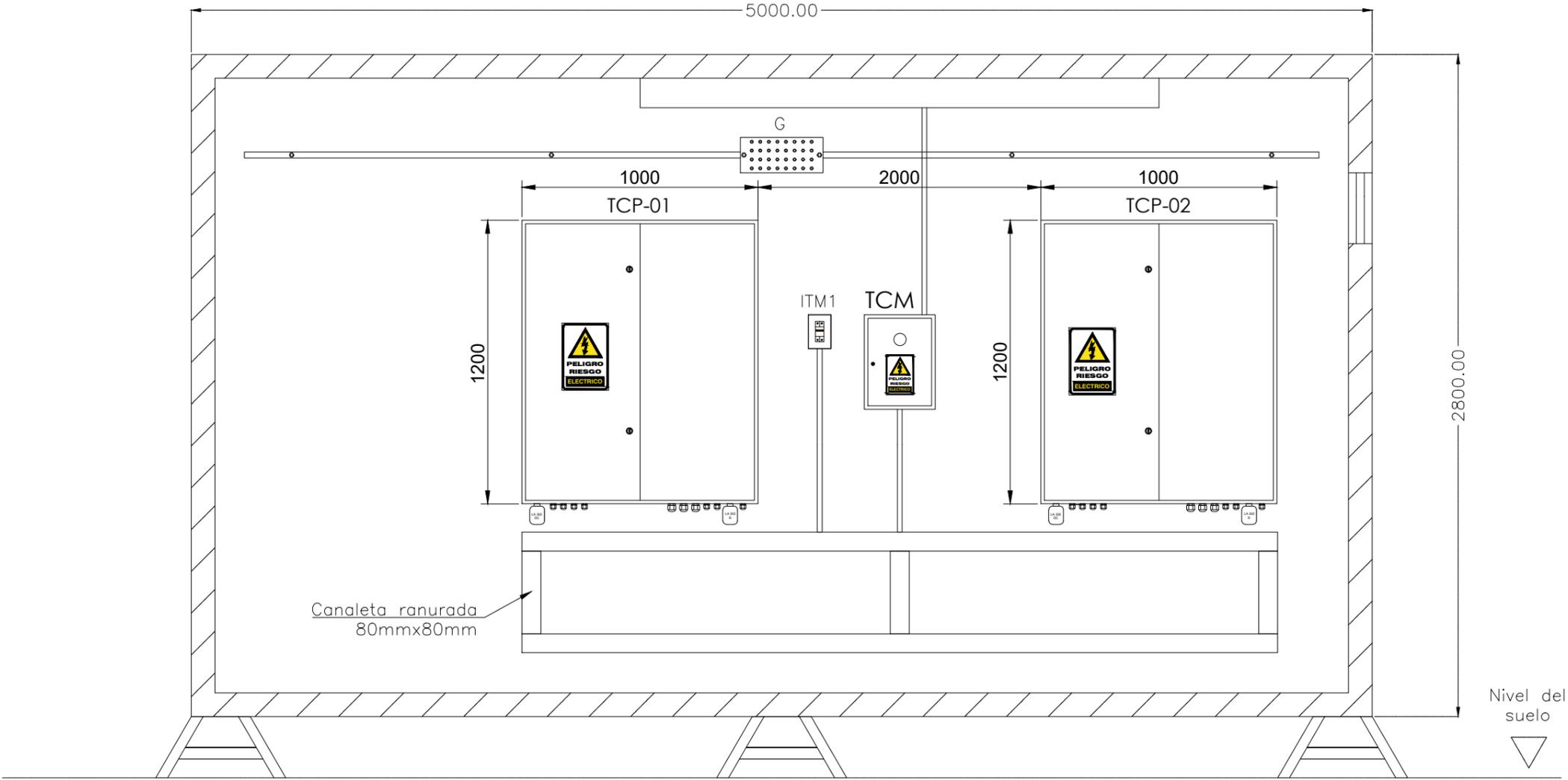
Cantidad: 30 Unidades

REV./CONT.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	LAC.	COORD.	APROB.
1	CONFORMA A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
2	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
3	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
4	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT

	COMPAÑIA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS COGA	
	AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA BASE KITEN	
ESTRUCTURA SOPORTE PANELES SOLARES		ESTRUCTURAL
CÓDIGO S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVA AUTORIZACIÓN ESCRITA.		41827-E-CS-00001

