



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

“I PROGRAMA DE ELABORACION DE TESIS”

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Propuesta de un sistema de generación híbrido solar diesel para suministrar energía eléctrica a la antena Salviani del campamento Quellaveco - Moquegua

Presentado por:

Bach. Juan Oscar Samamé Astonitas

Asesor:

Ing. Robinson Tapia Asenjo

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

“I PROGRAMA DE ELABORACION DE TESIS”

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Propuesta de un sistema de generación híbrido solar diesel para suministrar energía eléctrica a la antena Salviani del campamento Quellaveco - Moquegua

Presentado por:

Bach. Juan Oscar Samamé Astonitas

Aprobado por el Jurado Examinador:

Presidente: Mg. Ing. Jony Villalobos Cabrera

Secretario: Ing. Héctor Oviden Núñez

Miembro: Ing. Nestor Daniel Puyén Mateo

Asesor: Ing. Robinson Tapia Asenjo

Lambayeque – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

"I PROGRAMA DE ELABORACION DE TESIS"

TESIS

Título

**Propuesta de un sistema de generación híbrido solar diésel para
suministrar energía eléctrica a la antena Salviani del
campamento Quellaveco - Moquegua**

CONTENIDO

- Capítulo I : Problemática de la investigación
- Capítulo II : Marco teórico
- Capítulo III : Marco metodológico
- Capítulo IV : Propuesta de la investigación
- Capítulo V : Análisis e interpretación de los resultados
- Capítulo VI : Evaluación técnica económica

Autor: Bach. Juan Oscar Samamé Astonitas

Mg. Ing. Jony Villalobos Cabrera
PRESIDENTE

Ing. Héctor Ojden Núñez
SECRETARIO

Ing. Nestor Daniel Puyen Mateo
MIEMBRO

Ing. Robinson Tapia Asenjo
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a mis queridos padres, **CARLOMAN SAMAMÉ FERNÁNDEZ Y NELIDA ASTONITAS MEDINA**; por representar el motor de mi vida e inculcarme valores y principios que han sido básicos para mi formación profesional.

A mis hermanos, **CARLOS VLADIMIR SAMAMÉ ASTONITAS, BRUNO PAOLO SAMAMÉ ASTONITAS Y DENNIS PAÚL SAMAMÉ ASTONITAS**; por constituir las piezas esenciales en la configuración de mi familia.

Y, por último, pero no menos importante, a mis amigos por brindarme su incondicional amistad en tiempos de dificultades.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco **A DIOS**, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por haberme dado mucha fortaleza en momentos difíciles.

A mi asesor, el **INGENIERO ROBINSON TAPIA ASENJO**; por su paciencia, sus consejos y orientación a lo largo del desarrollo de mi tesis, ya que sin su tiempo y compromiso brindado esto no hubiera sido realizado con éxito.

A los **DOCENTES** universitarios de la **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA** que han logrado que engrandezca mis conocimientos en las diferentes áreas impartidas por cada uno de ellos.

Y a todas las personas que no dudaron en apoyarme para que la realización del presente trabajo se desarrolle de manera exitosa.

INDICE

INTRODUCCIÓN	10
1. CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Delimitación de la investigación	13
1.4. Justificación e importancia del estudio	13
1.4.1. Justificación técnica.....	13
1.4.2. Justificación económica.....	14
1.4.3. Justificación social.....	14
1.4.4. Justificación ambiental	14
1.5. Limitaciones	14
1.6. Objetivos	15
1.6.1. Objetivo general	15
1.6.2. Objetivos específicos	15
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1. ANTECEDENTES	15
2.2. BASES TEÓRICAS	18
2.2.1. Sistema híbrido	18
2.2.2. Ventajas y desventajas.....	19
2.2.3. Tipos de sistemas híbridos.....	21
3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.1.1. Descriptivo	30
3.2. Población y muestra.....	30
3.3. Hipótesis	30
3.4. Variables de operacionalización.....	30

3.5.	Métodos y técnicas de investigación.....	31
3.6.	Descripción de los instrumentos utilizados.....	31
3.7.	Análisis estadísticos e interpretación de datos.....	32
4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	33
4.1.	Propuesta de investigación	33
4.2.	Montaje de equipos.....	33
4.3.	Plan de acción.....	34
5.	CAPÍTULO V	36
	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	36
5.2.2.	Demanda de energía y potencia a la carga:	40
5.2.3.	Determinar el número paneles solares:	40
5.2.4.	Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico:	41
5.2.6.	Banco completo de baterías:	44
5.2.7.	Dimensionamiento de la potencia AC:	46
5.2.8.	Selección del sistema de monitoreo remoto:	47
5.2.9.	Selección de controladores MPPT:.....	47
5.2.10.	Conductores:	47
5.2.11.	Protecciones de equipos:	48
5.2.12.	Sistema de protección a tierra:	49
5.2.13.	Tablero de monitoreo y paralelaje:	49
5.2.14.	Shelter o refugio para baterías y unidades de control:	50
5.2.15.	Sistema contra incendios y ventilación:.....	50
5.2.16.	Grupo electrógeno:.....	50
5.4.1.	Costo de inversión del proyecto.....	54
5.4.2.	Costo beneficio	54
5.4.3.	Tasa Interna de Retorno.....	55
	CONCLUSIONES	57

RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de operacionalización.....	30
Tabla 2: Velocidad promedio del viento mensual 2010-2021	546
Tabla 3: Irradiación promedio mensual 2010-2021	547
Tabla 4: Presupuesto general de componentes para el sistema solar-híbrido .	5453
Tabla 5: Costo de inversión.....	5453
Tabla 6: Gastos de operación y mantenimiento.....	54
Tabla 7: Proyección de inversiones,gastos y ahorro en dólares anuales por 10 años	5554
Tabla 8: Evaluación del VAN y TIR para el proyecto.....	5655

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas híbridos.....	19
Figura 2: Sistema híbrido solar-diésel	22
Figura 3: Costo de energía.....	23
Figura 4: Esquema instalación híbrida solar	25
Figura 5: Funcionamiento 1	26
Figura 6: Funcionamiento 2.....	27
Figura 7: Funcionamiento 3.....	28
Figura 8: Ubicación del proyecto	35
Figura 9: Resumen de carga diaria	38
Figura 10: Esquema general de equipos.....	3951

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO SOLAR DIESEL PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A LA ANTENA SALVIANI DEL CAMPAMENTO QUELLAVECO - MOQUEGUA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.dsisolar.com Fuente de Internet	3%
2	morillo.es Fuente de Internet	2%
3	cumbrepuebloscop20.org Fuente de Internet	2%
4	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	2%
5	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	Submitted to Universidad Rey Juan Carlos Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%

ROBINSON TAPIA / SENJO
DNI: 16742683
ASESOR

9	edoc.pub Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	s3139b353a45d038b.jimcontent.com Fuente de Internet	<1 %
12	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
14	unitec.edu Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
17	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Autonoma del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
19	portal.anla.gov.co Fuente de Internet	<1 %
20	cybertesis.uach.cl	



ROBINSON TAPIA ASENJO
DNI: 16742683 - ASESOR

	Fuente de Internet	<1 %
21	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
22	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %
27	www.mitosyfraudes.org Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
29	silo.tips Fuente de Internet	<1 %
30	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



ROBINSON TAPIA ASENJO
DNI: 16742683 - ASESOR

Lambayeque, 01 de setiembre de 2023

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Por intermedio del presente el Suscrito: **ROBINSON TAPIA ASENJO**, Docente y Asesor de tesis, del Señor Bach. **SAMAME ASTONITAS Juan Oscar**, Titulada: “**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO SOLAR DIESEL PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A LA ANTENA SALVIANI DEL CAMPAMENTO QUELLAVECO – MOQUEGUA**”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



ROBINSON TAPIA ASENJO
DNI: 16742683
ASESOR



ACTA DE SUSTENTACION N°024-2023-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:30 a.m. del día miércoles 23 de agosto de 2023. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°167-2023-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 17 de agosto de 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
ING. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NUÑEZ
ING. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO
ING. ROBINSON TAPIA ASENJO

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO
ASESOR

Se recibió la Tesis titulada:

"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO SOLAR DIESEL PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A LA ANTENA SALVIANI DEL CAMPAMENTO QUELLAVECO - MOQUEGUA"

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **SAMAMÉ ASTONITAS JUAN OSCAR.**

Finalizada la sustentación de Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (*16*) en la escala vigesimal, mención *bueno*. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las *11:45 am* del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:

M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
PRESIDENTE

ING. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO
MIEMBRO

ING. HÉCTOR ANTONIO OLIDEN NUÑEZ
SECRETARIO

M.Sc. Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO
ASESOR



RESUMEN

El presente trabajo de investigación describe un proyecto de generación de energía mediante un sistema híbrido que combina la fuente de la energía solar con la energía química del Diesel además de un respaldo con baterías, para abastecer de energía a la antena Salviani del campamento minero Quellaveco, la cual se encuentra ubicada en el distrito de Torara, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua a 3700 msnm. Con el presente proyecto se pretende suministrar de energía eléctrica continua y confiable a la principal antena que brinda el servicio de cobertura celular e internet para todo el campamento minero Quellaveco; demostrando que es factible el uso de energías renovables producto del potencial energético solar que posee en la zona de Moquegua.

La antena Salviani, no cuenta con suministro de red eléctrica debido al difícil acceso de la zona; actualmente el sitio cuenta con sólo un grupo electrógeno de 20KW operando de manera continua e ineficiente.

La antena Salviani posee 4.01KW de máxima demanda; el área máxima aprovechable es 100m²; tomando en cuenta todo lo anterior se dimensionaron y seleccionaron los equipos principales. Se ha visto necesario la utilización de 48 paneles solares de 370Wp de potencia cada uno, 01 grupo electrógeno de 20KW, 02 bancos de baterías de 1500Ah cada uno.

El proyecto propuesto garantiza una autonomía de 20 horas en baterías, con 12 horas de grupo electrógeno operando para cargar las baterías y asumir la carga del sitio al mismo tiempo.

Para la realización de este proyecto se tiene previsto una inversión de \$134,732.63 y permitirá un ahorro promedio de \$52,340.81 anuales con una tasa interna de retorno de 65.01% con una recuperación de la inversión en 2.1 años; esto representa un impacto positivo por la reducción de consumo de combustible, periodos de mantenimiento y reparación de equipos.

Palabras clave

Sistema híbrido, autonomía, sistema fotovoltaico, grupo electrógeno, arreglo fotovoltaico.

ABSTRAC

This present research work describes a power generation project through a hybrid system that combines the source of solar energy with the chemical energy of Diesel as well as a backup with batteries, to supply energy to the Salviani antenna of the Quellaveco mining camp, which is located in the district of Torara, province of Mariscal Nieto, department of Moquegua at 3700 meters above sea level. This project intends to supply continuous and reliable electricity to the main antenna that provides cellular and internet coverage service for the entire Quellaveco mining camp; demonstrating that the use of renewable energies is feasible as a result of the solar energy potential that it has in the Moquegua area.

The Salviani antenna does not have an electrical network supply due to the difficult access in the area; Currently the site has only one 20KW generator set operating continuously and inefficiently.

The Salviani antenna has 4.01KW of maximum demand; the maximum usable area is 100m²; Taking into account all of the above, the main equipment was sized and selected. It has been necessary to use 48 solar panels of 370Wp power each, 01 20KW generator set, 02 battery banks of 1500Ah each.

The proposed project guarantees an autonomy of 20 hours on batteries, with 12 hours of genset operating to charge the batteries and assume the load of the site at the same time.

For the realization of this project an investment of \$134,732.63 is planned and will allow an average saving of \$52,340.81 per year with an internal rate of return of 65.01% with a recovery of the investment in 2.1 years; This represents a positive impact due to the reduction in fuel consumption, maintenance periods and equipment repair.

Keywords

Hybrid system, autonomy, photovoltaic system, generator set, photovoltaic arrangement.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas híbridos significan una novedad tecnológica, solución económica y sustentable con el medio ambiente en comparación con el mercado eléctrico, ya que éste viene siendo ocupado por energías convencionales.

El presente trabajo de investigación, tiene como objeto de estudio a la antena Salviani del campamento Quellaveco en la ciudad de Moquegua y la dificultad de un suministro de energía eléctrica.

La antena Salviani brinda de cobertura celular 3G y 4G a todo el campamento minero Quellaveco; es la principal responsable de enviar todo el volumen de datos e información esencial de los procesos del campamento minero en sus operaciones diarias.

En la antena Salviani, el problema de la alimentación de energía eléctrica viene dado debido a las limitaciones físicas para poder suministrar de energía eléctrica a la antena, es así que en el presente proyecto se busca analizar y solucionar esta necesidad; para lo cual se plantea un sistema híbrido de generación eléctrica solar-diésel, el cual ya no dependerá de un solo tipo de energía sino también de una fuente adicional, que la puede sustituir en el momento en el que se presenten fallas o surja algún inconveniente externo; tales como problemas de transporte, climatológicos, geográficos, etc.

En el presente trabajo se tomará como objetivo general realizar la Propuesta de un sistema de generación híbrido solar-diésel para garantizar el suministro de energía eléctrica confiable a la antena Salviani del campamento Quellaveco – Moquegua. Análogamente se considerará los objetivos específicos que son Analizar la información técnica y operativa del campamento Quellaveco – Moquegua; Evaluar los datos obtenidos para la adecuada selección de equipos para la Propuesta y Elaborar de la propuesta del sistema híbrido en la zona determinada.

La estructura de la investigación se desarrolla en seis capítulos, siendo el primero el capítulo sobre el problema de investigación, describiendo la realidad problemática formulando el problema con la interrogante ¿de qué manera la Propuesta de un Sistema de Generación Híbrido Solar Diésel puede suministrar energía eléctrica a la Antena Salviani del Campamento Quellaveco – Moquegua?;

se indica la ubicación geográfica del proyecto así como también se explican las justificaciones e importancia del estudio y por último se exponen los objetivos; el segundo capítulo corresponde al marco teórico donde se presenta antecedentes y base teórica conceptual de sistemas híbridos, tipos, componentes así como también ventajas y desventajas. El tercer capítulo corresponde a la metodología de investigación; determinando el tipo y diseño de investigación que para este caso de estudio es descriptivo, población y muestra, se enuncia también la hipótesis, variables de operacionalización métodos, técnicas de investigación y análisis e interpretación de resultados. El cuarto capítulo corresponde a la propuesta de investigación, en primer lugar se realiza el diagnóstico del potencial energético del lugar para luego desarrollar los cálculos justificativos para la selección de paneles solares, inversor, banco de baterías y grupo electrógeno para determinar el diseño de la solución a proponer. En el quinto capítulo se analizan y se interpretan los resultados obtenidos de las tablas y gráficos que se elaboraron para dicho estudio. En el sexto capítulo se realiza la evaluación técnica económica determinando un presupuesto de \$134,732.63 para la implementación del proyecto, se realiza el análisis costo beneficio de realizar el proyecto propuesto comparado con la implementación de 02 grupos electrógenos de 20KW que operan en régimen continuo para suministrar de energía a las cargas del sitio. La proyección de los gastos y costos en 10 años dan como resultado un VAN de \$330,782.00, un TIR de 65.01% con un tiempo de recuperación de 2,1 años.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas que sustentan y avalan el desarrollo de la presente investigación.

1. CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

Las limitaciones que se presentan en las zonas alejadas del país para tener acceso a la energía eléctrica hacen que los proyectos que se quieran desarrollar en dicha localización determinada no se puedan realizar como se requiere.

Las posibilidades para poder acceder a la energía eléctrica en zonas alejadas son casi nulas debido a que el gobierno de turno no se ocupa de manera debida de este requerimiento de los pueblos, es así que las empresas que requieren desarrollar sus proyectos en los que es necesario este recurso deciden optar por la propuesta de un sistema de generación de energía eléctrica para poder desempeñarse de manera correcta y cumplir con la entrega del proyecto que es necesario desarrollar.

(Alarcón, 2015) afirma que:

Latinoamérica y el Caribe es una región que cuenta con un alto potencial de energía renovable, de todos los tipos. No obstante, existen aún brechas en relación al acceso a la electricidad (aproximadamente 24 millones de personas aún no cuentan con electricidad), y también poblaciones que cuentan con suministro, aunque de muy baja calidad, particularmente en sistemas aislados. En este contexto, los sistemas híbridos son una alternativa real y costo efectiva para reducir el uso de combustible de los sistemas de generación fósiles, y para incrementar el acceso de energía a nuevas poblaciones, de una manera sostenible.

Si bien es cierto que las limitaciones presentes en el país no se comparan con la de otros países, ya que esto se debe a factores mucho más complicados y además de otros ámbitos no sólo netamente del aspecto eléctrico.

Durante muchos años se ha buscado que los proyectos que se realicen en zonas alejadas del país tengan facilidades para el acceso a la energía eléctrica pero este punto se ve afectado o simplemente no es tomado en cuenta debido a que se da la responsabilidad netamente a la empresa que desea desarrollar el proyecto o proyectos que desea desarrollar, por consiguiente no se toma en cuenta que los pobladores pertenecientes a la zona donde se desarrollará dicho proyecto no tiene acceso a la energía eléctrica de manera análoga.

El Perú es un país que presenta zonas muy accidentadas y además de ello también posee mega diversidad de climas, lo cual representa una limitación para que las autoridades realicen la implementación de la energía eléctrica en estos sectores, es gracias a ese detalle que las empresas que anhelan desarrollar proyectos en dichas zonas se ven en la obligación de proponer e implementar un sistema de generación híbrido como solución ante estas limitaciones.

Por conveniencia la mayor parte de empresas que realiza la propuesta de este sistema de generación híbrida, optan por usar energía solar y energía calorífica producida por el combustible diésel.

1.2. Formulación del problema

¿DE QUE MANERA LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GENERACION HIBRIDO SOLAR DIESEL PUEDE SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA A LA ANTENA SALVIANI DEL CAMPAMENTO QUELLAVECO – MOQUEGUA?

1.3. Delimitación de la investigación

Geográfica: El siguiente proyecto de investigación se realizará en el campamento Quellaveco, ubicado en el distrito de Torara, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, con coordenadas 17°04'23"S 70°40'53".

Temporal: El tiempo para el desarrollo del proyecto será en el periodo 2022-2023.

1.4. Justificación e importancia del estudio

Gracias al desarrollo de esta propuesta realizada a lo largo del proyecto se van a presentar una variedad de beneficios que vendrán siendo planteados en diversos aspectos.

1.4.1. Justificación técnica

Con el desarrollo del proyecto se consiguió la implementación de un sistema de generación híbrido solar-diésel que permite y garantiza la operación de calidad y eficiente para el respaldo de energía para el funcionamiento óptimo de la antena Salviani.

1.4.2. Justificación económica

La realización de la propuesta de este sistema de generación híbrido Solar-diésel representa un gran impacto económico en su instalación, pero está previsto que se van a recuperar los gastos realizados a lo largo de la realización del proyecto; es más, gracias a que se trabajará con una energía no convencional esto representará ahorro de manera considerable.

1.4.3. Justificación social

Gracias a la propuesta que se está realizando se obtendrá mayor alcance de las comunicaciones debido a que el sistema de generación proveerá energía a la antena Salviani que estará ubicada en el campamento Quellaveco-Moquegua.

1.4.4. Justificación ambiental

Se está proponiendo realizar este proyecto debido a que no representa una amenaza ambiental y además es amigable con el ambiente, gracias a la utilización de la energía solar como la segunda variante que alimentará a nuestro sistema híbrido de generación.

1.5. Limitaciones

Una de las limitaciones para el desarrollo de este proyecto es ubicación remota y las facilidades de acceso a la antena Salviani. Por lo que la mina debe de garantizar el stock necesario de combustible diésel para el abastecimiento del grupo electrógeno.

Otra limitación es que el sistema está diseñado para 4KW de carga, el cuál no puede ser superado, caso contrario se debe rediseñar y evaluar la ampliación de potencia de generación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Proponer un sistema de generación híbrido solar-diésel para suministrar energía eléctrica a la antena Salviani del campamento Quellaveco – Moquegua.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar del potencial solar energético en la antena Salviani.
- b) Dimensionar y diseñar el sistema híbrido solar diésel.
- c) Analizar la información técnica y operativa de la problemática del campamento Quellaveco – Moquegua.
- d) Evaluar técnica y económica del diseño propuesto.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales:

UNDURRAGA (2019), en su trabajo final de grado titulado “IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO (SOLAR-DIÉSEL)”, establece como objetivo general de su investigación, simular la operación de una instalación híbrida solar-diésel mediante el uso de un controlador desarrollado en Matlab. La planta está conformada de un grupo electrógeno al cual se incorpora un sistema fotovoltaico. Se desarrolla un algoritmo EMS que permita controlar los flujos de energía entre los distintos componentes y subsistemas que conforman del sistema híbrido para optimizar el funcionamiento de los generadores y reducir el uso de combustible y de emisiones de CO_2 .

GÓMEZ (2020), en su tesis titulada “DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO RENOVABLE CON GESTIÓN DE LA DEMANDA Y APLICACIONES EN PENÍNSULA Y MODO ISLA” para obtener el grado de doctor, establece como objetivo general de su investigación, desarrollar una metodología para la optimización de sistemas híbridos renovables que incluya mecanismos de gestión de la demanda y permita su operación tanto en modo isla, como en modo península, para su posterior validación

experimental en aplicaciones dirigidas a granjas acuícolas ubicadas en la región costera central del estado de Veracruz, México.

CORNELIO (2020), en su tesis titulada "DISEÑO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA HÍBRIDO AUTÓNOMO EN MICRORRED" para obtener el grado de maestro en Eficiencia Energética en la Edificación, la Industria y el Transporte, establece como objetivo general de su investigación, modelizar y diseñar un sistema de generación eléctrica renovable con tecnología eólica y solar, la cual será aplicada al Caserío Yapato, ubicado en la ciudad de Sechura, Piura, al norte del territorio peruano.

2.1.2. Nacionales:

ORTIZ (2021), en su tesis titulada "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y GRUPO ELECTRÓGENO DE COMBUSTIÓN DIÉSEL PARA UNA ANTENA DE TELECOMUNICACIONES, LORETO 2020" para obtener el título de Ingeniero Mecatrónico, establece como objetivo general diseñar e implementar un sistema fotovoltaico y grupo electrógeno de combustión diésel para garantizar la energización de los equipos a falta de energía eléctrica; considerando que fue dimensionado de acuerdo a la carga consumida por la estación de telecomunicaciones y la fuente de energía principal es el sistema fotovoltaico aprovechando el recurso natural como es la radiación solar.