Shelter de Equipos de Comunicación y Control

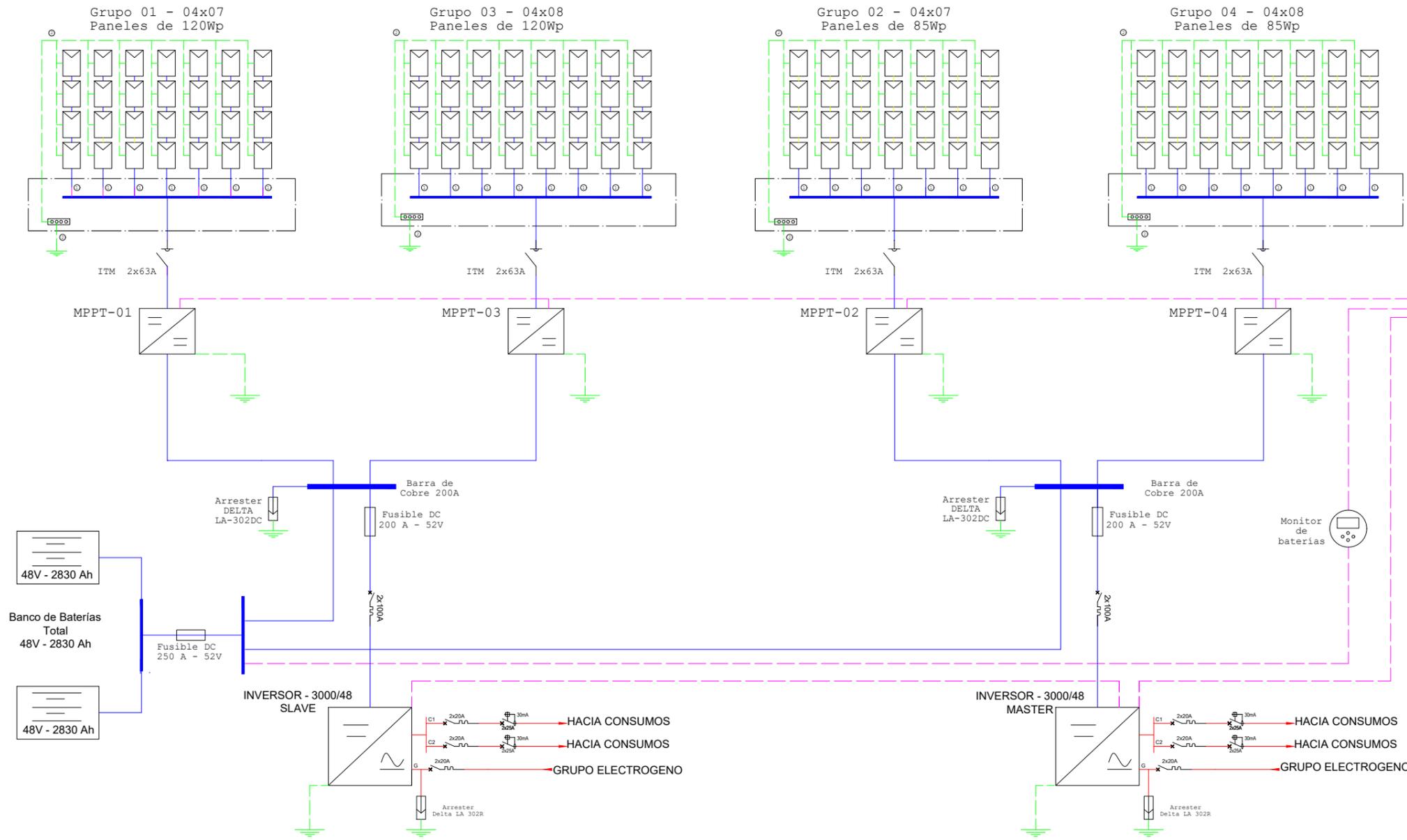
Sección A-A' (Ref.: 41827-E-CT-00003)



LEYENDA	
TCP1	Tablero de Control y Potencia 1
TCP2	Tablero de Control y Potencia 2
P1	Caja de Pase PVC
ITM1	Ingreso a los Inversores desde generador Diesel
TCM	Tablero de Monitoreo (Venus GX)

A	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
B	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
C	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
D	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT
REVISION	DESCRIPCION	FECHA	PROY.	DISE.	CONTR.	APROB.
COMPAÑÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA BASE KITENI		DETALLE DE UBICACIÓN DE EQUIPOS SHELTER DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN Y CONTROL DISPOSICIÓN DE EQUIPOS				
COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.		41827-E-CT-00002	REVISION			