YANCACHAJLLA (2021), en su tesis titulada "OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA UNA VIVIENDA RURAL AISLADA DE LA RED EN EL DISTRITO DE PAUCARCOLLA" para obtener el grado de Doctoris Scientiae en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, establece como objetivo general investigar las fuentes de energía renovable de los sistemas híbridos eólico-fotovoltaicos para una casa rural aislada de la red eléctrica en Paucarcolla, Perú. El potencial eólico y solar se evalúa con datos de fuentes disponibles como SENAMHI y NASA. Para

optimizar el sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica se utilizó el programa Hybrid Optimization Model for Renewable Electric Energy (HOMER). El resultado del análisis es una lista de posibilidades de suministro de energía. También se obtuvo un costo de \$ 0,335/kWh por la energía del sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica, lo que muestra una factibilidad económica para implementar el sistema en el sitio de estudio.

QUISPE (2021), en su tesis titulada “DISEÑO DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA LOGRAR AUTOABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LAS INSTALACIONES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL AGROPECUARIA DE YAURIS” para obtener el título profesional de ingeniero electricista, establece como objetivo general diseñar un sistema híbrido eólico – fotovoltaico para la granja experimental agropecuaria de Yauris, de la Universidad Nacional del Centro del Perú, que está ubicada en el distrito del Tambo, provincia de Huancayo y departamento de Junín

2.1.3. Locales:

PAUCAR (2020), en su tesis titulada “DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO SOLAR PARA ELECTRIFICAR EL CASERÍO ALTO MIRAMAR EN GUADALUPE PACASMAYO-LA LIBERTAD” para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, establece como objetivo general dimensionar un sistema híbrido eólico solar como alternativa para que con su posterior implementación se logre electrificar el Caserío Alto Miramar en el distrito de Guadalupe provincia de Pacasmayo perteneciente el departamento de La Libertad.

SANTA CRUZ (2018), en su tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO NUEVA ESPERANZA UBICADO EN EL DISTRITO DE CATACHE- SANTA CRUZ - CAJAMARCA” para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, establece como objetivo general dimensionar un sistema híbrido eólico fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al centro poblado Nueva Esperanza ubicado en el distrito de

Catache perteneciente a la provincia de Santa Cruz en el departamento de Cajamarca.

APONTE (2020), en su tesis titulada “DISEÑO DE UNA MICRORRED FOTOVOLTAICA/DIÉSEL CON BACKUP DE BATERÍA DE LI-ION PARA MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE SAN ANTONIO DEL ESTRECHO, LORETO, PERÚ” para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, establece como objetivo general mejorar el servicio eléctrico y plantear una solución al problema encontrado en los sistemas de generación térmica aislada, que es la restricción de suministro eléctrico, debido a los altos costos de operación y mantenimiento y así mismo busca reducir las emisiones de CO₂.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Sistema híbrido

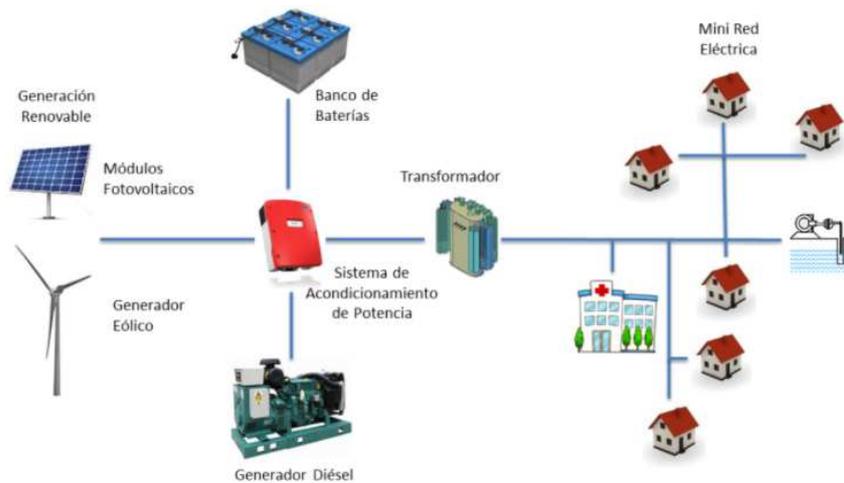
El concepto de sistema híbrido viene a ser muy complejo ya que abarca diferentes ámbitos, en el aspecto energético está más que claro a lo que se refiere de manera específica.

Los sistemas de energía híbrida son aquellos que generan electricidad a partir de dos o más fuentes, generalmente de origen renovable, compartiendo un mismo punto de conexión. Aunque la suma de las potencias de los módulos de generación híbrida sea superior a la capacidad de evacuación, la energía vertida nunca puede sobrepasar este límite. De este modo, una planta de generación híbrida puede servirse, por ejemplo, de la energía fotovoltaica cuando brilla el sol y de otra fuente, como pudiera ser la eólica, cuando el tiempo no acompaña, garantizando así un suministro más estable y eficiente. Una instalación híbrida puede contar o no con sistemas de almacenamiento. (IBERDROLA, 2021)

Es así que estos sistemas híbridos de generación eléctrica significan un punto interesante en la actualidad por todo lo que puede significar en su aplicación e implementación.

Figura 1

Sistemas Híbridos.



Fuente: Energía para el futuro (2015).

2.2.2. Ventajas y desventajas

2.2.2.1. Ventajas de un sistema híbrido

Un sistema híbrido presenta muchos beneficios para el ambiente y para la empresa que lo implementará en la ejecución de sus proyectos.

Fuente de alimentación continua: Los sistemas solares híbridos suministran energía continuamente, sin interrupción alguna, ya que las baterías conectadas almacenan la energía. Entonces, cuando hay un corte de electricidad, las baterías funcionan como un inversor para proporcionarle respaldo. Este es también el caso durante la tarde o la noche cuando no hay sol y no se genera energía.

Utiliza las fuentes renovables de la mejor manera: Debido a que las baterías están conectadas al sistema para almacenar la energía, no se desperdicia el exceso de energía generada en días soleados. Entonces, estos sistemas hacen uso de la energía renovable de la mejor manera, almacenando energía en un buen día y utilizando la energía almacenada en un mal día. El saldo se mantiene.

Bajo coste de mantenimiento: El coste de mantenimiento de los sistemas híbridos de energía solar es bajo en comparación con los generadores tradicionales que utilizan diésel como combustible. No se usa combustible y

no requieren servicio frecuente.

Alta eficiencia: Los sistemas de energía solar híbrida funcionan de manera más eficiente que los generadores tradicionales que desperdician el combustible bajo ciertas condiciones. Los sistemas solares híbridos funcionan de manera eficiente en todo tipo de condiciones sin desperdiciar el combustible.

Administración de carga: A diferencia de los generadores tradicionales, que proporcionan alta potencia tan pronto como se encienden, la mayoría de los sistemas de energía solar híbrida administran la carga en consecuencia. Un sistema solar híbrido puede tener una tecnología que ajusta el suministro de energía de acuerdo con los dispositivos a los que están conectados, ya sea un acondicionador de aire que requiera alta potencia o un ventilador que requiera menos. (Cumbre Pueblos, 2019)

2.2.2.2. Desventajas de un sistema híbrido

Las limitaciones que presenta un sistema de generación híbrida son escasas, pero se recomienda tenerlas en cuenta para la propuesta e implementación de estos en los diferentes rubros.

Proceso de control complicado: Con los diferentes tipos de fuentes de energía en uso, los sistemas requieren cierto conocimiento. El funcionamiento de diferentes fuentes de energía, su interacción y coordinación deben ser controlados y puede complicarse.

Alto coste de instalación: Aunque el coste de mantenimiento es bajo, la inversión inicial para la instalación de sistemas de energía solar híbrida es alta en comparación con los sistemas solares.

Menor duración de la batería: Las baterías conectadas al sistema pueden tener una menor duración, ya que a menudo están expuestas a elementos naturales como el calor, la lluvia, etc.

El número de instrumentos que se pueden conectar es limitado: El número de dispositivos que puede conectar a un sistema de energía solar híbrido es limitado y varía de un sistema a otro. (Cumbre pueblos, 2019)

2.2.3. Tipos de sistemas híbridos

Dentro de los sistemas híbridos renovables de generación eléctrica tenemos:

1. Sol y viento: cuando se aprovechan las dos principales fuentes de energía renovables del momento, nace la conjunción de la energía fotovoltaica con la eólica. A los paneles solares se suman aerogeneradores. Estos producen la energía que necesita un hogar o un negocio.

2. Sol y agua: en este caso, a las placas solares las complementa la energía hídrica. Las turbinas hidráulicas se sitúan en zonas cercanas a presas y corrientes con el fin de aprovechar su fuerza. Esta combinación es idónea para el ámbito industrial, ya que requiere un aporte energético alto y continuado.

3. Agua y viento: la unión de estas dos energías verdes produce instalaciones en las que convive una turbina eólica con una planta de producción hidroeléctrica. En el momento en el que la demanda supera a la producción, comienza el bombeo de agua dentro de la turbina, cuyo funcionamiento es semejante a una batería de gran potencia.

4. Biomasa y sol: a la energía termosolar se suma la de la biomasa. Así, durante el día se aprovechan los paneles termosolares, mientras que por la noche la producción de energía se asegura gracias a la biomasa. Hallamos instalaciones gigantes donde los más de 2500 colectores de 12 metros de longitud conviven con los residuos vegetales y orgánicos. (IMF, 2021)

Estos sistemas de hibridación son muy reconocidos por el gran impacto ambiental que presentan y el considerable recibimiento que obtienen por parte de los pobladores de la zona donde se realizará su implementación.

Existe también adicional a estos sistemas híbridos no renovables (diésel), uno en particular, que tiene por energía secundaria o de respaldo el diésel, que viene acompañada de la energía eólica o solar.

Este tipo de sistema híbrido será el que vamos a desarrollar a profundidad para lograr su entendimiento y comprensión de todos los puntos de suma importancia que se deben de conocer.

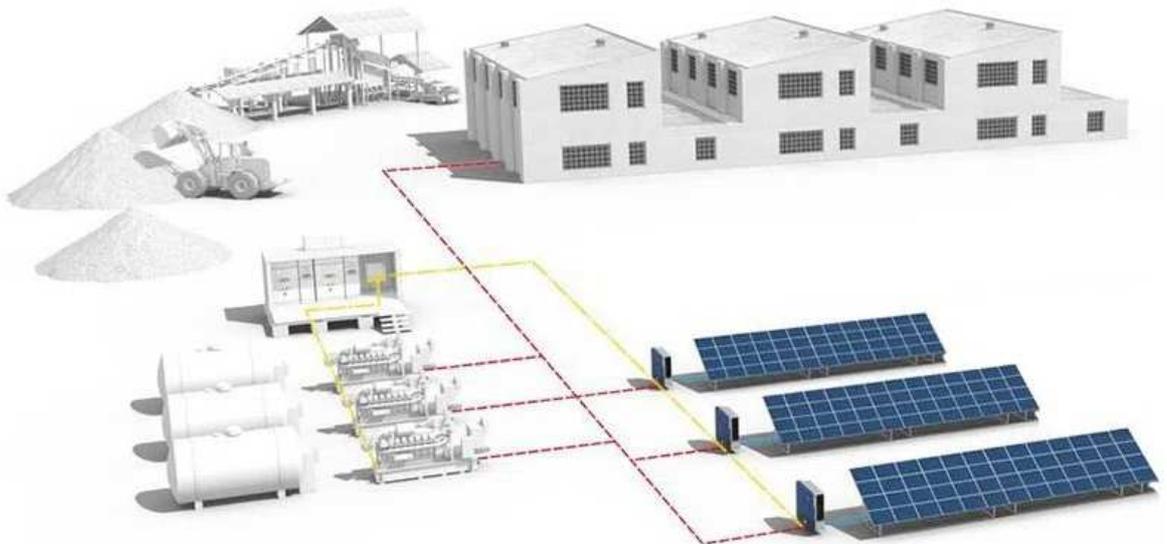
2.2.3.1. Sistema híbrido solar-diésel

2.2.3.1.1. ¿Qué es un sistema solar-diésel?

El sistema híbrido fotovoltaico-diésel es la integración del sistema fotovoltaico con generador diésel para alimentar la carga. El propósito de esta tecnología es brindar energía eléctrica durante 24 horas a los clientes, pero reduciendo las horas de operación del generador diésel de manera óptima. Los sistemas constan de paneles fotovoltaicos, generador diésel, baterías e inversor. La operación básica se controla conociendo el estado de la carga y la batería. (DS New Energy, 2020)

Figura 2

Sistema híbrido solar-diésel.



Fuente: DS New Energy (2020).

2.2.3.1.2. Ventajas

Estos sistemas presentan interesantes beneficios, como se mencionan a continuación:

Energía constante disponible: en algunas franjas horarias como es el caso de las nocturnas no será posible aprovechar la energía solar. Contando con grupos electrógenos de respaldo habrá energía siempre que la precisemos.

Telegestión de sistemas híbridos: a través de un sistema EMS se puede controlar todo el sistema y equilibrar las fuentes de energías disponibles. A

su vez este sistema permite reducir los costes de mantenimiento de los equipos, reduciendo la probabilidad de fallas.

Optimización de la energía: un sistema híbrido puede adecuar la energía a la necesidad en función de lo que se está consumiendo.

Contribuye al medioambiente: las soluciones de energía híbrida permiten reducir las emisiones de CO2. Esto se debe al hecho de que el grupo electrógeno se convierte en una fuente de energía de respaldo, funcionando cuando sea necesario en lugar de las 24 horas. (MORILLO Energy Rent, 2021)

Desde el punto de vista económico también representa grandes beneficios considerables, mencionados a continuación:

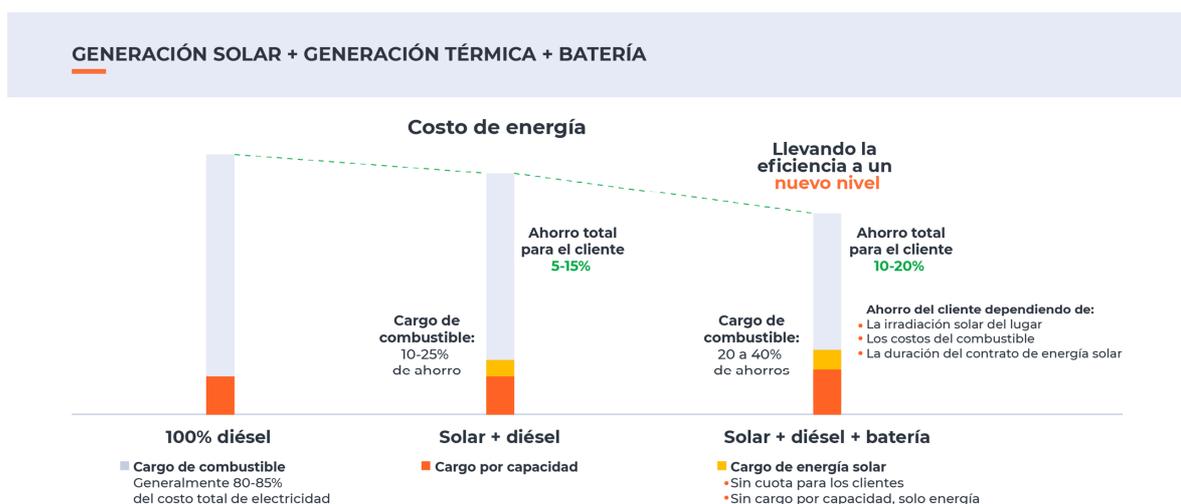
Reducir los costos de diésel: la energía solar es mucho más económica y previsible a largo plazo que la energía generada por generadores diésel.

Rápido retorno de la inversión: gracias al alto potencial de ahorros, la inversión en una instalación fotovoltaica se amortiza después de poco tiempo.

Reducir la huella de CO2: generar energía solar reduce su huella de carbono. (FRONIUS, 2021)

Figura 3

Costo de energía.



Fuente: Aggreko (2021).

2.2.3.1.3. Componentes

2.2.3.1.3.1. Grupos electrógenos diésel

Los grupos electrógenos diésel proporcionan energía a través del consumo de combustible. La mayor parte del tiempo se utilizan en lugares con una red débil (cortes de energía recurrentes) o fuera de la red como respaldo o como principal recurso energético. (MORILLO Energy Rent, 2021)

2.2.3.1.3.2. Gestión del sistema energético (EMS)

El sistema EMS se puede utilizar para monitorear, controlar y optimizar el rendimiento del sistema de generación. Actúa como puente entre los sistemas fotovoltaicos, los grupos electrógenos y las cargas. Su función permite hacer el seguimiento de las instalaciones y analizar la carga actual y el estado de la red. Además, esta opción de monitoreo reduce los costos de operación y mantenimiento a largo plazo. (MORILLO Energy Rent, 2021)

2.2.3.1.3.3. Sistema fotovoltaico: paneles solares

“Consta del número total de paneles solares que se encargan de absorber los rayos de sol como fuente de energía para generar electricidad. Estos utilizan la tecnología solar fotovoltaica (PV) que convierte la radiación solar en corriente continua (CC)”. (MORILLO Energy Rent, 2021)

2.2.3.1.3.4. Inversores solares

Un inversor es uno de los elementos más importantes del sistema de energía eléctrica solar. Este aparato es capaz de gestionar la energía que proviene de varios sistemas. Por un lado, la que generan las placas y, por otro lado, la que tengan almacenadas las baterías o la de la red eléctrica. Convierte la salida de corriente continua variable (CC) de un panel solar fotovoltaico (PV) en la corriente alterna de 240V (CA). (MORILLO Energy Rent, 2021)

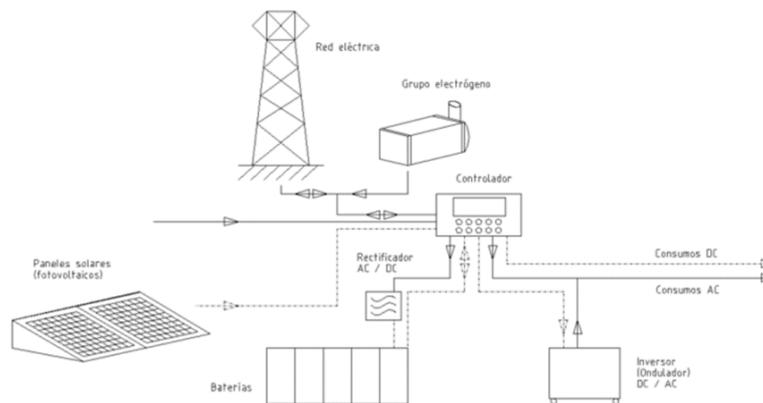
2.2.3.1.3.5. Baterías

Se pueden incluir de manera opcional baterías para almacenar el exceso de energía generado por el sistema fotovoltaico. Puesto que la energía solar

fluctúa y la capacidad de generación de los grupos electrógenos suele limitarse a un cierto rango, suele ser una opción viable. Se utilizarán estas cuando haya una falta o una nula producción fotovoltaica. En otras palabras, sirven para optimizar la contribución de los paneles fotovoltaicos a la generación del sistema híbrido. (MORILLO Energy Rent, 2021)

Figura 4

Esquema instalación híbrida solar.



Fuente: MORILLO Energy Rent (2021).

2.2.3.1.4. Funcionamiento general

Un sistema de generación de este tipo cuenta con dos fuentes de energía. Por un lado, están las placas fotovoltaicas que generan energía eléctrica a partir del sol y el inversor almacena la energía en baterías, que convierte la corriente continua (CC) en alterna (CA) para poder usarla. Además de las placas fotovoltaicas, la instalación híbrida tendrá otra fuente de energía: un grupo electrógeno diésel. Estas dos fuentes de energía se utilizan para complementarse entre sí. La energía solar es intermitente y variable. De modo que, cuando la energía que proporciona el sol no sea suficiente o en algunos casos sea menos rentable (por ejemplo, la hora del día ya no es óptima en cuanto a la luz solar), el sistema híbrido echa una mano del combustible diésel para generar energía. (MORILLO Energy Rent, 2021)

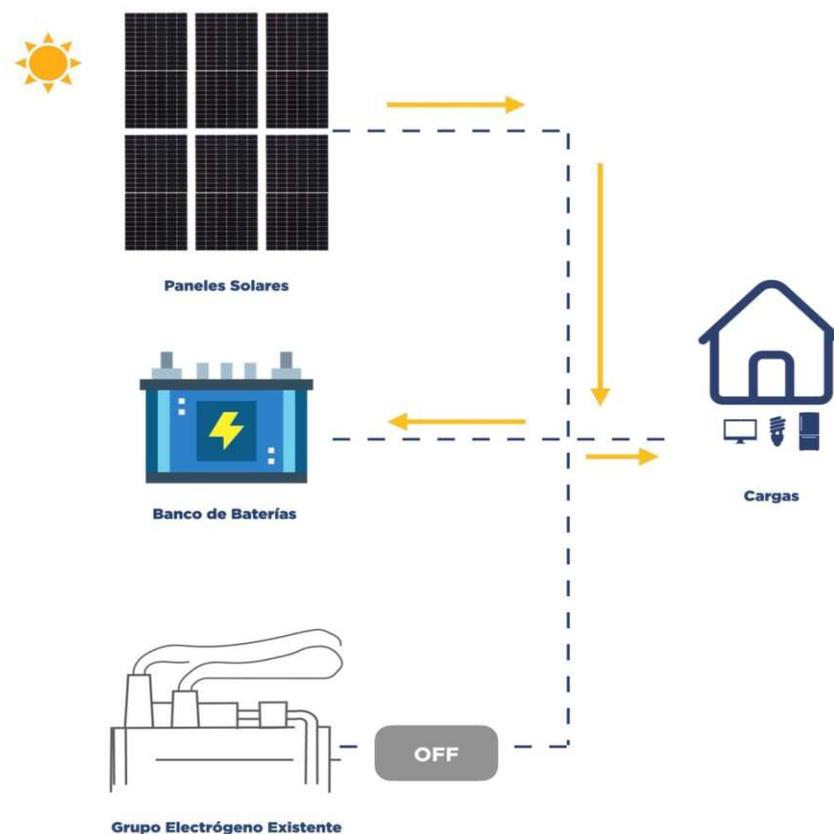
2.2.3.1.4.1. Opciones de funcionamiento

Existen tres opciones de funcionamiento que se plantean y se explican de la siguiente manera:

DIESEL + SOLAR: Con respecto a esta combinación, consiste en conectar el grupo generador actual con una planta de paneles solares que reemplazarán el uso del grupo generador durante el día. Durante las noches y en días de poco sol donde la energía solar no cubra la demanda energética, el grupo generador se activará de manera automática. Energía Renovable que permite ahorrar. (NOVUM solar, 2020)

Figura 5

Funcionamiento 1.



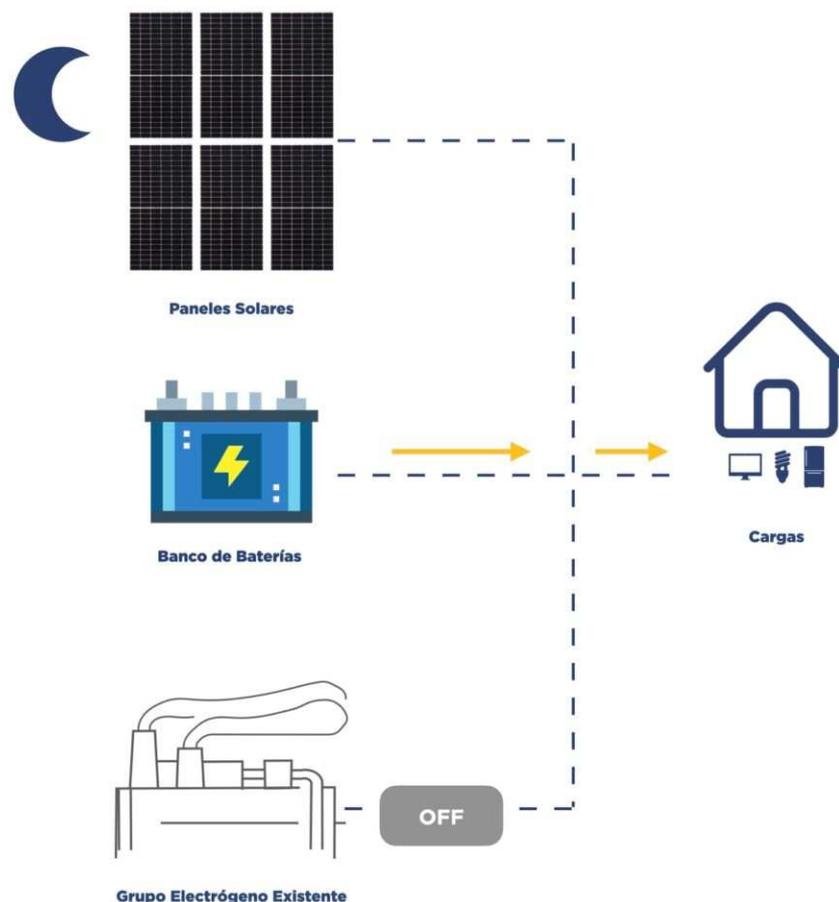
Fuente: NOVUM solar (2020).

DIESEL + STORAGE: Esta configuración se puede aprovechar al máximo la energía proveniente del grupo generador. Como sabemos, los grupos

generadores se encienden a una potencia alta incluso cuando necesitamos alimentar pequeñas cargas. Asimismo, el banco de baterías permite aprovechar la energía excedente de los grupos generadores para alimentar futuras cargas. (NOVUM solar, 2020)

Figura 6

Funcionamiento 2.

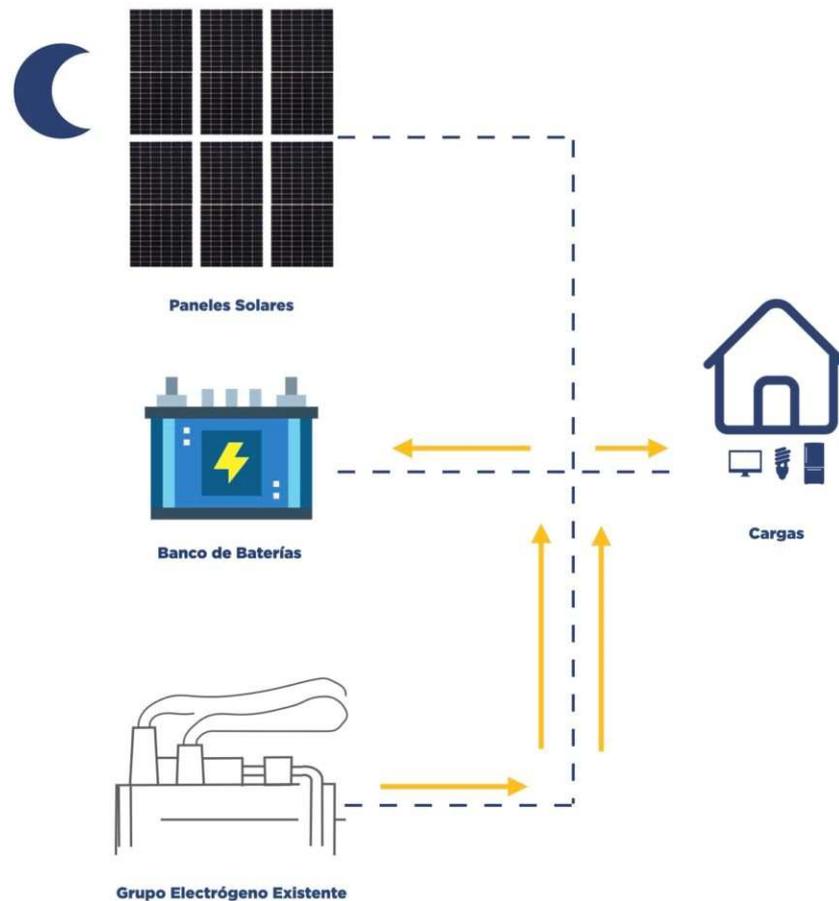


Fuente: NOVUM solar (2020).

DIESEL + SOLAR + STORAGE: Además, el funcionamiento de este sistema híbrido contempla los beneficios de las primeras opciones de funcionamiento en una sola. Al tener producción de energía solar + un banco de baterías que permita almacenar la energía excedente de los paneles y del grupo generador, permite reducir e incluso reemplazar al 90% el uso de los grupos generadores. (NOVUM solar, 2020)

Figura 7

Funcionamiento 3.



Fuente: NOVUM solar (2020).

2.2.3.1.5. Modo Opciones para adaptarse a las condiciones reales del sitio

El conocimiento específico de la zona donde se establecerá el sistema de generación híbrido es sumamente importante debido a que las diferentes condiciones que se presenten en el área determinada serán cruciales para un buen funcionamiento del sistema híbrido de generación.

Modo completamente automático: Por lo general, la unidad de control del sistema híbrido fotovoltaico-diésel está configurada en modo completamente automático; la mayor parte del generador diésel en el sitio no tiene control automático de arranque / parada. Por lo tanto, el operador debe encender el

generador diésel cuando la unidad de control se dispare y darle una señal al operador para que encienda el generador diésel. El modo completamente automático con el operador tiene que arrancar el generador diésel observando la señal desde el control es demasiado arriesgado, porque cuando el generador diésel tiene que arrancar en medio de la noche y el operador no se da cuenta, el sistema se apagará.

Modo de fuente de ejecución (semiautomático): El modo completamente automático no se puede realizar de manera óptima si el generador diésel no se completa con el control automático de arranque / parada, porque el operador tiene que encender y apagar el generador diésel cuando el sistema de control lo solicita. En algún momento, el operador no enciende o apaga el generador diésel y provocará el apagado de todo el sistema. Para evitar este problema, la unidad de control debe tener el modo de funcionamiento de las fuentes, que es el funcionamiento del generador diésel que dependerá del operador. El operador debe operar el generador diésel de acuerdo con un programa, mientras que la sincronización entre el inversor y el generador de diésel todavía está controlada por la unidad de control.

Modo manual: La otra opción es el modo manual. Este modo tiene que estar disponible debido al hecho real de que muchas plantas de energía diésel existentes no tienen el control automático de arranque / parada. Al usar este modo manual, se puede configurar dependiendo del patrón de operación que decida el planificador del sistema. Los patrones de funcionamiento habituales son:
Toda la carga suministrada por generador diésel
Toda la carga suministrada por el generador diésel y el exceso de energía se destina a cargar la batería. (DS New Energy, 2020)

3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Descriptivo

El presente proyecto de investigación tuvo un nivel descriptivo porque se analizó el problema, estableciendo sus causas y consecuencias, así como las dificultades a las cuales se encuentra expuesto. Siendo la antena Salviani la única y principal del servicio telefonía en todo el campamento Quellaveco.

3.2. Población y muestra

Para nuestro caso de estudio, la población como la muestra son iguales, es decir puesto que el proyecto se desarrollará únicamente en torno a la problemática de la antena Salviani entonces dicha población y muestra será esta misma; por lo que no se aplica ninguna técnica de selección muestral.

3.3. Hipótesis

Si se realiza la Propuesta de un Sistema de Generación Híbrido Solar Diésel, entonces, se puede suministrar energía eléctrica a la Antena Salviani del Campamento Quellaveco – Moquegua.

3.4. Variables de operacionalización

Tabla 1

Variables de operacionalización.

Tipo de variable	Definición	Técnica	Instrumentos	Indicadores
Variable independiente Sistema híbrido solar - diesel	Dimensionamiento de un Sistema de Generación Híbrido Solar Diésel.	- Lectura crítica. - Observación. - Recolección de datos. - Hojas de cálculo.	- Formatos - Guías. - Fichas técnicas. - Fichas de investigación.	- Potencial solar. - Energía eléctrica generada. - Tecnología. - Factibilidad del proyecto.
Variable dependiente Suministrar energía con energía renovable.	Determinar la máxima demanda de energía de la antena Salviani.	- Investigación. - Observación.	- Planos. - Fotografías. - Data del cliente.	- Energía promedio consumida al día y al mes. - Tensión y frecuencia de suministro.

Nota. Elaboración propia.

3.5. Métodos y técnicas de investigación

El método empleado para el desarrollo del trabajo de investigación, es el método universal, que consiste en el enfoque dinámico de los fenómenos y sus interrelaciones, estúdialos hechos en su encadenamiento y su conexión interna en el conjunto, en la totalidad no aisladamente.

El método dialectico sostiene que para resolver un problema hay que estudiarlos hechos en su totalidad, considera sus interrelaciones, sus antecedentes, sus génesis, su historia.

Se utilizó lectura crítica para el análisis de textos, en nuestro caso se analizó la información de la nasa y del senamhi.

Se utilizó la observación de la zona del proyecto para determinar las áreas disponibles para la instalación de los equipos.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Instrumentos de recopilación de datos aplicables al desarrollo del siguiente trabajo:

Fichas de investigación:

Se realizaron lecturas informativas y comprensivas de los textos, analizando todo aquello que es de importancia e interés, para la redacción de la presente tesis; mediante el subrayado y marcaje de textos mediante asteriscos, etc. Posteriormente se elaboraron las fichas de investigaciones con ideas concisas y referencias exactas de algún concepto importante.

Guías Manuales:

Instrucciones para la especificación de un sistema híbrido solar – diésel correcto.

La evaluación adecuada de las cargas que se desean satisfacer permitirá un adecuado y correcto procedimiento de selección para los componentes de nuestro sistema híbrido solar-diésel.

Planos

Nos permite tener un mejor enfoque de la ubicación del sistema y la distribución de los equipos.

- Fotografías

Tiene la finalidad de evidenciar el desarrollo del trabajo y la presencia del desarrollador en el lugar.

3.7. Análisis estadísticos e interpretación de datos

Recopilada la información necesaria y tomando como base los estándares de instituciones internacionales que evalúan en desempeño y califican la disponibilidad de un sistema de generación híbrido, se procederá a realizar el análisis respectivo y la evaluación del panorama actual de la antena Salviani en el campamento Quellaveco.

4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Propuesta de investigación

Con la finalidad de resolver el problema de respaldo de energía, además de incentivar el uso de energías renovables, se propone un sistema híbrido solar diesel para suministrar energía eléctrica sin interrupciones para la antena Salviani del campamento Quellaveco.

Con el presente proyecto se busca cubrir en su totalidad la demanda de energía de la antena Salviani.

4.2. Montaje de equipos

Los equipos que conformarán el sistema híbrido y que serán seleccionados más adelante, necesitan para su correcta operación y funcionamiento, obras civiles y la adquisición de instalación de un shelter metálico, estructuras de soporte, cuya instalación debe realizarse de manera adecuada y siguiendo una serie de pautas y recomendaciones, que permitan al sistema aprovechar al máximo el potencial energético de los recursos estudiados, operando con un rendimiento lo más cercano al esperado.

Las bases del grupo y shelter deben de estar niveladas, según fabricante la tolerancia máxima de desnivel debe ser 1 mm por cada metro de longitud.

En el caso de los paneles fotovoltaicos serán montados en estructuras tipo carpot, fabricadas de acero estructural galvanizado en caliente; el diseño también debe considerar el grado de inclinación del arreglo fotovoltaico, que será determinado en el próximo capítulo.

El banco de baterías, inversor, controladores y tableros se instalarán en el interior del shelter; éste último debe contar con un sistema de climatización para garantizar la correcta ventilación de las baterías y los equipos electrónicos.

4.3. Plan de acción

Se plantea un plan de acción para reducir a mediano plazo las barreras y/o limitaciones que han sido mencionadas anteriormente:

4.3.1. En el ámbito tecnológico:

- Desarrollo de una nueva y mejor tecnología, con procesos automáticos de fabricación, que permitan reducir los costos de producción de los diferentes tipos de paneles solares.
- Investigación y ensayos en materiales que permitan la fabricación de paneles solares con mayores eficiencias que los actuales.
- Desarrollo de sistemas plug and play para diseños modulares y mejora en tiempos de instalación de componentes dentro del shelter.
- Mayor inversión en investigación sobre mejoras de los componentes electrónicos que permitan reducir las pérdidas de energía, elevando así la eficiencia en la generación.
- Proponer pruebas de diseños prototipo en lugares en condiciones extremas, para cada uno de los diferentes modelos de los equipos, esto permitirá realizar constantes mejoras en el diseño. De esta manera se podría aumentar la confiabilidad de los sistemas e incluso extender su tiempo de vida.

4.3.2. En el ámbito comercial:

- Capacitaciones especializadas por parte de los fabricantes, para autoconsumidores, dentro del ámbito técnico como del profesional; relacionada con el estudio, diseño, montaje de proyectos de energía renovables.
- Contar con una mayor participación de productos de generación de energías renovables dentro del mercado nacional, así como un mejor entrenamiento del personal dedicado a la instalación de estos sistemas. Con el interés creciente mostrado por la población se logrará un aumento progresivo de proveedores nacionales de equipos, dispositivos y servicios.

4.3.3. En el ámbito político:

- Desarrollar una estrategia para trabajar con políticas de estado, reglamentos y normativas específicas que favorezcan el desarrollo de proyectos de energías limpias en zonas rurales y urbanas.
- Difusión a través de los medios de comunicación y en centros de educación, tanto privados como estatales, sobre los usos y beneficios de las energías renovables.
- Promoción de incentivos por parte del estado para la reducción o exoneración de impuestos, ofrecimiento de planes de crédito con bajos intereses, o plan de compra y venta respecto a la utilización de los excedentes de energía generada.
- Implementación de programas por parte del gobierno, para la obtención de fondos con la venta de bonos de carbono.
- Destrucción de la ley de generación distribuida; ésta tiene grandes beneficios dentro de los cuales podemos destacar la mejora de la calidad del servicio ya que, al tener la generación cerca al punto de demanda las pérdidas por caídas de tensión disminuyen considerablemente. El beneficio económico, dándole la oportunidad de vender el excedente de energía generando desarrollo para la sociedad y ambiental utilizando como principal fuente generación a la energía solar que por su bajo precio será de fácil aceptación por los usuarios.

CAPÍTULO V

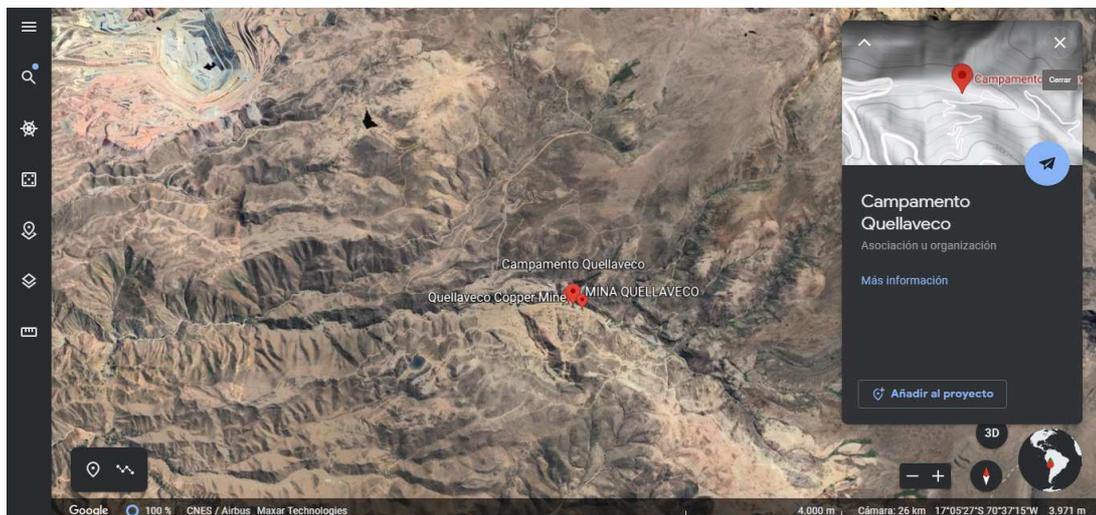
ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

5.1. Diagnosticar del potencial solar energético en la antena Salviani

La antena Salviani, localizada en el campamento Quellaveco, distrito de Torara, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, con coordenadas 17°04'23''S 70°40'53''O, está encargada de brindar cobertura de telefonía celular a todos los usuarios presentes en el campamento Quellaveco.

Figura 8

Ubicación del proyecto.



Fuente: Atlas Solar Global (2022).

Potencial eólico

Tabla 2

Velocidad promedio del viento (m/s) 2010-2021 – Elaboración propia

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
V(m/s)	3,64	3,68	3,70	4,04	4,44	4,55	4,67	4,71	4,71	4,36	4,16	3,84	4,21

Nota. Datos tomados del portal oficial de la NASA.

De la tabla anterior podemos ver que la velocidad del viento está dentro de los valores mínimos para que un generador eólico empiece a generar y que en promedio se mantiene constante a lo largo del año.

Moquegua no es una zona con potencial eólico esta sería una gran desventaja para implementar un sistema eólico en sitio.

El atlas eólico del Perú muestra que las zonas con mayor potencial eólico se encuentran en las zonas de costa, así como en ciertas regiones de la sierra, mientras que las zonas de selva tienen un potencial mucho menor que el resto. (ver Anexo I).

El potencial eólico aprovechable en la región de Moquegua es “cero” (Ver anexo J).

Potencial solar

Moquegua es una zona con gran potencial solar; esto representa una gran ventaja para implementar un sistema fotovoltaico en sitio.

El atlas solar del Perú muestra que las zonas con mayor potencial eólico se encuentran en las zonas del sur del Perú, así como en ciertas regiones del norte; mientras que las zonas de la costa tienen un potencial mucho menor. (Ver anexo K).

Tabla 3

Irradiación promedio mensual (Wh.m²-día) 2010-2021 – Elaboración propia

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Irradiación	6,83	6,36	6,64	6,29	5,65	5,16	5,35	6,24	7,05	7,76	8,21	7,65	6,60

Nota. Datos tomados del portal oficial de la NASA.

Obteniendo una irradiación horizontal global promedio de 6,60 GHI de la base de datos de la nasa en el periodo 2010-2021.

De las tablas 2 y 3, podemos concluir que para nuestro caso de estudio es más conveniente implementar un sistema con energía fotovoltaica

5.2. Dimensionar y diseñar el sistema híbrido solar diésel.

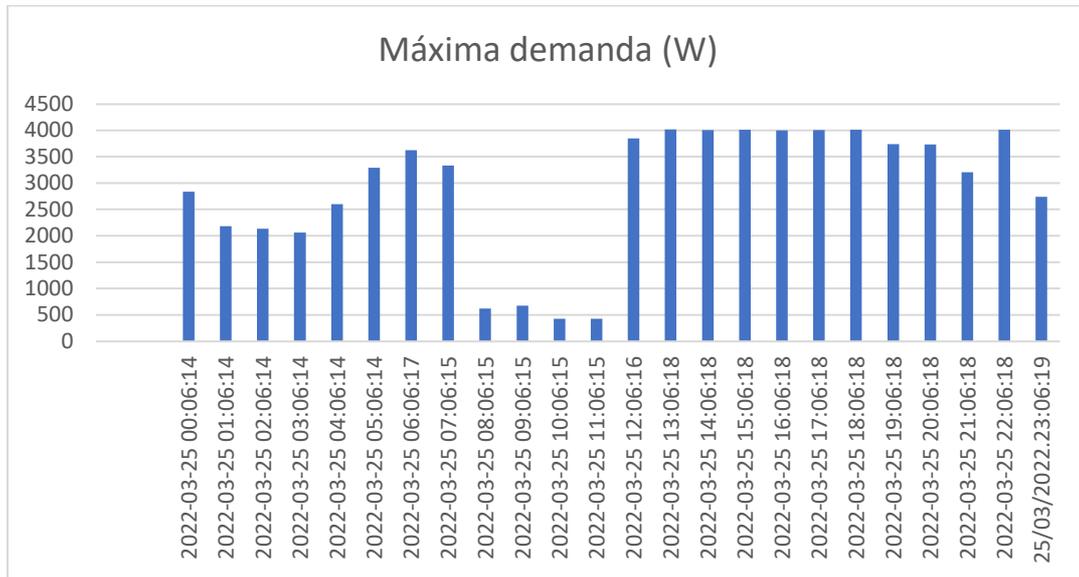
5.2.1. Determinación de la máxima demanda.

Según los datos tomados, obtenemos la evolución de la carga generada por la antena Salviani en un periodo de evaluación de 23 horas, en el que se puede ver claramente que durante el lapso de 5 horas y media la carga disminuye, y así también se puede ver que durante el lapso de 6 horas la carga tiende a aumentar; esto es precisamente por el tema de horas fuera de punta y horas punta respectivamente.