LEYENDA DE CABLES	
Item	Descripción
①	2 - 1x12AWG
②	6 mm2 (T) LSOH
③	THW 4 AWG
④	WS 1/0 AWG
⑤	Cable de Comunicación UTP, V.Direct
⑥	THW 14 AWG

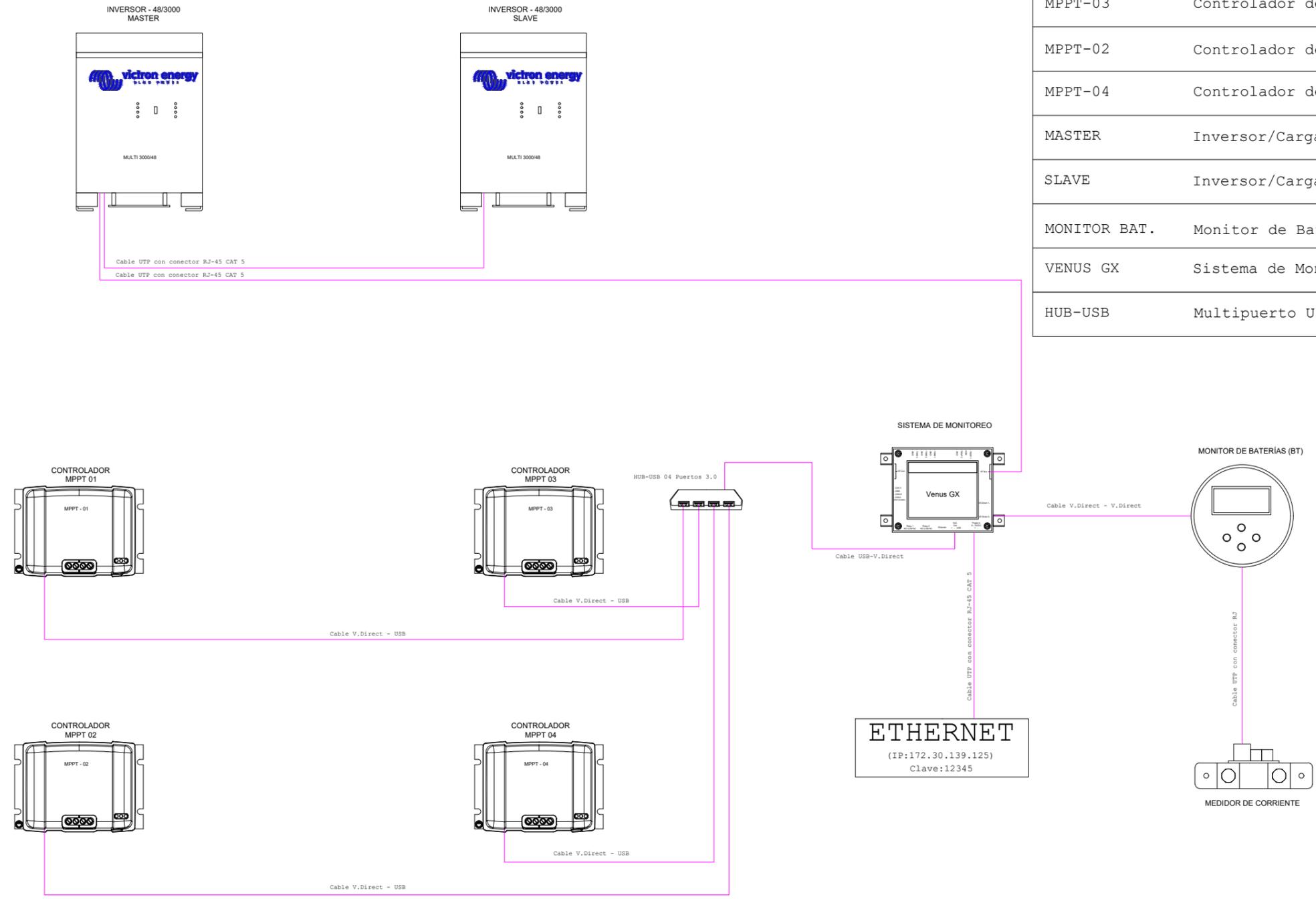


LEYENDA DE COMPONENTES	
Item	Descripción
	Panel solar Fotovoltaico de 85 Wp y 120 Wp
	Controlador de carga solar MPPT 150/85
	Inversor Cargador de Onda Pura 48V 3 KVA
	Banco de baterías 48 VDC
	Monitor de baterías BMV 702
	Venus GX - Monitoreo del sistema
	Interruptor Termomagnético
	Barra de paralelaje
	Fusible 52VDC 125A
	Línea DC
	Línea AC salida de inversor/cargador
	Línea de comunicación para monitoreo
	Diferencial

REV./COM.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	EJEC.	CONTR.	APROB.
1	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
2	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
3	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
4	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT

COMPAÑÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS
AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA
 BASE KITENI
DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA AC Y DC
 170912-242
 41827-E-EU-00001
 ESCALA: IND.

COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.

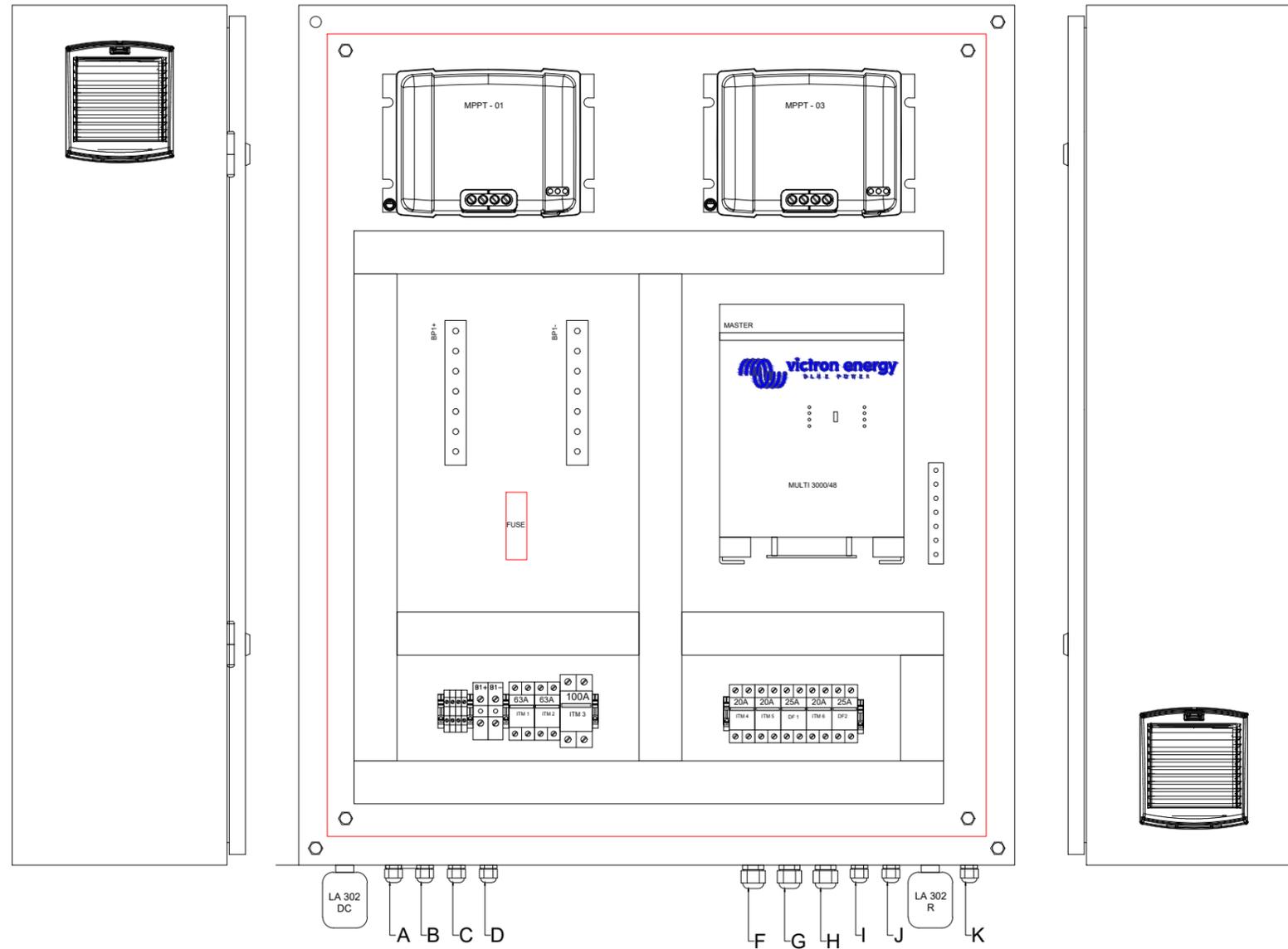


LEYENDA	
MPPT-01	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MPPT-03	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MPPT-02	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MPPT-04	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MASTER	Inversor/Cargador 3000VA - 48VDC
SLAVE	Inversor/Cargador 3000VA - 48VDC
MONITOR BAT.	Monitor de Baterías y Temperatura
VENUS GX	Sistema de Monitoreo
HUB-USB	Multipuerto USB de 4 Entradas 3.0