Las cargas conectadas a la antena son en corriente alterna y corresponden a equipos de telecomunicación dentro de un gabinete; como son equipos de radio, rectificadores, cargadores de baterías y otros.

Figura 09

Resumen de carga diaria.



Fuente: Elaboración propia.

Según la información recopilada de la carga de la antena, se conoció que la máxima demanda era 4014 W para un sistema de 220 V monofásico ($fp=1$) todos los días del año.

Ahora conocemos la potencia que es 4014W y calcularemos la energía diaria consumida por medio de la siguiente fórmula:

$$E = P \times t$$

E = energía (kW – h)

P = potencia (kW)

t = tiempo (h)

$$E = 4,014 \text{ W} \times 24 \text{ h}$$

$$E = 96,34 \text{ kW} - \text{h}$$

$$E = 96,34 \text{ kW} - \text{h}$$

Debido a que se planteará un sistema fotovoltaico aislado u off-grid, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$P_{pv(pico)} \geq \frac{E_{diaria}}{HSP * PR}$$

Donde:

E_{diaria} : energía diaria

HSP: hora solar pico

PR: factor de rendimiento

Obteniendo una irradiación horizontal global promedio de 6,60 GHI de la base de datos de la nasa en el periodo 2010-2021 (Tabla 3).

5.2.2. Demanda de energía y potencia a la carga:

Entonces, reemplazamos los datos de energía diaria (96,34 kW-h), el total de horas solar pico (kWh/m2 por día) y el factor de rendimiento (0,85).

$$P_{pv(pico)} \geq \frac{E}{HSP * PR}$$

$$P_{pv(pico)} \geq \frac{96,34}{6,60 * 0,85}$$

$$P_{pv(pico)} \geq 17,17kWp$$

5.2.3. Determinar el número paneles solares:

Para calcular el número de módulos por criterio del diseñador se tendrá en cuenta la potencia pico de cada módulo de 60 celdas de 370 Wp ; con esta potencia tendremos que apoyarnos de la ficha técnica que nos brinda el fabricante Jinko Solar, el cual es un módulo monocristalino PERC que cumple con la norma de seguridad ISO9001, ISO14001 y OHSAS18001, además de poseer la certificación con norma IEC61215 e IEC61730 (escogido a criterio del diseñador). Debemos de tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$\#módulos_{máx} = \frac{P_{pv}}{\text{Potencia del módulo}}$$

P_{pv} : potencia solar pico (Wp)

Potencia del módulo (Wp), (Ver anexo A)

$$\#módulos_{máx} = \frac{17,17}{370}$$

$$\#módulos_{máx} = 46,41$$

$$\#módulos_{máx} = 48$$

El área total sería:

$$A_{total} = A_{panel} * 48$$

$$A_{total} = 2 * 1 * 48$$

$$A_{total} = 96m^2$$

5.2.4. Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico:

Debemos de conocer las siguientes fórmulas:

$$n_s = \frac{V_{oc_{máx}}}{V_{oc_{mód}}}$$

$$n_s = \frac{V_{mpp_{min}}}{V_{mpp_{mód}}}$$

$$n_p = \frac{\#módulos}{n_s}$$

Donde:

n_p : número de módulos en paralelo

n_s : número de módulos en serie

$V_{oc_{máx}}$: tensión máxima de entrada

$V_{oc_{mód}}$: tensión de circuito abierto del módulo

$V_{mpp_{min}}$: tensión mínima de entrada

$V_{mpp_{mód}}$: tensión MPP del módulo

Entonces, para poder calcular el número de módulos que tendremos en serie nos apoyaremos de las fichas técnicas del panel solar y del inversor, para así realizar el siguiente procedimiento:

$$V_{oc_{m\acute{a}x}} = 265 \text{ V}$$

$$V_{oc_{m\acute{o}d}} = 48,5 \text{ V}$$

$$n_s = \frac{265}{48,5} = 5,46$$

$$V_{mpp_{m\acute{i}n}} = 187 \text{ V}$$

$$V_{mpp_{m\acute{o}d}} = 39,9 \text{ V}$$

$$n_s = \frac{187}{39,9} = 4,08$$

Entonces:

$$4,08 \leq n_s \leq 5,46$$

$$n_s = 4$$

Se tiene que los paneles en paralelo para 01 arreglo:

$$n_p = \frac{\# \text{ paneles por arreglo}}{n_s}$$

$$n_p = \frac{12}{4}$$

$$n_p = 3$$

Seleccionamos el número de controladores:

$$n_c = \frac{\# \text{módulos}}{\# \text{ paneles por arreglo}}$$

$$n_c = \frac{48}{12}$$

$$n_c = 4$$

Por lo tanto, tenemos que serán 4 arreglos de 12 módulos; 4 en serie y 3 en paralelo. Mediante este cálculo podemos afirmar entonces que el espacio necesario para la instalación de estos 4 arreglos de 12 módulos cada uno, 48 módulos en total, es necesario un área de 93,14 m², teniendo en cuenta las dimensiones por unidad modular (ver anexo A).

5.2.5. Inclinación y orientación óptima de los paneles fotovoltaicos:

Debemos de tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|\Phi|$$

Donde:

β_{opt} : ángulo de inclinación

$|\Phi|$: valor absoluto de la latitud

Entonces, según la latitud obtenida gracias al conocimiento de la zona donde ejecutaremos el proyecto, conocemos qué:

$$|\Phi| = 17^\circ$$

Así que,

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|17|$$

$$\beta_{opt} = 15,43^\circ$$

$$\beta_{opt} \cong 15^\circ$$

Con respecto a la orientación de nuestro arreglo fotovoltaico es necesario reconocer que el proyecto será ejecutado en el Perú, país que se encuentra en el hemisferio sur, por consecuencia, dicha orientación será hacia el norte.

Por lo tanto, se concluye que los paneles fotovoltaicos tendrán una inclinación de 15° con una orientación hacia el norte.

5.2.6. Banco completo de baterías:

Teniendo en cuenta las especificaciones de la ficha técnica del módulo fotovoltaico seleccionaremos dos bancos de baterías en paralelo con 24 unidades cada uno, las cuales serán de 1500 Ah para un voltaje final por celda de 1,80 V (Ver anexo B) y finalmente se tendrá en cuenta la temperatura del módulo igual a 25°C.

$$E_{diaria} = 96340 \text{ Wh}$$

$$DA = 20 \text{ horas} \approx 0.8 \text{ días}$$

$$Capacidad_{Ah} = \frac{E_{diaria} * DA}{DoD(\%) * n * Tensión \text{ de trabajo}}$$

$$n \text{ bat Pb} = 0.8$$

$$DoD(\%)Pb = 70$$

$$Capacidad_{Ah} = \frac{96340 * 0.80}{0.7 * 0.8 * 48}$$

$$Capacidad_{Ah} = 2867.26 \text{ Ah}$$

$$\# \text{ Baterías serie} = \frac{Voltaje \text{ sistema}}{Voltaje \text{ nominal de batería}}$$

$$\# \text{ Baterías serie} = \frac{48}{2} = 24$$

Entonces se considera 24 baterías en serie para un voltaje final de 48VDC.

$$\# \text{ Bancos de baterías en paralelo} = \frac{Capacidad \text{ Ah}_{calculado}}{Capacidad \text{ nominal de batería}}$$

$$\# \text{ Bancos de baterías en paralelo} = \frac{2867.26}{1500} = 1.91$$

Entonces seleccionamos 02 bancos de 1500 Ah.

Calculamos la corriente de descarga de las baterías:

$$I_{descarga} = \frac{P_{max}}{V}$$

$$I_{descarga} = \frac{4014 W}{48 V} = 83.63A$$

Calculamos la Capacidad de descarga:

$$C_{descarga} = \frac{C_{Ah \text{ batería}} * N_{bancos \text{ batería}}}{I_{descarga}}$$

$$C_{descarga} = \frac{1500Ah * 2}{83.63A}$$

$$C_{descarga} = 35.87h \approx C_{36}$$

Calculamos la capacidad a 36 horas:

$$I_{36} = \frac{C_{24ah}}{\left(\frac{T_{36}}{T_{24}}\right)^{1/k} * T_{24}}$$

Donde:

T2=120h C2= 1860Ah; T1= 24h C1=1660.8Ah (Anexo B)

$$K = \text{Exponente de Peukert} = \frac{\log T_2 - \log T_1}{\log \frac{C_1}{T_1} - \log \frac{C_2}{T_2}} = 1.08$$

$$I_{36} = \frac{C_1}{\left(\frac{T_{36}}{T_1}\right)^{1/k} * T_1}$$

$$I_{36} = \frac{1660.8}{\left(\frac{36}{24}\right)^{1/1.08} * 24} = 47.56A$$

Entonces el C₃₆ será:

$$C_{36} = I_{36} * T_{36}$$

$$C_{36} = 47.56 * 36$$

$$C_{36} = 47.56 * 36$$

$$C_{36} = 1712.16Ah$$

5.2.7. Dimensionamiento de la potencia AC:

Debemos de tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$P_{inv} \geq P_{max} + P_{Carga\ bat}$$

- Pmax= 4.014 kw (máxima demanda)
- Calculamos la corriente y potencia de carga de baterías:

$$I_{Carga\ de\ batería} = C_{Ah} * 0.05$$

$$I_{Carga\ de\ batería} = 3000 * 0.05 = 150A$$

$$P_{Carga\ de\ batería} = V * I = 48 * 150$$

$$P_{Carga\ de\ batería} = 7200W$$

- Calculamos la potencia del inversor:

$$P_{inv} \geq 4.014 + 7.200$$

$$P_{inv} \geq 11.214\ kw$$

Con factor de potencia de 0,8:

$$S_{inv} = \frac{11.214\ kw}{0.8} = 14.01\ KVA$$

Considerando un 7% de derrateo por altura @3700msnm:

$$S_{inv} = 14.01KVA * 1.07$$

$$S_{inv} = 14.99\ KVA$$

Entonces de manera conveniente seleccionaremos un inversor-cargador (debido a que nuestro sistema es off-grid) de 15 kVA teniendo en cuenta las características propuestas en el catálogo de inversores-cargadores de la marca Victron Energy (Ver anexo C).

5.2.8. Selección del sistema de monitoreo remoto:

De manera conveniente se seleccionará un sistema de monitoreo remoto Color Control GX de 24-48 VDC, de la misma marca que el inversor (Ver anexo D), debido a que se presenta la facilidad de sincronización de software.

5.2.9. Selección de controladores MPPT:

Debido a que tendremos 4 arreglos de 12 módulos cada uno, entonces se tendrán 4 controladores (1 por arreglo) modelo MPPT de 250 V, para una corriente de carga nominal de 100 A, los cuales serán de la misma marca del inversor y del sistema de monitoreo para que se mantenga la configuración y sincronización del sistema (Ver anexo E).

$$n_s * Voc_{modulo} < Voc_{maxcontrolador}$$

$$4 * 48.5V < 265V$$

$$194V < 265V \dots \text{Por lo tanto cumple}$$

5.2.10. Conductores:

Según el criterio de intensidades máximas permitidas, el cableado de cada rama tendrá que soportar una corriente mínima de:

$$I_{rama} = fs \times I_{scstc}$$

Donde:

I_{rama} : corriente permitida en la rama

fs: factor de seguridad (1,25)

I_{scstc} : corriente de corto circuito del módulo (Ver anexo A)

Por lo tanto:

$$I_{rama} = 1,25 \times 9,61$$

$$I_{rama} = 12,01 \text{ A}$$

Basándose en la tabla de datos técnicos para el conductor THW de INDECO (Ver anexo F), tenemos que para la corriente encontrada debemos de seleccionar un conductor de cable THW de al menos 2,5 mm².

$$12,01 \leq 27 \text{ A, sí cumple}$$

Para la selección de los conductores en (D.C) que irán de los strings en paralelo hasta el tablero DC se debe calcular la corriente máxima para las 12 alineaciones en paralelo:

$$I = 1,25 \times 9,61 \times 12$$

$$I = 144,15 \text{ A}$$

Basándose en la tabla de datos técnicos THW – 90 de INDECO (Ver anexo F), tenemos que para la corriente encontrada debemos de seleccionar un conductor de cable THW de al menos 50 mm².

$$144,15 \leq 160 \text{ A, sí cumple}$$

Para la selección de los conductores AC se debe calcular la intensidad máxima de salida del inversor (52,2 A; Ver anexo C).

$$I = 1,25 \times 52,2$$

$$I = 65,25 \text{ A}$$

Basándose en la tabla de datos técnicos THW – 90 de INDECO (Ver anexo F), tenemos que para la corriente encontrada debemos de seleccionar un conductor de cable THW de al menos 16 mm².

$$65,25 \leq 85 \text{ A, sí cumple}$$

5.2.11. Protecciones de equipos:

Para el sistema de protección se tendrá en cuenta específicamente fusibles e interruptores de operaciones de maniobra, para los fusibles tendremos en cuenta lo siguiente:

$$1,5 \times 9,61 \leq I_n \leq 2 \times 9,61$$

$$14,415 \leq I_n \leq 19,22$$

Por lo tanto, el fusible a instalar puede ser de 15 A de intensidad nominal y soportar una tensión de al menos 230 V. Con las dimensiones del cable DC se debe comprobar que el fusible no sobrepasa la corriente del conductor.

Para la selección del interruptor principal DC de strings se tiene presente cual es la corriente máxima de la configuración de los 12 strings.

$$I = 1,25 \times 9,61 \times 12$$

$$I = 144,15 \text{ A}$$

El interruptor seleccionado deberá ser de una corriente nominal superior de 144,15 A. Con este dato se consulta un fabricante y se selecciona, en el caso comercial es posible encontrar Interruptores con una corriente nominal de 125 A ya sea de la marca, ABB, SCHNEIDER, O SIEMENS, compañías con buen respaldo de calidad en el mercado y con la característica de tensión mayor de 250 V, adecuado para el nivel de tensión que se maneja 230 V.

5.2.12. Sistema de protección a tierra:

La conexión a tierra de los sistemas de corriente continua se debe hacer en cualquier punto del circuito de salida fotovoltaico, usando ese punto lo más cerca posible a la fuente de generación solar, el sistema quedará protegido contra posible aumento de tensión producida por descargas atmosféricas.

5.2.13. Tablero de monitoreo y paralelaje:

El tablero de control será en gabinete metálico según standard NEMA, a prueba de chorro de agua y polvo IP65, puerta abisagrada y chapa, en acero pesado, además debe de contemplar, botoneras de arranque y parada, luces piloto externas indicando estado de funcionamiento interruptores termo magnético, contactores y relés de protección, además de incluir el módulo de monitoreo remoto del sistema.

5.2.14. Shelter o refugio para baterías y unidades de control:

Será diseñado y construido con la finalidad de salvaguardar los equipos y así garantizar un cuidado responsable y un funcionamiento en óptimas condiciones. El área para este espacio será de 9,99 m² y con una altura de 2,60 m. Además debe contar con un sistema de ventilación para garantizar la temperatura interna de 25°C.

5.2.15. Sistema contra incendios y ventilación:

De manera preventiva se estará considerando un sensor de humo para el área del shelter o refugio (Ver anexo G) además se considerará un ventilador empotrado en la pared del shelter y un extractor para mantener el ambiente libre de alguna impureza que pueda afectar a los equipos.

5.2.16. Grupo electrógeno:

Para determinar la potencia del grupo debemos de determinar la potencia total requerida:

$$P_{\text{efectiva grupo electrógeno}} = P_{\text{max}} + P_{\text{Carga bat}}$$

Donde P_{max} y $P_{\text{Carga bat}}$, se calculó en el punto 4.8.

$$P_{\text{efectiva grupo electrógeno}} = 4.014 + 7.200$$

$$P_{\text{efectiva grupo electrógeno}} = 11.214$$

Considerando un derrateo de 4% cada 300 metros con un estándar de 1000msnm (para generadores diésel Cummins).

Se tiene que para una altura de 3700msnm:

$$3700-1000=2700\text{msnm}$$

$$2700/300\text{m}=9$$

$$9*4\%=36\% \text{ de derrateo.}$$

Entonces la capacidad mínima del grupo electrógeno será:

$$11.214 * 1.36 = 15.25 \text{KW}$$

El tiempo de operación del grupo para cargar las baterías será:

$$T_{\text{op.grupo electrógeno}} = \frac{C_{36}}{I_{\text{carga batería}}}$$

$$T_{\text{op.grupo electrógeno}} = \frac{1712.16 \text{ Ah}}{150 \text{ A}} = 11.41 \approx 12 \text{ horas}$$

Para este caso seleccionamos un grupo electrógeno Cummins C20D6T de 20 kW de potencia prime, que funcionará como sistema de respaldo para la carga de baterías (Ver anexo H).

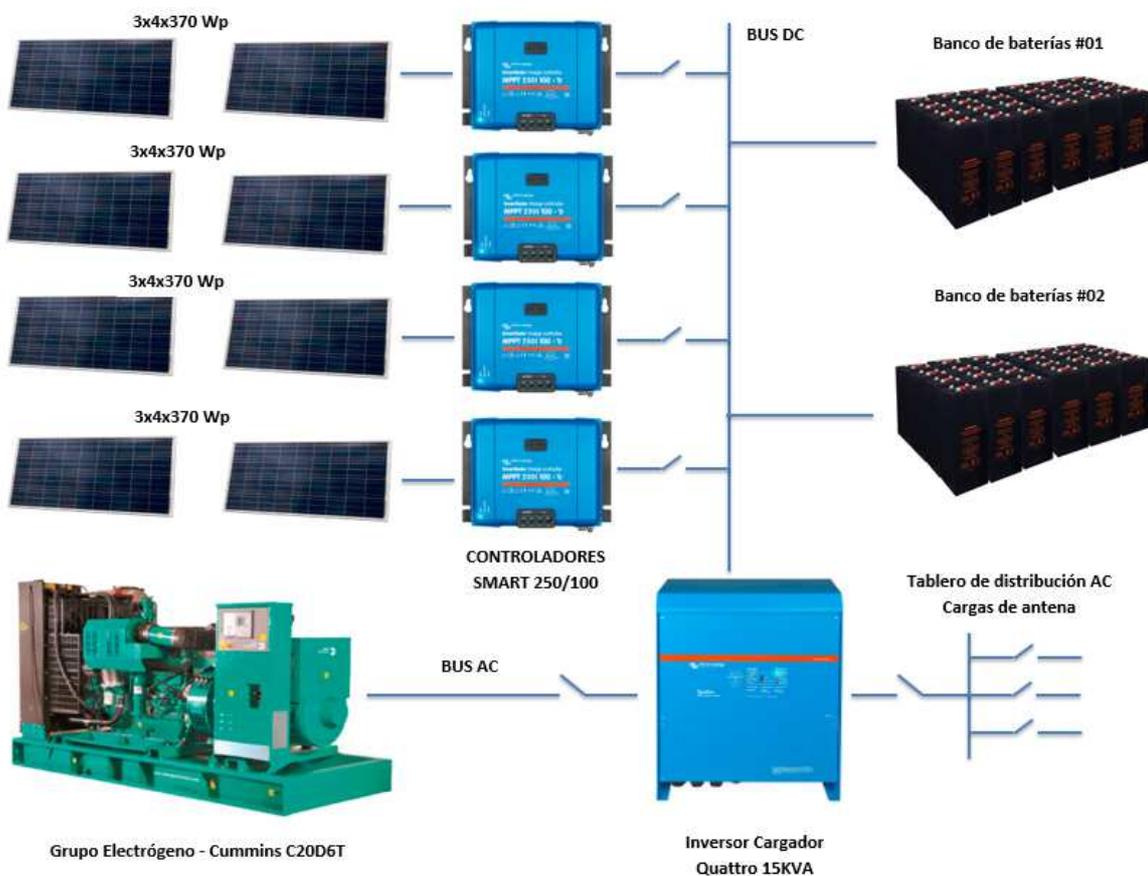
5.3. Analizar la información técnica y operativa de la problemática del campamento Quellaveco – Moquegua.

5.3.1. Descripción del equipos

El sistema solar considerado está conformado por el equipamiento que se describe a continuación:

Figura 10

Esquema general de equipos.



Fuente: Elaboración propia.

El equipamiento principal consiste en 48 paneles solares Jinko de 370WP, 04 controladores Victron Smart de 250/100, 01 inversor cargador Victron de 15kVA, 01 grupo electrógeno Cummins diésel de 20KW de potencia nominal y 02 bancos de baterías narada de 1500Ah cada uno. Dentro del equipamiento está considerado 01 tablero DC con un controlador Victron GX que realizará el monitoreo de todos los

componentes del sistema fotovoltaico, asimismo controlará el arranque y parada del grupo electrógeno.

5.3.2. Secuencia de operación

El ciclo empieza a las 6:00am, con el banco de baterías cargadas al 100% y las cargas de la antena conectadas. Empieza la generación de energía a través de los 48 paneles solares; la energía generada por éstos pasa a través de los controladores que regulan el voltaje y lo inyectan a la barra DC (ubicada en el tablero DC) para luego cargar los 02 bancos de baterías de 1500Ah cada uno. Durante el día mantendrán cargadas las baterías.

El sistema está diseñado para una autonomía de 20 horas con baterías con un porcentaje de descarga de 60%; esto quiere que transcurridas las 20 horas y alcanzado el 60%, el control del sistema solar enviará la señal de arranque remoto al grupo electrógeno. El grupo electrógeno enciende y a través del inversor cargador cargará los 02 bancos de baterías y al mismo tiempo abastecerá las cargas en AC del tablero de la antena.

El grupo electrógeno permanecerá encendido 12 horas, éste es el tiempo para cargar al 100% los 02 bancos de baterías. Alcanzado el 100% el controlador del sistema enviará la señal de off al grupo electrógeno.

El controlador del sistema solar se configurará en horario silencioso de 6:00am hasta las 6:00pm; esto quiere decir que en el caso que las baterías alcancen el 60% durante este periodo, el grupo electrógeno no encenderá, de tal manera que se aproveche la energía solar al máximo. Asimismo fuera de este horario el grupo electrógeno encenderá en el momento que el sistema lo requiera.

5.4. Evaluar técnica y económica del diseño propuesto.

5.4.1. Costo de inversión del proyecto

Para la implementación del presente proyecto se debe tomar en cuenta los siguientes costos de inversión:

Tabla 4

Presupuesto general de componentes para el sistema solar-híbrido.

Concepto	Cantidad	UM	Costo unit. (\$)	Costo total (\$)
Grupo electrógeno Cummins C20D6T	1	und.	29,982.00	29,982.00
Batería Narada OPZ	48	und.	700.00	33,600.00
Panel Solar Jinko 370KWp	48	und.	600.00	28,800.00
Inversor Quattro 15KVA	1	und.	5,200.00	5,200.00
Color control Victron	1	und.	512.00	512.00
Monitor de batería	2	und.	173.00	346.00
Shelter para banco de baterías	1	und.	16,000.00	16,000.00
Controlador Control Smart	4	und.	922.00	3,688.00
Cable RJ45 - Ve direct	1	und.	10.90	10.90
Cable UTP CAT6	1	und.	9.73	9.73
Interfase MK3-Victrom	1	und.	67.00	67.00
Batería Etna 17 placas	1	und.	117.00	117.00
Alquiler de camioneta	2	und.	3,700.00	7,400.00
Transporte a mina	1	und.	7,500.00	7,500.00
Supervisor PDR	1	und.	1,500.00	1,500.00
Total				134,732.63

Nota. Elaboración propia.

5.4.2. Costo beneficio

Para la evaluación del costo beneficio consideramos la inversión inicial para mantener con energía con grupos electrógenos y lo comparamos con la solución del sistema híbrido solar-diesel.

Tabla 5

Costo de inversión

Inversión inicial	02 Grupos Electrógenos de 20KW	Solución Híbrida
Costo de implementación en sitio	\$ 69,450.00	\$ 134,732.63

Nota. Elaboración propia.

Tabla 6*Gastos de Operación y mantenimiento.*

Gastos O&M + Diesel	02 grupos 20KW	Sistema híbrido
Consumo de combustible diesel	\$ 33,726	\$ 18,615
Gasto por Mantenimiento y Repuestos	\$ 17,520	\$ 1,314
Gastos O&M + Diesel anual total	\$ 51,246	\$ 19,929

Nota. Elaboración propia.**Tabla 7***Proyección de inversiones, gastos anuales y ahorros en dólares por 10 años.*

Inversiones y Gastos	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capex 100% Diesel (02 Grupos electrógenos)	\$ 69,450.00			\$ 53,122.92			\$ 58,048.85			\$ 82,926.93	
O&M 100% Diesel		\$ 52,270.92	\$ 53,316.34	\$ 54,382.67	\$ 55,470.32	\$ 56,579.72	\$ 57,711.32	\$ 58,865.55	\$ 60,042.86	\$ 61,243.71	\$ 62,468.59
Capex Híbrido	\$ 134,732.63							\$ 20,461.28			
O&M Solución Híbrida		\$ 20,327.58	\$ 20,734.13	\$ 21,148.81	\$ 21,571.79	\$ 22,003.23	\$ 22,443.29	\$ 22,892.16	\$ 23,350.00	\$ 23,817.00	\$ 24,293.34
Ahorro Anual (USD\$)	\$ -	\$ 31,943.34	\$ 32,582.21	\$ 86,356.77	\$ 33,898.53	\$ 34,576.50	\$ 93,316.88	\$ 15,512.11	\$ 36,692.86	\$ 120,353.65	\$ 38,175.25

Nota. Elaboración propia.

Consideraciones importantes:

- Se considera una inflación anual de 2%.
- Al año 3, 6 y 9 se realiza el overhaul de los grupos de 20KW.
- En el año 6 se realiza el overhaul del grupo C20D6T (propuesto en la solución híbrida).

5.4.3. Tasa Interna de Retorno.

La TIR es un indicador de rentabilidades de proyectos o inversiones, de manera que cuanto mayor sea la TIR mayor será la rentabilidad. Realizando el cálculo de la tasa interna de rentabilidad de diferentes proyectos se facilita la toma de decisiones sobre la inversión a realizar.

De forma simple podríamos definir la TIR como el porcentaje de ingresos o pérdidas que se obtiene como consecuencia de una inversión.

La fórmula de la TIR es la tasa de descuento con la que el valor actual neto (VAN) se iguala a cero o, dicho de otra manera, la tasa que iguala la suma del

valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previsto SAGE (2019).

$$VAN = I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial.

C_n : Flujo de caja o de beneficios generados por la inversión en cada periodo.

N : Cantidad de periodos.

n : Año en el que se van obteniendo los resultados de cada periodo.

r : TIR (Tasa interna de Flujo).

Tabla 8

Evaluación del VAN y TIR para el proyecto

Inversión	\$134,732.63
Ahorro promedio	\$ 52,340.81
TIR	65.01%
VAN	\$330,782.00
Tiempo de recuperación (años)	2.1

Nota. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- a) Para la evaluación del potencial energético se utilizó data de la NASA y del SENAMHI. Como resultado del análisis se concluye que el potencial solar en la zona del proyecto propuesto (Moquegua), representa la mejor opción como fuente de energía renovable en comparación del eólico. En promedio se cuenta con 6.60 horas solar pico aprovechables para la generación de energía solar.
- b) El área necesaria para el montaje de los 48 módulos solares de 370Wp está limitada a 100 metros cuadrados. 36 módulos solares irán en estructuras tipo carpot de 01 poste y los 12 módulos restantes en estructuras de 4 postes y debajo del shelter de equipos. En el shelter se alojarán los equipos principales como son 02 bancos de baterías de 1500AH cada uno, 01 inversor cargador de 15KVA, 04 controladores de carga, 01 tablero de protecciones; dichos equipos han sido elegidos bajo criterios de demanda y características técnicas que garantizan su operación y el mejor aprovechamiento de la energía.
- c) El diseño propuesto, permite una autonomía de 20 horas con baterías (considerando un 70% de DoD) que durante el día permanecerán cargadas con la energía generada por los módulos fotovoltaicos, con un periodo de 12 horas de grupo electrógeno para cargar y respaldar las cargas de la antena; esto representa un ciclo de 32 horas.
- d) El análisis económico se concluye que con una proyección en 10 años, el retorno de la inversión será en 2 años con 1 mes. Con el diseño propuesto estimamos un ahorro anual de \$52,340.81 y un retrorno de inversión en 2 años, 1 mes con un VAN de \$330,782.00 y un TIR de 65.01%; logrando de esta manera la viabilidad técnica económica del proyecto propuesto.

- e) El modelo de grupo electrógeno que se propone instalar es de suma importancia para poder lograr el cumplimiento técnico y retorno de inversión para el diseño propuesto. Gracias a la característica especial de mantenimiento extendido a 1000 horas, con un tanque de combustible diésel de 1000 litros de capacidad. Esto permite reducir considerablemente los costos por mantenimiento y faenas para el abastecimiento de combustible.

- f) Luego del estudio realizado y de los diversos procedimientos seguidos para poder realizar la propuesta de este sistema de generación híbrido, se puede concluir que con la implementación del sistema híbrido solar diésel en la antena Salviani del campamento minero Quellaveco quedará con un suministro de energía confiable y con respaldo las 24 horas, sin interrupciones.

- g) El aporte solar para el proyecto en mención es de suma importancia, pero su utilización se complementa con la energía que aporta el grupo electrógeno para garantizar un funcionamiento óptimo y confiable del sistema que se desea implementar en la antena Salviani del campamento Quellaveco.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda integrar el sistema de monitoreo remoto al monitoreo SCADA del campamento minero Quellaveco; esto permitirá un monitoreo centralizado y en tiempo real para un mejor control para la gestión de la energía, alarmas y otros parámetros importantes de los equipos.
- b) Debido al difícil acceso al sitio y a la importancia de que la antena tenga respaldo de energía continuo, se recomienda disponer de un stock de partes críticas del sistema híbrido tanto para los componentes de la parte solar como para el grupo electrógeno.
- c) Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento predictivo y preventivo que garantice una óptima operación de los equipos del sistema; ya que la falla de alguno de sus componentes podría comprometer la operación del sistema provocando caídas del servicio.
- d) Si se desea ampliar las cargas en la antena se debe realizar un rediseño para evaluar la ampliación de potencia de generación, considerando las limitaciones de área y ubicación del sitio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¿Qué es un sistema híbrido solar diésel? - MORILLO ENERGY RENT. (2021, 8 de enero). MORILLO ENERGY RENT. <https://morillo.es/que-es-un-sistema-hibrido-solar-diesel/>
- Acevedo, C. (2017). Diseño de un Sistema de Generación Híbrida Solar-Diésel como Alternativa de Suministro Eléctrico del Municipio de Miraflores (Guaviare). https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/121
- Alarcón, A. D. (2015, 5 de noviembre). ¿Cuál es la importancia de los sistemas híbridos para América Latina y el Caribe? - Energía para el Futuro. Energía Para El Futuro. <https://blogs.iadb.org/energia/es/cual-es-la-importancia-de-los-sistemas-hibridos-para-america-latina-y-el-caribe/>
- Aponte, L. (2020). *Diseño de una microrred fotovoltaica/diésel con backup de batería de Li-Ion para mejorar el servicio eléctrico en la ciudad de San Antonio del estrecho, Loreto, Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8284/BC-4684%20APONTE%20HONORES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cornelio, M. (2020). *Diseño Y Estudio De Factibilidad De Un Sistema Híbrido Autónomo En Microred* [Tesis de Postgrado, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/2077588/1/CornelioDiegoME.pdf>
- DS Nueva Energía. (2020, 22 de agosto). *Sistema híbrido solar fotovoltaico y diésel - Conocimiento - DS New Energy*. DS Nueva Energía; DS Nueva Energía. <https://www.dsisolar.com/info/solar-pv-and-diesel-hybrid-system-49612614.html>

Fragoso, G. (2017). *Diseño y Simulación de Sistema Híbrido (Diesel – Fotovoltaica) Para el Municipio de Puerto Nariño, en la Amazonia Colombiana* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia].
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/88025/TFM_GARY%20FRAGO_SO-ver%20FINAL_15051474927042123368369645478550.pdf?sequence=2

Gómez, F. (2020). *Diseño Y Optimización De Un Sistema Híbrido Renovable Con Gestión De La Demanda Y Aplicaciones En Península Y Modo Isla* [Tesis de Postgrado, Universidad Politécnica de Valencia].
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/158563/G%C3%B3mez%20-%20DISE%C3%91O%20Y%20OPTIMIZACI%C3%93N%20DE%20UN%20SISTEMA%20H%C3%84BRIDO%20RENOVABLE%20CON%20GESTI%C3%93N%20DE%20LA%20DEMANDA%20Y%20APLICAC....pdf?sequence=1>

<https://www.facebook.com/IMF.Formacion>, &

<https://www.facebook.com/IMF.Formacion>. (2020, 15 de diciembre). *Los sistemas de energía híbrida, energías Renovables*. Actualidad Y Energías Renovables. <https://blogs.imf-formacion.com/blog/energias-renovables/noticias/energias-renovables/hidraulica/sistemas-de-energia-hibrida/>

Iberdrola. (2020, 4 de junio). *Energía Híbrida*. Iberdrola; Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-hibrida>

Ortiz, J. (2021). *Diseño E Implementación De Generación De Energía A Través De Un Sistema Fotovoltaico Y Grupo Electrónico De Combustión Diésel Para Una Antena De Telecomunicaciones, Loreto 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5232/J.Ortiz_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Paucar, S. (2020). *Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico solar para electrificar el caserío Alto Miramar en Guadalupe- Pacasmayo-La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/9641>
- Quispe, L. (2021). *Diseño Del Sistema Híbrido Para Lograr Autoabastecer De Energía Eléctrica A Las Instalaciones De La Granja Experimental Agropecuaria De Yauris* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7214/T010_75215016_T.pdf?sequence=1
- Redacciones. (2019, 24 de junio). Cumbrepuebloscop20.org.
<https://cumbrepuebloscop20.org/energias/solar/sistema-hibrido/>
- Reyes, A. y Osorio, E. (2018). Implementación De Un Sistema Híbrido Solar Fotovoltaico - Diésel En La Municipalidad De Puerto Lempira, Gracias A Dios, Honduras. *UNITED*, 7 (2), 2-17.
- SAGE (2019): *Tasa Interna de Retorno (TIR) ¿Qué es y cómo se calcula?:*
<https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/>
- Santa Cruz, K. (2018). *Diseño De Un Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica Del Centro Poblado Nueva Esperanza Ubicado En El Distrito De Catache- Santa Cruz - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2823/BC-TES-TMP-1644.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sistema híbrido solar diésel: ahorre combustible con energía solar.* (2022). Fronius.com. <https://www.fronius.com/es-mx/mexico/energia-solar/propietarios-de-negocios/productos-y-soluciones/sistema-hibrido-solar-diesel>

Sistemas híbridos de energía - Solar, eólica y más | Aggreko. (2022). Aggreko.com.

<https://www.aggreko.com/es-co/products/hybrid-power-plants>

Soluciones energéticas - Distribución y Proyectos - Novum Solar. (2022, 22 de junio). Novum Solar. <https://novumsolar.com/>

Undurraga, T. (2019). *Implementación Y Evaluación De Un Sistema Híbrido (Solar-Diésel)* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica de Cataluña].

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/173251/TFG_UNDURRAGA_TOMAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yancachajlla, U. (2021). *Optimización De Un Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico Para Una Vivienda Rural Aislada De La Red En El Distrito De Paucarcolla* [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional del Altiplano].

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3217764>

ANEXOS

ANEXO A

www.jinkosolar.com



Eagle PERC 72M

360-380 Watt

MONO CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008 - ISO14001:2004 - OHSAS18001 certified factory.
IEC61215-IEC61730 certified products.

PERC

(5BB)

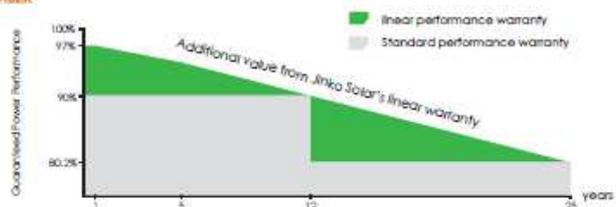


KEY FEATURES

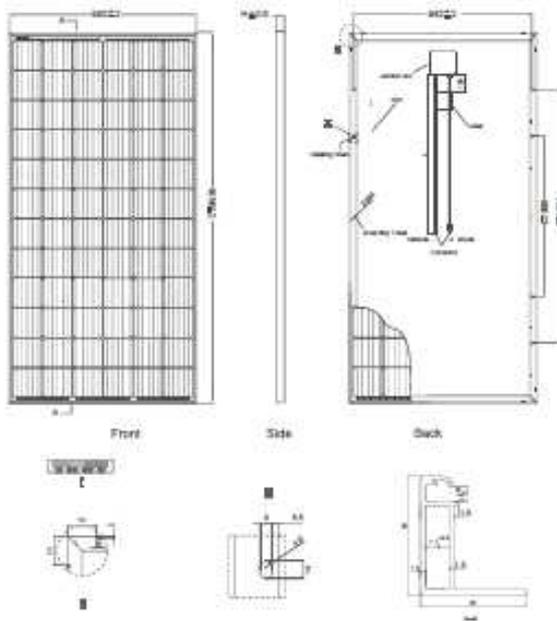
- 5 Busbar Solar Cell:**
 5 busbar cell design improves module efficiency and offers better aesthetic appearance for rooftop installation.
- High Efficiency:**
 Higher module conversion efficiency (up to 19.58%) benefit from Passivated Emitter Rear Contact (PERC) technology.
- PID RESISTANT:**
 Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.
- Low-light Performance:**
 Advanced glass and cell surface texture design ensure excellent performance in low-light environment.
- Severe Weather Resilience:**
 Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).
- Durability against extreme environmental conditions:**
 High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings

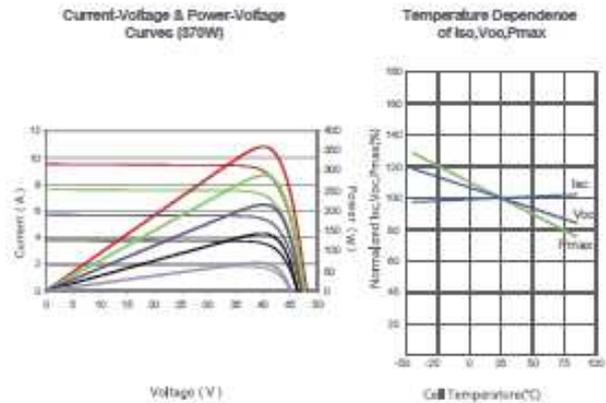


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

26pcs/pallet, 52pcs/stack, 624 pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono-crystalline PERC	156×156mm (6 inch)
No. of cells	72 (6×12)	
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)	
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)	
Front Glass	3.2mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass	
Frame	Anodized Aluminium Alloy	
Junction Box	IP67 Rated	
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² , Length:900mm or Customized Length	

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM360M-72		JKM365M-72		JKM370M-72		JKM375M-72		JKM380M-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	360Wp	270Wp	365Wp	274Wp	370Wp	278Wp	375Wp	282Wp	380Wp	286Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	39.5V	37.7V	39.7V	37.9V	39.9V	38.1V	40.2V	38.3V	40.5V	38.5V
Maximum Power Current (Imp)	9.12A	7.17A	9.20A	7.24A	9.28A	7.30A	9.33A	7.36A	9.39A	7.42A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.0V	46.5V	48.2V	46.9V	48.5V	47.0V	48.7V	47.2V	48.9V	47.5V
Short-circuit Current (Isc)	9.51A	7.61A	9.57A	7.68A	9.61A	7.75A	9.68A	7.82A	9.75A	7.88A
Module Efficiency STC (%)	18.55%		18.81%		19.07%		19.33%		19.58%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.37%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

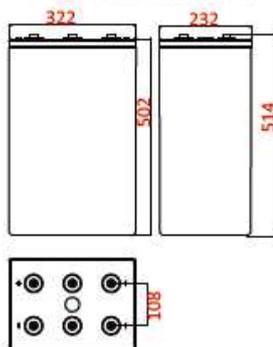
NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

ANEXO B



Dimension (mm)



Feature

- Design life 20 years
- Combine the advantage of lead acid battery and supercapacitor
- Ideal for PSOC cycle application
- High power, rapid charge/discharge
- Reduce sulfation of negative plate, excellent recharge acceptance performance
- Waterproof, anti-salt treatment, shockproof module installation design
- Comply with IEC60896, IEC61427 etc. standard

Application

- Renewable energy storage
- Smart power grids and microgrids system
- Distributed energy storage system
- Hybrid energy storage system such as solar and wind
- Home energy storage system
- Solar power generation grid/off-grid energy storage system
- Emergency lighting system
- Generator and battery hybrid energy system
- Other standby, cycling system

Parameter

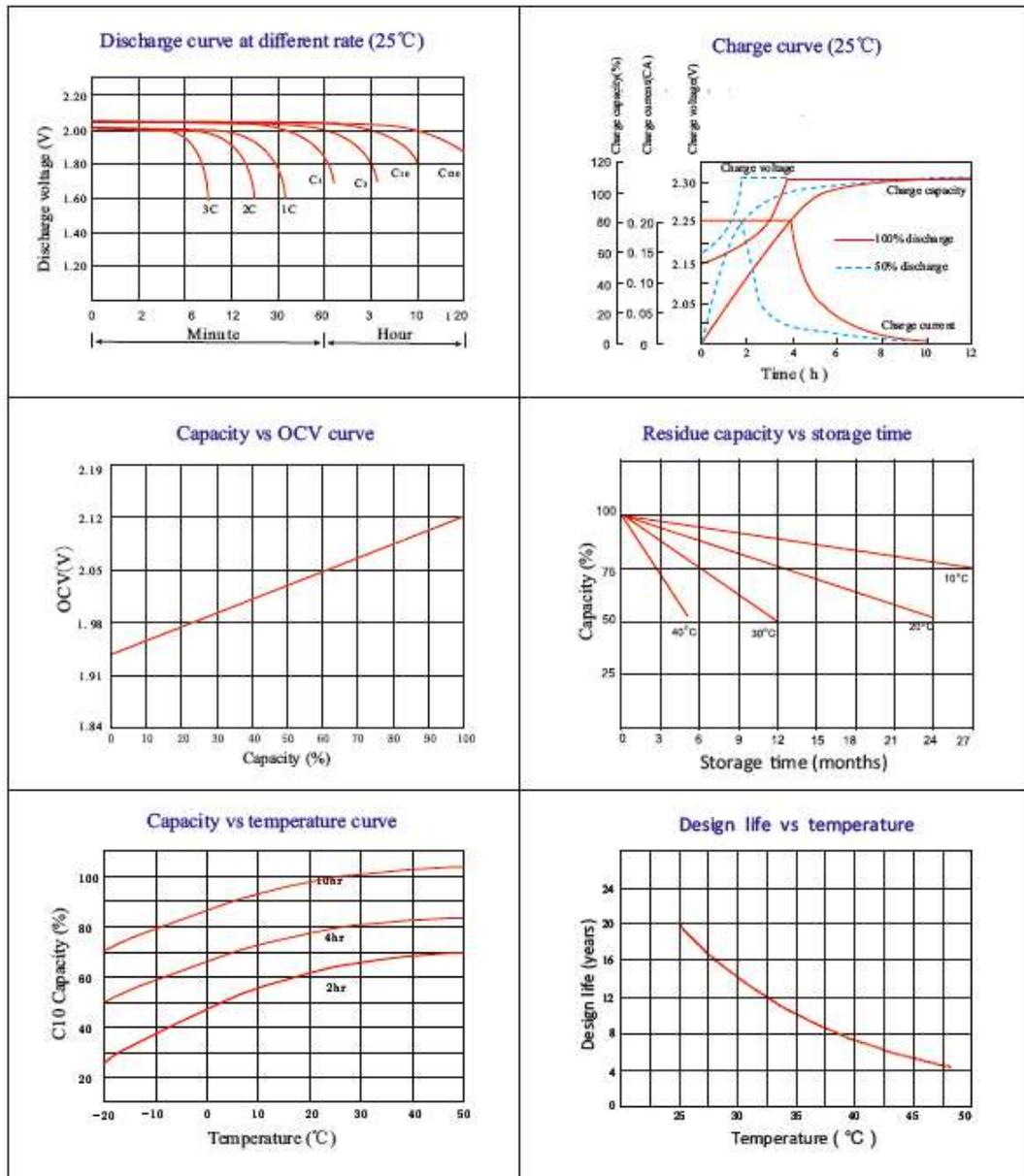
Nominal Voltage	2V
Capacity	1500Ah (10hr to 1.80V/cell @25°C) 1800Ah (120hr to 1.85V/cell @25°C)
Typical Weight	110kg
Internal Resistance	Approx 0.12mΩ
Short-Circuit Current	16882A
Self Discharge	The residual capacity is above 90% after 90 days storage (25°C)
Temperature Ranges	Operation(recommended):15°C~25°C Operation(maximum):-40°C~50°C
Max. charging current	450A
Max. constant charging current	300A
Charge Voltage	Floating:2.25V (25°C) Equalizing/Cycle:2.30V(25°C)
Terminal	M8 embedded copper
Terminal Hardware Torque	> 10Nm

Constant Current Discharge Characteristics Units: Amperes(25°C)

End voltage per cell	1hr	3hr	5hr	8hr	10hr	24hr	48hr	72hr	120hr
1.75V	830.3	401.8	273.8	188.0	156.8	70.7	36.1	24.7	15.7
1.80V	788.6	392.8	267.5	184.5	154.7	69.2	35.7	24.4	15.5
1.83V	744.0	380.9	263.4	183.4	154.0	69.2	35.5	24.3	15.4
1.85V	696.4	360.3	250.7	177.1	148.4	67.2	34.2	23.4	15.0
1.88V	632.4	339.8	239.0	170.6	142.8	65.2	32.9	22.5	14.3

Discharge Data with Constant Power Units: Watts per cell(25°C)

End voltage per cell	15min	30min	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	8hr	10hr
1.75V	3699	2295.9	1683.3	1062.1	837.9	670.3	566.0	491.5	406.6	342.6
1.80V	3480	2146.0	1549.6	1022.9	812.3	659.8	551.1	481.1	397.7	336.6
1.83V	3277	2005.4	1449.3	985.4	794.3	642.0	536.2	467.7	387.3	330.7
1.85V	3060	1853.9	1327.8	947.8	767.2	624.1	521.3	454.3	375.0	318.7
1.88V	2844	1671.2	1215.4	899.6	725.1	598.8	506.4	443.9	364.9	309.8



Zhejiang Narada power source Co., Ltd.
 Add: Building A, No.822 Wen'er West Road, Hangzhou, China
 Tel: (86 571)56975980 Fax: (86 571)56975955
 Email: jnd@narada.biz Website: www.naradapower.com



Subject to revision without prior notice

ANEXO C



Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/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 Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro 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 Quattro 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 Quattro puede utilizarse en sistemas FV, 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: Monitor de baterías, panel Multi Control, panel Color Control smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

Seguimiento y control a distancia

Victron Ethernet Remote, Venus GX y panel Color Control.