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	DISE.	CONT.	APROB.
1	CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
2	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
3	EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
4	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT

COMPAÑÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS
 AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA
 BASE KITENI
DIAGRAMA DE CONEXIÓN SISTEMA DE MONITOREO
 DIAGRAMA FUNCIONAL

Tablero de Control y Potencia 01
TCP-01



LEYENDA

MPPT 1	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MPPT 3	Controlador de carga MPPT 150 V - 85 A
MASTER	Inversor/Cargador 3000VA - 48VDC
ITM 1	2x63A (Arreglo 1 - Controlador MPPT-1)
ITM 2	2x63A (Arreglo 3 - Controlador MPPT-2)
ITM 3	2x100A Entrada de Inversor/cargador 230VAC
ITM 4	2x20A Ingreso de Grupo Eléctrogeno
ITM 5	2x20A Salida 1 Inversor/cargador
DF 1	2x25- 30mA (Diferencial de Salida 1)
ITM 6	2x20A Salida 1 Inversor/cargador
DF 2	2x25- 30mA (Diferencial de Salida 2)
FUSE	FUSIBLE 52V max 200A
LA 302	Delta Lightning Arrestor AC Y DC

ESPECIFICACIONES - TABLERO ADOSADO

Gabinete y Puerta Fabricado en Lamina LAF 1.2mm.
Puertas con Empaquetadura Perno de Aterramiento en Gabinete.
Placa Base de 1.5mm
Chapas Cromadas de 1/4 de vuelta
Grado De Portección IP55
Pintura Electrostatica al Horno - RAL 7035
Dimensiones: 1000x1200x300

ESPECIFICACIONES - VENTILADORES

Ventilador 85M3/H 230V Ip54
Marca: Schneider
Modelo: NSYCVF85M230PF

A	Entrada de cable Panel Grupo 1 +	H	Entrada de cable de Bateria +
B	Entrada de cable Panel Grupo 1 -	I	Entrada de cables de consumo 230 AC
C	Entrada de cable Panel Grupo 3 +	J	Entrada de cables de consumo 230 AC
D	Entrada de cable Panel Grupo 3 -	K	Entrada de cables SPAT
F	Entrada de cables de Comunicación	LA 302DC	Arrester DC
G	Entrada de cable Bateria +	LA 302 R	Arrester AC

CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT	
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT	
EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT	
EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT	
REV./CONT.	DESCRIPCION	FECHA	PROY.	ELEC.	CONTR.	APROB.
		COMPANÍA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA BASE KITENI TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA TCP-01 DISPOSICIÓN DE EQUIPOS				
COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.		41827-E-CT-00004		ESCALA: IND.		

Tablero de Control y Potencia 03 TCP-03



LEYENDA	
VENUS GX	Unidad de Monitoreo
MB	Monitor de Baterías y Temperatura
SH	Shunt de Monitor de Baterías
FUSE	Fusible 2x10A (Venus GX)
F	Fusible 52V max 250 A
HUB USB	Multipuerto de Comunicaciones

Tablero de Control y Monitoreo TCM



ESPECIFICACIONES - TABLERO ADOSADO
Gabinete y Puerta Fabricado en Lamina LAF 1.2mm.
Puertas con Empaquetadura Perno de Aterramiento en Gabinete.
Placa Base de 1.5mm
Chapas Cromadas de 1/4 de vuelta
Grado De Portección IP55
Pintura Electrostatica al Horno - RAL 7035
Dimensiones TCP-03: 400x600x150 mm
Dimensiones TCM: 300x400x150 mm

ESTADO	FECHA	PROJ.	ELAB.	CONTR.	APROB.
CONFORME A OBRA	25 JUN. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	28 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
EMITIDO PARA APROBACIÓN	11 MAY. 18	ENT	ENT	ENT	ENT
EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	05.MAY.18	ENT	ENT	ENT	ENT

 <small>TgP</small>	COMPAÑIA OPERADORA DE GAS DEL AMAZONAS COGA	 <small>Entelin</small>
AMPLIACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA-CCTV ANTENA PELADILLA		
BASE KITENI		
TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA TCP-03 Y TCM		
<small>DISPOSICIÓN DE EQUIPOS</small>		
<small>COGA S.A.C. SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.</small>		41827-E-CT-00005
<small>ESCALA: IND.</small>		