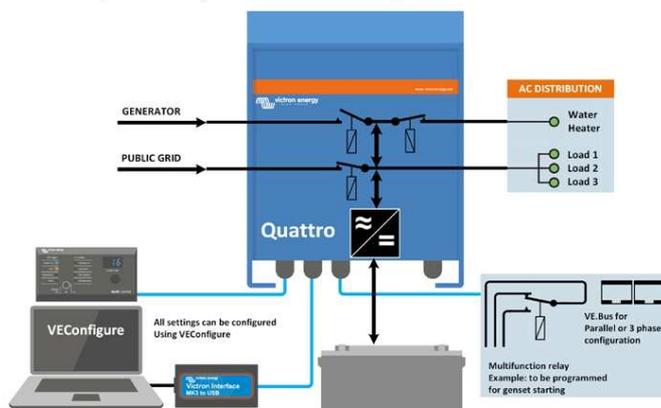
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

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



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	45 / 50	55	80
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	30 / 30	35	50
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	10 / 20	20	30
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
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	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm.² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-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				
Antiñia	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 h) 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 sin hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador Capacidad nominal CA 230 V/4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC					



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.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Monitorear y controlar, 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 [guia de integração NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución 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 BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería.

ANEXO D



Color Control GX Firmware version v1.20

www.victronenergy.com



Color Control GX

The Color Control (CCGX) provides intuitive control and monitoring for all products connected to it. The list of Victron products that can be connected is endless: Inverters, Multis, Quattros, all our latest MPPT solar chargers, BMV-700, BMV-600, Lynx Ion + Shunt and more.

VRM Online Portal

Besides monitoring and controlling products on the CCGX, the information is also forwarded to our free remote monitoring website: the VRM Online Portal. To get an impression of the VRM Online Portal, visit <https://vrn.victronenergy.com>, and try our demo. See also the screenshots further down in this datasheet.

Future functionality

The CCGX has endless possibilities. To implement all our ideas and wishes will take years. There are therefore many features that are not yet available. Functions marked with 'Future function' will become available later on, as a firmware update. Firmware updates are free of charge, as with all updates of Victron products. Updating the product is easy: the CCGX will update itself automatically, as long as it is connected to the internet. Manual updates can be done with a USB stick and microSD cards.

Supported products

- Multis and Quattros, including split-phase and three-phase systems. Monitoring and control (on/off and current limiter). Changing settings is not yet available.
- BlueSolar MPPT 150/70 and the MPPT 150/85. Current solar output is visible on the overview screen, and all parameters are logged to the VRM online portal. Note that the VRM App has a nice overview showing data of the BlueSolar MPPT 150/70 as well. When multiple BlueSolar MPPTs with VE.Can are used in parallel, the Color Control will show all information as one. See also our blog-post about [synchronizing multiple MPPT 150/70 solar chargers](#).
- BlueSolar MPPT Solar Chargers with a VE.Direct port (70/15, 75/15, 100/15, 100/30, 75/50, 100/50, 150/35) can be connected to the VE.Direct ports on the CCGX. Connecting multiple at the same time is possible. They will all appear as a separate Solar Charger in the device list.
- BMV-700 family can be connected directly to the VE.Direct ports on the CCGX. Use the VE.Direct Cable for this. [See our pricelist](#).
- BMV-600 family can be connected to the VE.Direct ports on the CCGX. Use the VE.Direct to BMV60xS cable for that. [See our pricelist](#).
- Lynx Ion + Shunt
- Lynx Shunt VE.Can
- Skylla-i
- NMEA2000 tank sensors
- A USB GPS can be connected to the USB port. Location and speed will be visible on the display, and the data is sent to the VRM Portal for tracking purposes. The map on VRM will show the latest position.
- WiFi USB. [See our pricelist](#).

Note that there are more options for products which use the VE.Direct ports, such as BMVs and small MPPTs. They can also be connected through USB, useful when more than two products need to be connected. Use an off-the-shelf USB-hub and the VE.Direct to USB interface, ASS030530000.

Other highlights

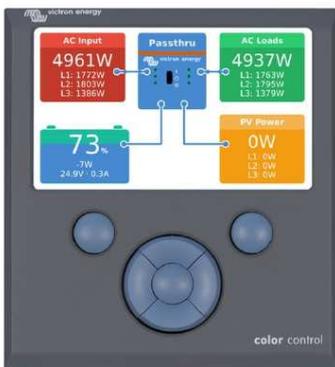
- When connected to the internet, the CCGX will update itself automatically when there is a new software version available.
- Multiple languages: English, Chinese, German, Italian, Spanish, French, Swedish and Dutch.
- Use the CCGX as a Modbus-TCP gateway to all connected Victron products. See our [Modbus-TCP FAQ](#) for more information.

Notes for existing VGR2 and VER users

- Opposite to the Victron Global Remote 2 (VGR2) and Victron Ethernet Remote (VER), the CCGX stores all data locally during network interruptions. As soon as the connection to the VRM Online Portal is restored, it will automatically send all backlogged data to the portal. Data can then be analysed on <https://vrn.victronenergy.com>.
- The local website, as present on the VER, is not yet supported.
- The CCGX has no internal GPRS modem: you cannot insert a sim-card into the CCGX. Use an off-the-shelf GPRS or 3G router instead. See the [blog post about 3G routers](#).

More information

For help with installation please read the [Color Control GX Manual](#) and visit the [Frequently Asked Questions page](#).



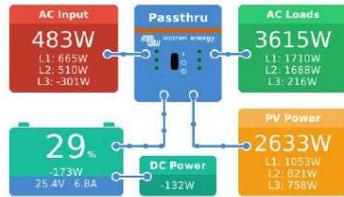
Color Control GX

Firmware version v1.20

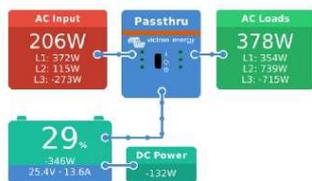
www.victronenergy.com

Color Control GX	
Power supply voltage range	9 – 70V DC
Current draw	12V DC 24V DC 48V DC
Switched off	0mA 0mA 0mA
Display off	140mA 80mA 40mA
Display at minimum intensity	160mA 90mA 45mA
Display at maximum intensity	245mA 125mA 65mA
Potential free contact	3A / 30V DC / 250V AC (Normally open)
Communication ports	
VEDirect	2 separate VEDirect ports – isolated
VECan	2 paralleled RJ45 sockets – isolated
VEBus	2 paralleled RJ45 sockets – isolated
USB	2 USB Host ports – not isolated
Ethernet	10/100/1000MB RJ45 socket – isolated except shield
3rd party interfacing	
Modbus-TCP	Use Modbus-TCP to monitor and control all products connected to the Color Control GX
JSON	Use the VRM JSON API to retrieve data from the VRM Portal
Other	
Outer dimensions (h x w x d)	130 x 120 x 28mm
Operating temperature range	-20 to +50°C
Standards	
Safety	EN 60950
EMC	EN 61000-6-3, EN 55014-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1, EN 55014-2
Automotive	E4-10R-053535

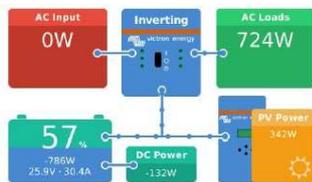
Overview - Multi with PV Inverter on output (Hub-2)



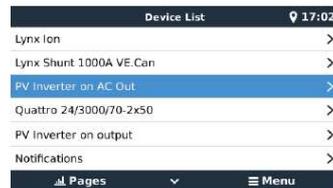
Overview - Multi



Overview - Multi with MPPT 150/70



Main menu



Alarm notifications



Tiles overview – Hub-2 system

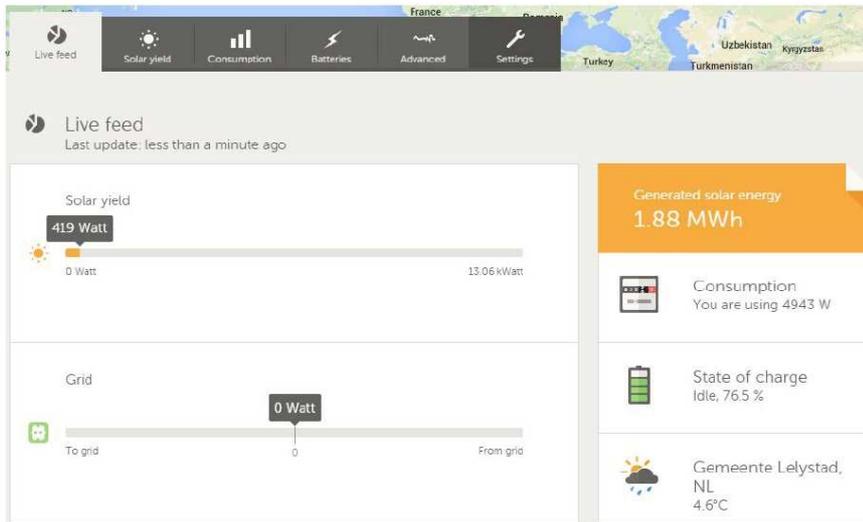


Color Control GX

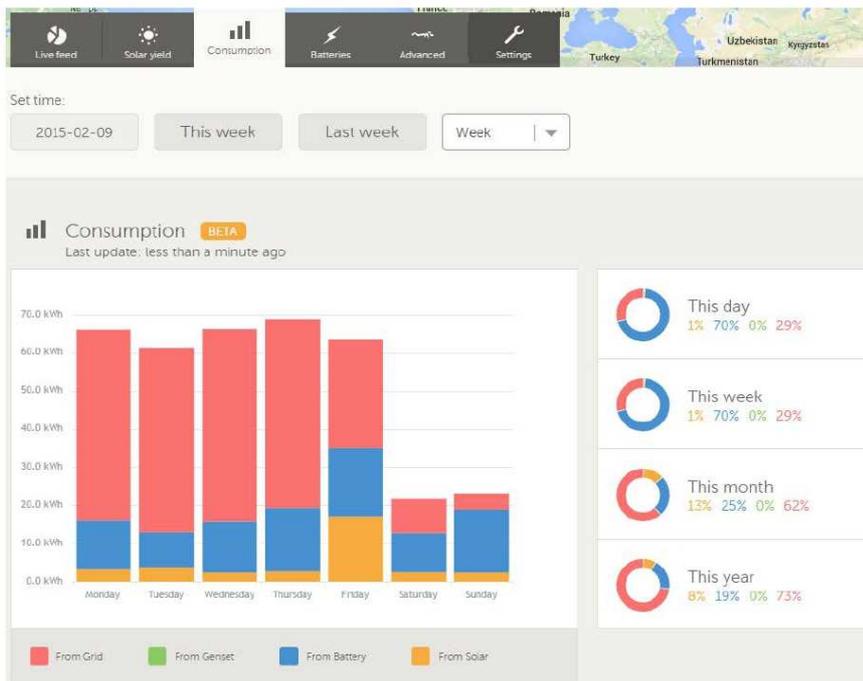
Firmware version v1.20

www.victronenergy.com

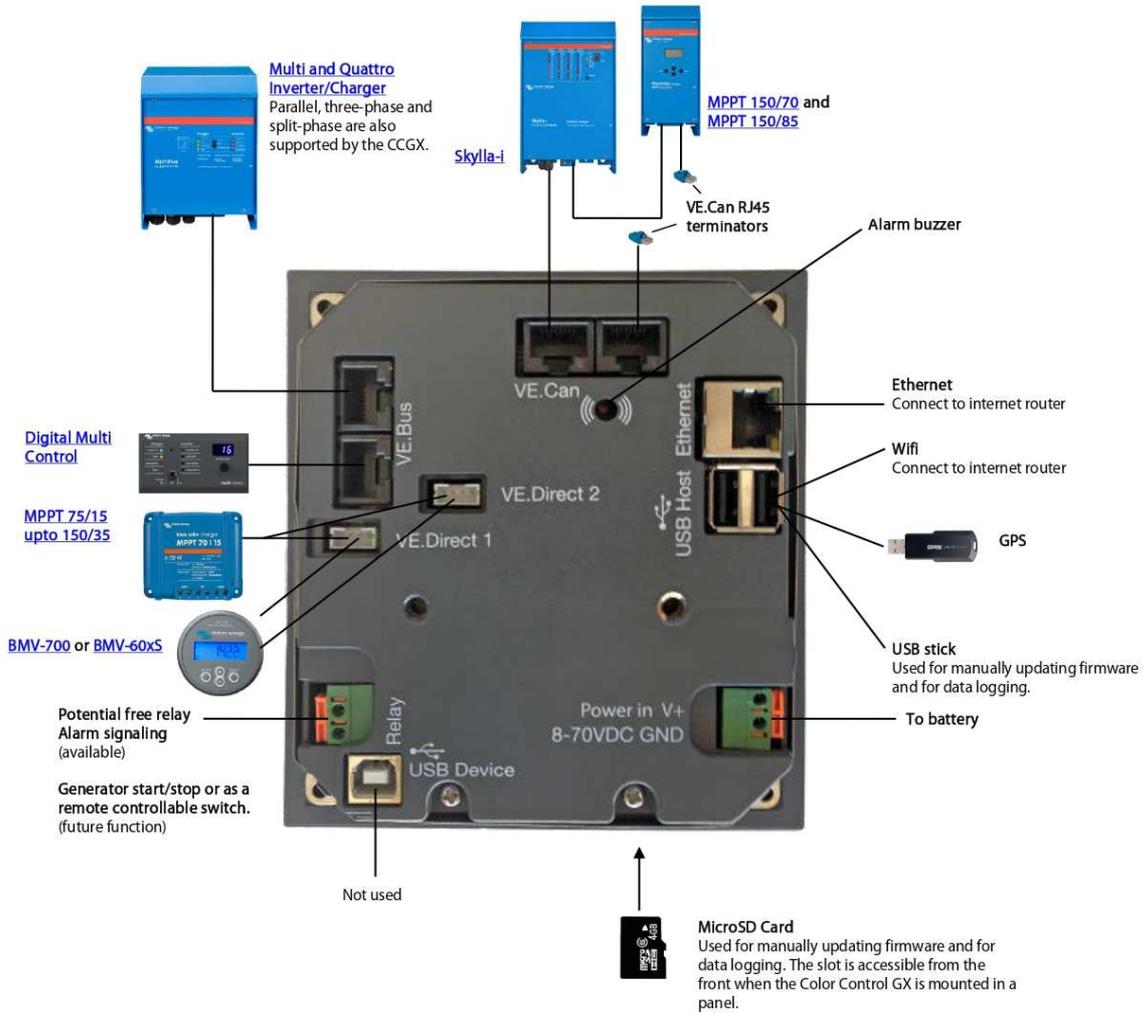
VRM Portal – Live feed



VRM Portal – Consumption



Color Control GX schematic diagram



Controladores de carga SmartSolar 250V y 99% de eficiencia

MPPT 250/60, 250/70, 250/85 & 250/100

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, 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 suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar 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

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

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.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-Tr
Con pantalla conectable opcional.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-MC4
Sin pantalla

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (max 30A x MC4 con.)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías 245V en arranque y funcionando al máximo			
Eficacia máxima	99%			
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
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 -30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Temperatura de trabajo	95%, sin condensación			
Humedad	VE.Direct o Bluetooth			
Puerto de comunicación de datos	Sí (conector bifásico)			
Interruptor on/off remoto	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC			
Relé programable	Sí (no sincronizado)			
Funcionamiento en paralelo	CARCASA			
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr), Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Bornes de batería	35mm ² / AWG2			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215x250x95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246x295x103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.				
1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.				
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar 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)				

ANEXO F

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm2)								
CALIBRE CONDUCTOR	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
Cable THW 2.5 mm ²	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
Cable THW 4 mm ²	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
Cable THW 6 mm ²	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
Cable THW 10 mm ²	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
Cable THW 16 mm ²	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
Cable THW 25 mm ²	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
Cable THW 35 mm ²	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
Cable THW 50 mm ²	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
Cable THW 70 mm ²	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203

ANEXO G



Catálogo Alarmas y sensores

Detector de humo



Detector de humo

Werken 91194



FICHA TÉCNICA

Características Detector de humo con cubierta de PVC, cuenta con un botón test de prueba para identificar el correcto funcionamiento del equipo, tiene una base que me permite fijar al techo, además tiene salida de alarma de sonido y flash.

Garantía 1 Año

Observaciones Tiene una capacidad de cobertura a 20m².

Recomendaciones De Uso Pruebe la unidad por lo menos una vez a la semana para identificar el correcto funcionamiento.

Altura Del Producto 3 cm

Tipo de Producto Detector

Sub Tipo de Producto Humo

Material Metal/Plástico

Color Blanco

Número de piezas 1

Inalámbrico Si

Marca Werken

Nivel de ruido 80 dB

Advertencia de uso No utilice solventes para limpiar. Nunca pruebe esta unidad con llama ya que esta podría originar un incendio.

Voltaje 9 V

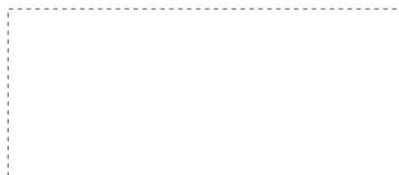
¿Dónde usarlo? Establecimientos públicos

Incluye Batería de 9v, manual de instrucciones y tornillos de fijación.

Despacho a Domicilio



Financiamiento



Specification sheet



Diesel generator set C20D6T series

20 kW @ 60 Hz



Description

This Cummins® Power Generation commercial generator set is a fully integrated power generation system, providing optimum performance, reliability and versatility for stationary standby, prime power, and continuous duty applications at remote locations.

Cooling system - Standard integral radiator system, designed and tested for rated ambient temperatures, simplifies facility design requirements for rejected heat.

Enclosures - Weather-protective and sound-attenuated enclosure. Max 77 db @ 1m @ 100% Load Factor.

Warranty - Backed by a comprehensive warranty and worldwide distributor network.

Remote operations - High capacity 1000L fuel tank, robust structural strength, and pilferage protected lockable enclosure.

Extended service interval - Optional 1000 hour fuel filter, lube oil and air filter change intervals.

Lifting capability - Single point lifting arrangement for ease of transportation. Additional fork-lift pockets also provided.

Integrated ATS - Automatic transfer switch and manual by-pass switch integrated inside the genset enclosure.



This generator set is designed in facilities certified to ISO9001 and manufactured in facilities certified to ISO9001 or ISO9002.



This generator set is CE certified.

Features

Heavy-Duty engine - Rugged 4-cycle industrial diesel delivers reliable power, low emissions and fast response to load changes.

Alternator - Excellent motor starting capability with low reactance 2/3 pitch windings, low waveform distortion with non-linear loads.

Control system - The PowerCommand® 1.1 electronic control is standard equipment and provides total Genset system integration, including automatic remote starting/stopping, alarm and status message display.

3-Phase ratings

1-Phase ratings* 1.0 PF

Model	Standby rating		Prime rating		Standby rating		Prime rating	
	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)
C20 D6T	-	20 (25)	-	18 (23)	-	20 (20)	-	18.1 (18.1)

Technical data

Generator set specifications

Governor regulation	ISO8528 Part 1 Class G2
Voltage regulation, no load to full load	± 1%
Random voltage variation	± 1%
Frequency regulation	Droop
Random frequency variation	± 0.25%
EMC compatibility	Yes

Engine specifications

Design	4 cycle, in-line, naturally aspirated
Bore	91.7 mm (3.6 in)
Stroke	127 mm (5 in)
Displacement	2.5 litre (153 in ³)
Cylinder block	Alloy cast iron, in-line 3 cylinder
Battery capacity	65 AH
Battery charging alternator	36 Amps
Starting voltage	12 volt, negative ground
Fuel system	Direct injection
Fuel filter	Spin-on fuel filters with water separator
Air cleaner type	Dry type replaceable element
Lube oil filter type(s)	Spin on full flow filter
Standard cooling system	122 °F (50 °C) ambient radiator with coolant recovery system

Alternator specifications

Design	Brushless single bearing
Stator	2/3 pitch
Insulation system	Class H
Standard temperature rise	125 °C
Exciter type	Self-excited
Phase rotation	A (U), B (V), C (W)
Alternator cooling	Direct drive centrifugal blower fan
AC waveform total harmonic distortion	< 5% no load to full linear load, < 3% for any single harmonic
Telephone influence factor (TIF)	< 50 per NEMA MG1-22.43
Telephone harmonic factor (THF)	< 3%

Available voltages

60 Hz line – line / line – neutral 3 phase	416/240
60 Hz single phase	220, 230, 240

Generator set options

Engine

Coolant heater - 240V

Control panel

Aux 101

Automatic transfer switch

Service interval

Extended service change interval

Warranty

20 months / 4000 hours / unlimited hours within the first 12 months prime

Note: Some options may not be available on all models - consult factory for availability.

Ratings Definitions

Emergency standby power (ESP):

Applicable for supplying power to varying electrical load for the duration of power interruption of a reliable utility source. Emergency Standby Power (ESP) is in accordance with ISO 8528. Fuel Stop power in accordance with ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 and BS 5514.

Limited-time running power (LTP):

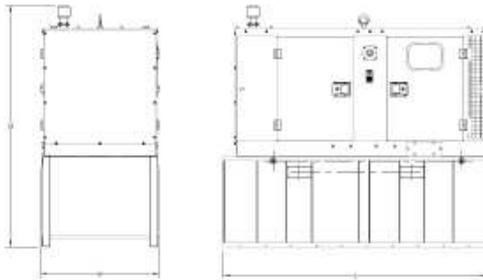
Applicable for supplying power to a constant electrical load for limited hours. Limited Time Running Power (LTP) is in accordance with ISO 8528.

Prime power (PRP):

Applicable for supplying power to varying electrical load for unlimited hours. Prime Power (PRP) is in accordance with ISO 8528. Ten percent overload capability is available in accordance with ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 and BS 5514.

Base load (continuous) power (COP):

Applicable for supplying power continuously to a constant electrical load for unlimited hours. Continuous Power (COP) in accordance with ISO 8528, ISO 3046, AS 2789, DIN 6271 and BS 5514.



This outline drawing is to provide representative configuration details for Model series only.

See respective model data sheet for specific model outline drawing number.

Do not use for installation design.

Typical enclosed genset dimensions

Model	Length "L" mm	Width "W" mm	Height "H" mm	Weight dry kg	Weight wet kg
C20 D6T	2180	987	2006	1408	1421

* Note: Weights represent a set with standard features. Does not include fuel. See outline drawings for weights of other configurations.

Genset controller PC 1.1

- The PowerCommand® 1.1 control is a microprocessor based generator set monitoring control system. The control provides a simple operator interface to the generator set, digital voltage regulation, digital engine speed governing, start / stop control, and protective functions.
- The PowerCommand® 1.1 generator set control is suitable for use on a wide range of generator sets in non-parallel applications.
- The PowerCommand Control can be configured for any frequency, voltage and power configuration from 120 to 600 VAC for 50 Hz or 60 Hz operation.
- Power for the control is derived from the generator set starting batteries. The control functions over a voltage range from 8 VDC to 35 VDC.

Major features

- 12 or 24 VDC Battery Operation
- Digital Engine Speed Governing (optional) to provide isochronous frequency regulation.
- Digital Voltage Regulation full wave rectified single phase (line to line) sensing.
- Generator Set Monitoring. Monitors status of all critical engine and alternator conditions functions.
- Engine Starting includes relay drivers for start, fuel shut off (FSO), and glow plug.
- Configurable Inputs and Outputs. Two discrete inputs and two dry contact relay outputs.
- Generator Set Monitoring: Displays status of all critical engine & alternator generator set functions.
- Smart Starting Control System: Integrated fuel ramping to limit black smoke & frequency overshoot.
- Advanced Serviceability using INPOWER.

Control system

The standard control system includes a control board with an external control switch and status indicator. The control board includes all functions necessary to locally or remotely start and stop, regulate voltage, and protect the generator set.

Control Switch - RUN/OFF/AUTO - In the OFF mode the generator set is immediately shut down (if running) and cannot be started. In the RUN mode the generator set will execute its start sequence, and operate at rated speed and voltage. In the AUTO mode, the generator set can be started with a start signal from a remote device, such as an automatic transfer switch. The fault/status lamp will flash until the generator set is at rated speed and voltage. Operation of the switch to the OFF position or activation of optional remote fault reset switch while in auto mode resets faults in the control.

Status indications

The control has a lamp driver for external fault/status indication. Functions include:

- The lamp flashes during preheat (when used) and while the generator set is starting.
- READY TO LOAD – flashing until the rated voltage and frequency, then on continuously.
- Fault conditions are displayed by flashing a two digit fault code number.
- LED indicating lamps – includes LED indicating lamps for the following functions:

- Not in Auto
- Remote Start
- Warning
- Shutdown
- Auto
- Run

- Remote Emergency Stop Switch Input. Immediate shutdown of the generator set on operation.

Base Engine Protection -

- Low Oil Pressure Shutdown
- High Engine Temperature Shutdown
- Underspeed/Sensor Fail Shutdown
- Fail to Start
- Battery Charging Alternator Fail Warning

Options

Digital Engine Speed Governing to provide isochronous frequency regulation.



GTEC transfer switch open transition

Description

The GTEC automatic transfer switch combines reliability and flexibility in a small, economical package for transferring loads between a utility and a generator set, or between two generators.

The PowerCommand® microprocessor control monitors utility and emergency standby generator power. When utility power fails or is unsatisfactory, the control starts the generator then transfers the load from the utility to the generator. Once stable utility power returns, the switch automatically transfers the load back to the utility.

High-pressure silver alloy contacts withstand thousands of switching cycles without burning, pitting, or welding. They require no routine contact maintenance and provide 100% continuous current ratings.

The fully integrated controller is designed for practical functionality, with LED indicators and digital push-buttons for ease of operator use.



All switches meet IEC 60947-6-1 AC31B.



All switches bear the CE mark.



This transfer switch is designed and manufactured in facilities certified to ISO9001.



Features

Microprocessor control - A standard, fully featured microprocessor-based control. Software-enabled features, settings, and adjustments are available for ease of setup and accuracy.

Advanced transfer switch mechanism - True transfer switch mechanism with make-before-break action.

Manual operation - Standard handle can be used to manually operate the switch after the power source has been properly disconnected.

Positive interlocking - Mechanical interlocking prevents source-to-source connection through the power contacts.

Main contacts - Heavy-duty silver alloy contacts with multi-leaf arc chutes are rated for 100% load interruption.

Easy service/access - Door-mounted controls, ample access space, and compatible terminal markings allow for easy access. User-friendly controller is easily configurable in the field.

Warranty and service - Backed by a comprehensive warranty and worldwide distributor network.

Our energy working for you.™

©2014 Cummins Power Generation Inc. | EMERS-567 1a-EN (4/14)

cumminspower.com

Transfer switch mechanism

- A powerful and economical solenoid powers GTEC transfer switches.
- Independent break-before-make action is common for 2-pole, 3-pole and 4-pole switches. On 4-pole switches, this action prevents the objectionable ground currents and nuisance ground fault tripping that can result from overlapping neutral designs.
- Mechanical interlock prevents simultaneous closing of normal and emergency contacts.
- Electrical interlocks prevent simultaneous closing signals to normal and emergency contacts and interconnection of normal and emergency sources through the control wiring.
- Long-life, high pressure, silver alloy contacts resist burning and pitting. Contacts are mechanically held in both normal and emergency positions for reliable, quiet operation.



Specifications

Voltage rating	Transfer switches up to 480 VAC, 50 Hz or 60 Hz
Amperage rating	Transfer switches rated for 40 through 2000 continuous amperes.
Arc interruption	Multiple leaf arc chutes cool and quench the arcs. Barriers prevent interphase flashover.
Auxiliary contacts	Two contacts rated at 5A continuous at 100 VAC or 2.5A continuous at 200 VAC (one for each source) are provided for customer use. Wired to terminal block for easy access.
Humidity	Up to 90% at 20 °C
Altitude	Up to 2,000 m (6,561 ft) without derating
Total transfer time (source-to-source)	Will not exceed 100 msec with normal voltage applied to the actuator and without programmed transition enabled.
Manual operation handles	Transfer switches are equipped with a removable operating handle which allows operation during servicing in order to facilitate troubleshooting with sources of power disconnected.

PowerCommand microprocessor control

- Simple, easy-to-use control provides transfer switch information and operator controls
- LED lamps for source availability and source connected indication, exercise mode, and test mode. LED status lamps also provided for control set-up and configuration.
- Control pushbuttons to initiate test, override time delays, and set exercise time.



Control functions

Under-voltage sensing: All phases on the normal source, and single phase on generator source.

Normal source pickup: adjustable 80-95%

Dropout: adjustable 70-90% of nominal voltage

Generator source pickup: 90%

Dropout: 75% of nominal voltage.

Over-voltage sensing: All phases on the normal source.

Source pickup: 120%

Dropout: 125%

Under-frequency sensing: Default setting is OFF.

Generator source pickup: 90% of nominal frequency

Dropout: 85% of nominal frequency

Normal source pickup: 80%

Dropout: 70%

Over-frequency sensing: Default setting is OFF

Normal source pickup: 130%

Dropout: 140%.

Time-delay functions

Engine start: Prevents nuisance genset starts due to momentary power variation or loss.

Transfer normal to emergency: Allows genset to stabilize before application of load. Prevents power interruption if normal source variation or loss is momentary. Allows staggered transfer of loads in multiple transfer switch systems.

For genset-to-genset applications, delays transfer of load from lead to secondary generator.

Re-transfer emergency to normal: Allows the utility to stabilize before re-transfer of load. Prevents needless power interruption if return of normal source is momentary. Allows staggered transfer of loads in multiple transfer switch systems. For genset-to-genset applications, delays re-transfer of load from secondary back to lead generator.

Our energy working for you.™

©2014 Cummins Power Generation Inc. | EMERS-6671a-EN (4/14)

cumminspower.com

Electrical performance

The transfer switches listed below must be protected by either circuit breakers or fuses. The following WCR ratings are available when protecting the transfer switch with a circuit breaker or fuse.

Fuse protection

Transfer switch ampere	Overload current (make-break test)	Endurance cycles at current (operational performance capability)	WCR at 480 V max with current limiting fuse	Max fuse, size and type
63	95 amps	6,000 at 63 amps	26,000 amps	RT16NT-00 63 amp IEC NH Fuse type
125	188 amps	6,000 at 125 amps	26,000 amps	RT16NT-00 125 amp IEC NH Fuse type

Circuit breaker protection

Transfer switch ampere	Max breaker rating	Specified Circuit breaker protection Manufacturer, model and type
63	63 A	Schneider: NSX160FTM, EZD100, NSD100F, NSD100K Siemens: 3VU, 3RV1, 3VT1 ABB: Isomax S1, S2X80, Si m100
125	125 A	Schneider: NSX160FTM, NSD160K Siemens: 3VL, 3VT1 ABB: Isomax S2, Isomax S3, S3X, Sim250

North America

1400 73rd Ave. NE, Minneapolis
MN 55432, USA
Phone: 1-763-574 5000
Fax: 1-763-574 5298

China

8 Wanyuan Street, Beijing Economic
and Technological Dev. Area
Beijing 100176, P.R. China
Phone: 86-10-6788 2258
Fax: 86-10-6788 2285

Latin America

3350 Southwest 148th Ave.
Suite 205, Miramar, FL 33027, USA
Phone: 1-954-431 5511
Fax: 1-954-433 5797

Asia Pacific

10 Toh Guan Road, #07-01,
TT International Tradepark
Singapore 608838
Phone: 65-6417 2388
Fax: 65-6417 2399

Europe, CIS, Middle East and Africa

Manston Park Columbus Ave.
Manston Ramsgate, Kent CT 12 5BF
United Kingdom
Phone: 44-1843-255000
Fax: 44-1843-255902

Mexico

Eje 122 No. 200 Zona Industrial
San Luis Potosi, S.L.P. 78395
Mexico
Phone: 52-444-870 6700
Fax: 52-444-824 0082

Brazil

Rua Jati, 310, Cumbica
Guarulhos, SP 07180-900, Brazil
Phone: 55-11-2186 4195
Fax: 55-11-2186 4729

India

35A/1/2, Erandawana,
Pune 411 038, India
Phone: 91-020-3024 8600
Fax: 91-020-6602 8090

Authorized
Representative

Our energy working for you.™

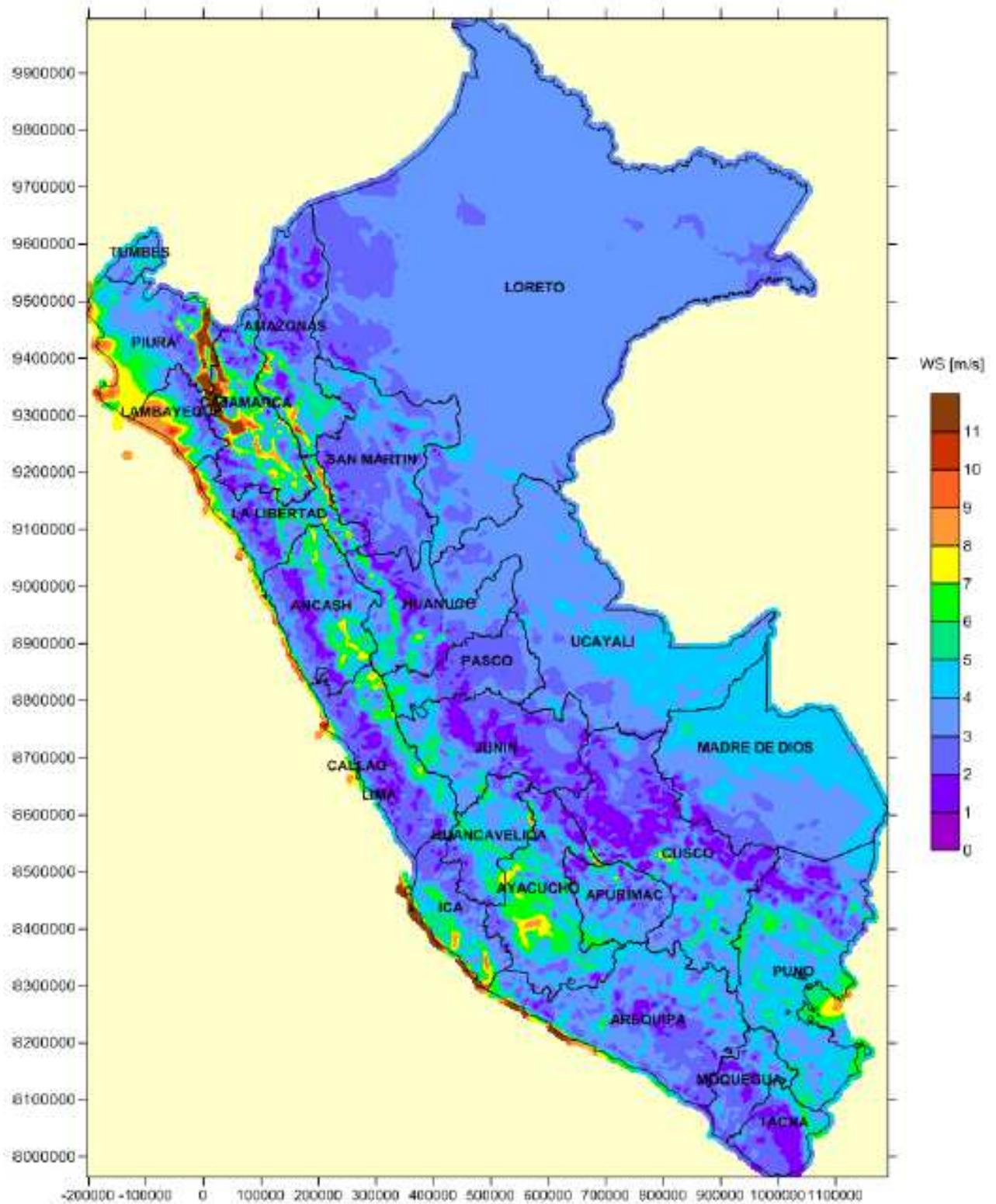
©2014 Cummins Power Generation Inc. All rights reserved.
Cummins Power Generation and Cummins are registered trademarks of Cummins Inc.
PowerCommand, AmpSentry, InPower and "Our energy working for you." are trademarks of Cummins Power Generation.
Other company product or service names may be trademarks or service marks of others.
Specifications are subject to change without notice.
EMERS-5071a-EN (4/14)



cumminspower.com

ANEXO I

Figura 50. Atlas Eólico del Perú a 100 m (resolución 1 km).



ANEXO J

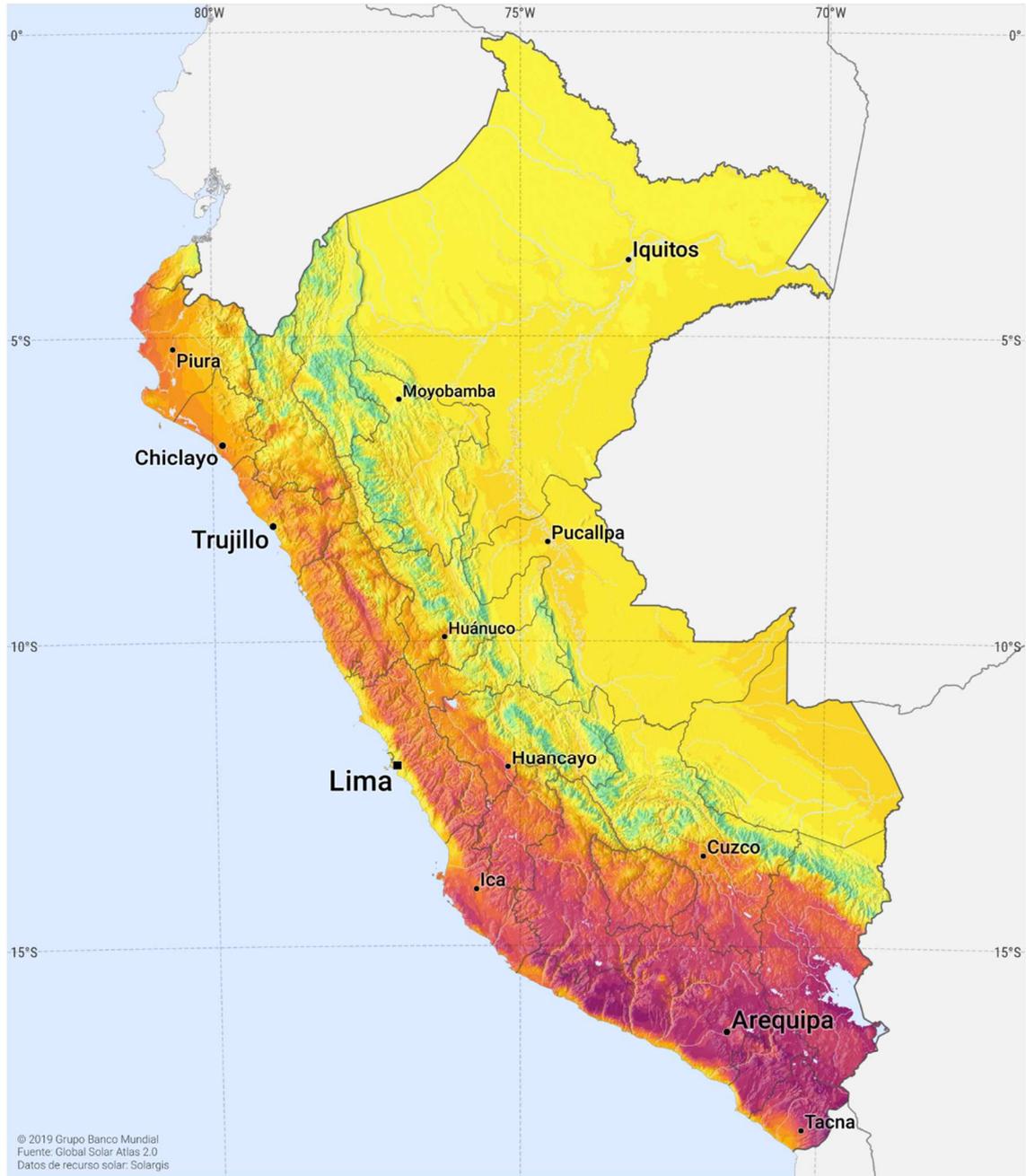
Tabla 23. Potencial eólico (MW) en el Perú (100 m) según el Atlas Eólico.

DEPARTAMENTO	POTENCIAL EÓLICO APROVECHABLE (MW)	POTENCIAL EÓLICO EXCLUIDO (MW)	POTENCIAL EÓLICO TOTAL (MW)
Amazonas	129	288	417
Ancash	708	108	816
Apurímac	0	0	0
Arequipa	1020	156	1176
Ayacucho	0	0	0
Cajamarca	891	282	1173
Callao	0	0	0
Cuzco	0	0	0
Huancavelica	0	0	0
Huánuco	0	0	0
Ica	2280	3015	5295
Junín	0	0	0
La Libertad	921	264	1185
Lambayeque	7017	2097	9114
Lima	429	189	618
Loreto	0	0	0
Madre de Dios	0	0	0
Moquegua	0	0	0
Pasco	0	0	0
Piura	7098	1503	8601
Puno	0	0	0
San Martín	0	0	0
Tacna	0	0	0
Tumbes	0	0	0
Ucayali	0	0	0
TOTAL	20493	7902	28395

ANEXO K

MAPA DE RECURSO SOLAR

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PERÚ



Promedios de largo plazo del potencial eléctrico fotovoltaico, periodo 1999-2018

Totales diarios:	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	
Totales anuales:	1168	1314	1461	1607	1753	1899	2045	2191	kWh/kWp

Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

ANEXO L

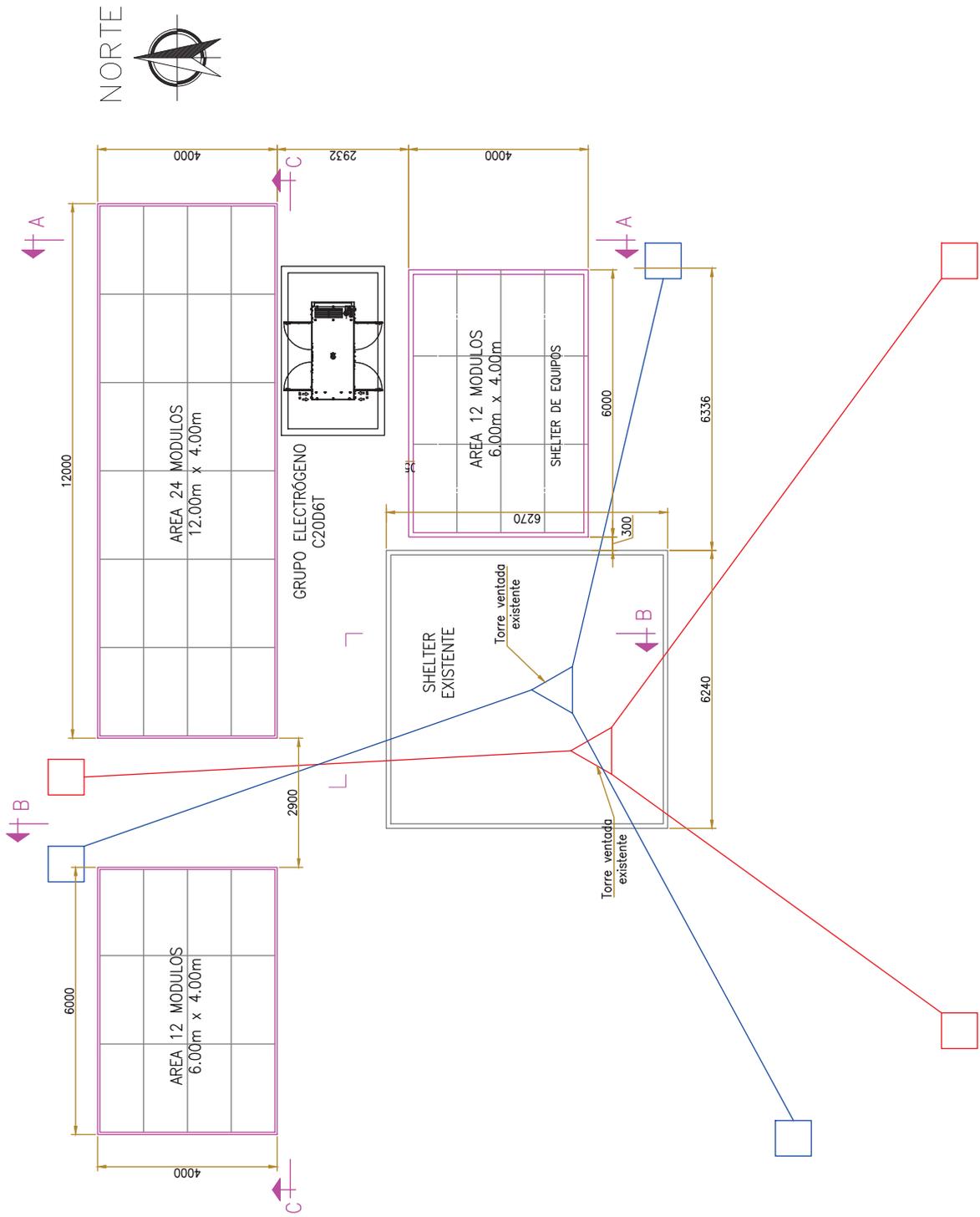
PLANOS DE INGENIERÍA (SE ADJUNTA EN PDF).

CM_AAQ_SH_L001 -PLANO DE ARREGLO GENERAL PLANTA

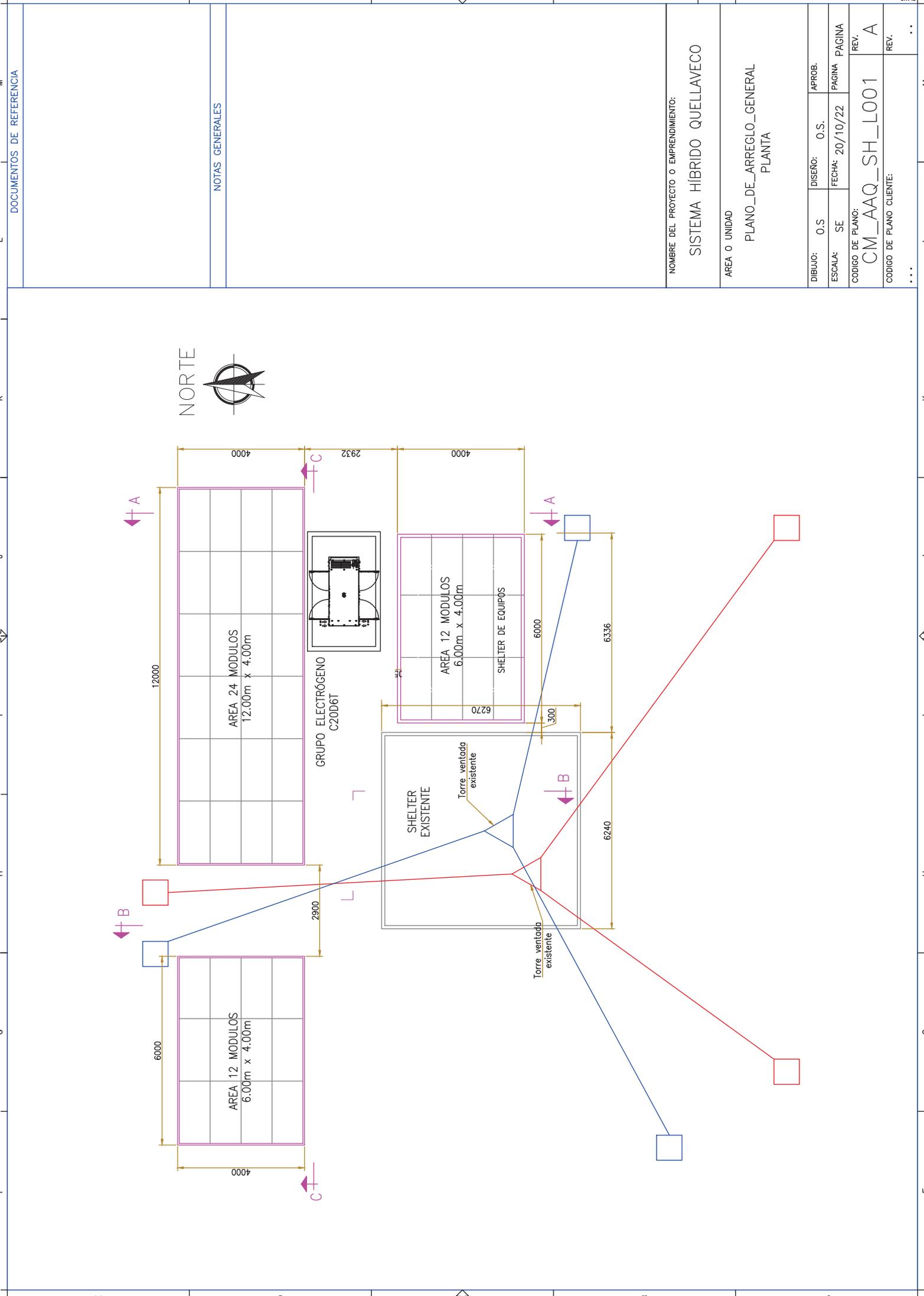
CM_AAQ_SH_L002 - PLANO DE ARREGLO GENERAL CORTE

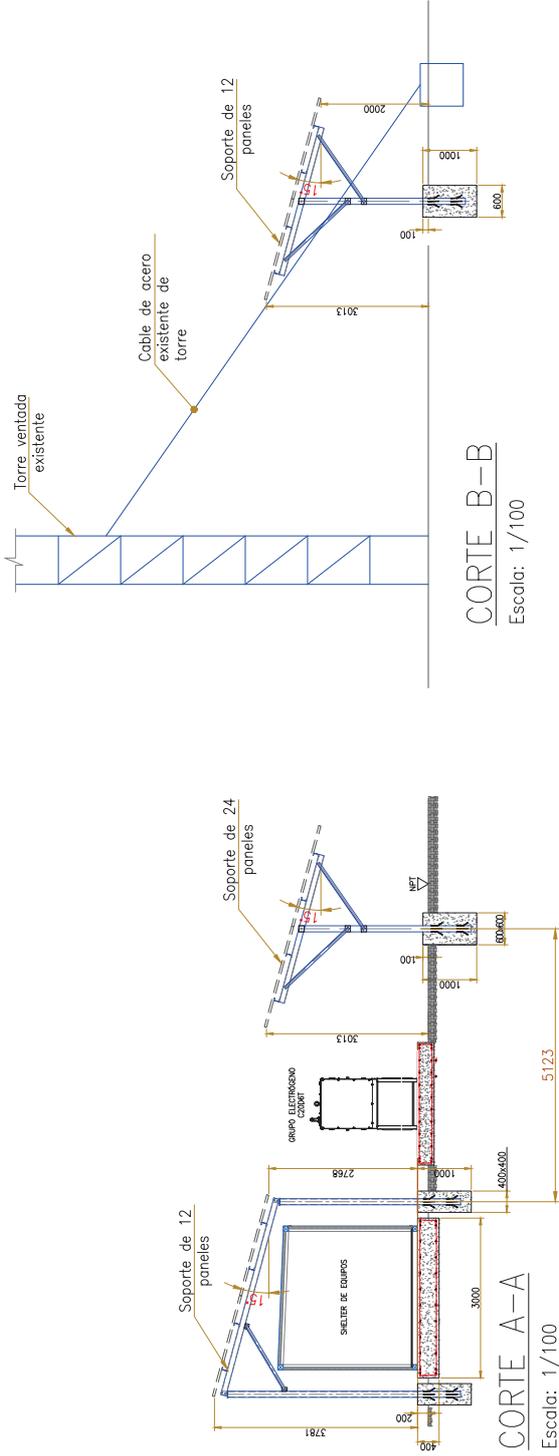
CM_AAQ_SH_L003 - PLANO DE CONEXIÓN DE PANELES

CM_AAQ_SH_L004 - PLANO DE CONEXIÓN DE EQUIPOS



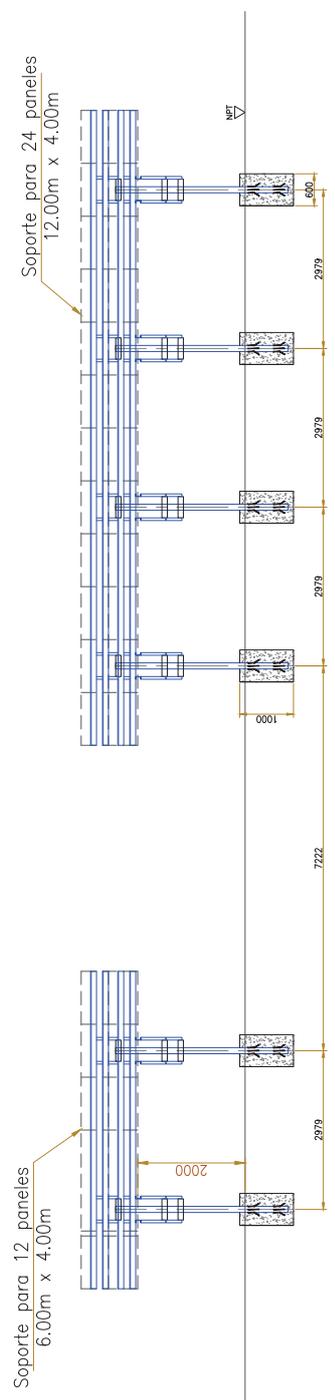
NORTE





CORTE B-B
Escala: 1/100

CORTE A-A
Escala: 1/100



CORTE C-C
Escala: 1/100

NOMBRE DEL PROYECTO O EMPRENDIMIENTO:
SISTEMA HÍBRIDO QUELLAVECO

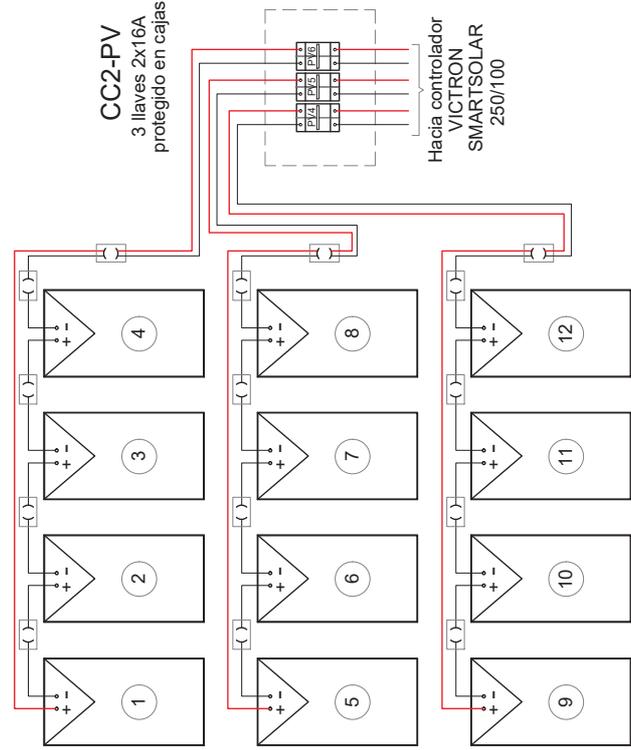
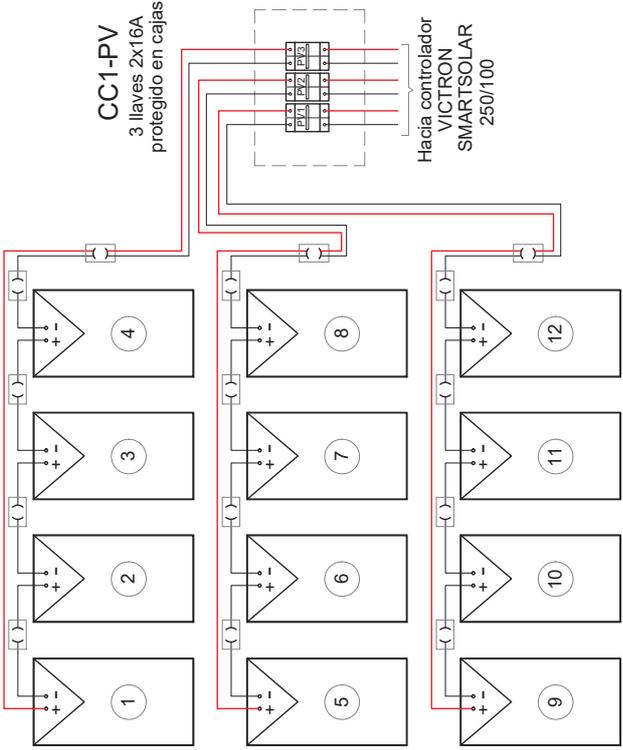
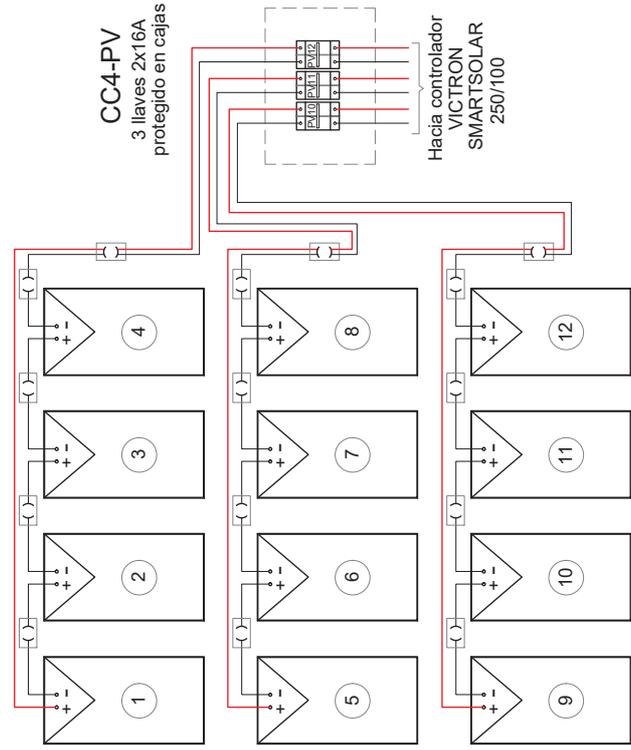
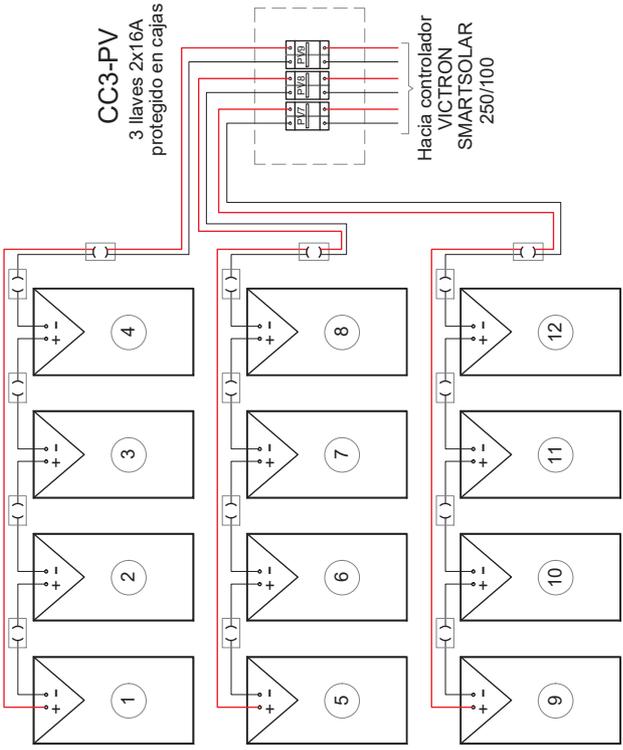
AREA O UNIDAD
PLANO_DE_ARREGLO_GENERAL
CORTE

DIBUJO:	O.S.	DISEÑO:	O.S.	AFROB.	A
ESCALA:	1/100	FECHA:	20/10/22	PAGINA	PAGINA
CODIGO DE PLANO:					REV.
CM_AAQ_SH_L002					A
CODIGO DE PLANO CLIENTE:					REV.
...					...

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NOTAS GENERALES

NOTAS GENERALES

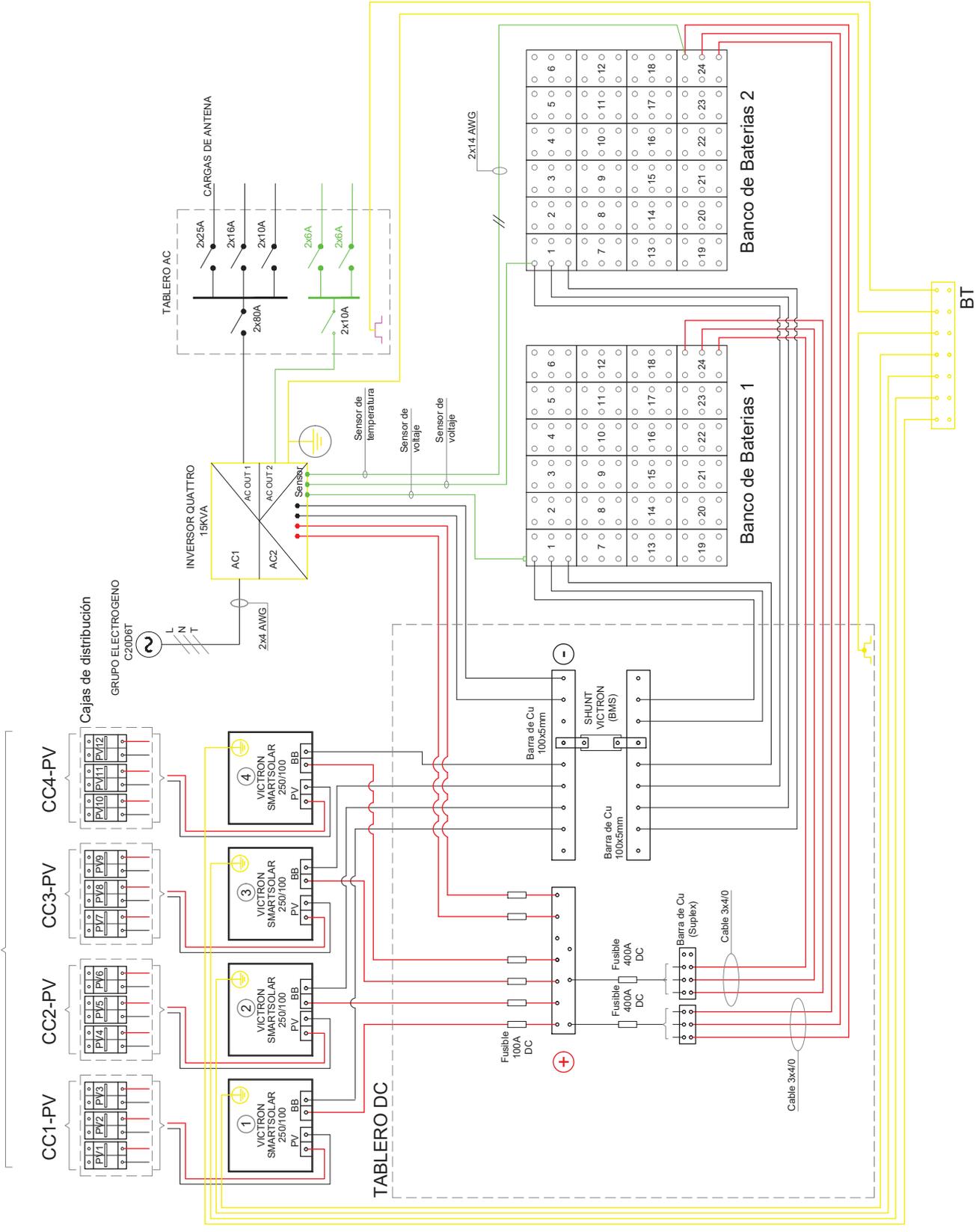


NOMBRE DEL PROYECTO O EMPRENDIMIENTO:
SISTEMA HÍBRIDO QUELLAVECO

AREA O UNIDAD
PLANO_DE_CONEXIÓN_DE_PANELES

DIBUJO:	O.S.	DISEÑO:	O.S.	APROB.
ESCALA:	1/100	FECHA:	FECHA	PAGINA
CODIGO DE PLANO:				PAGINA
CM_AAQ_SH_L003				REV.
CODIGO DE PLANO CLIENTE:				REV.
...				...

Viene de arreglo de paneles de 370 Wp (Ver plano)



NOTAS GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO O EMPRENDIMIENTO:

SISTEMA HÍBRIDO QUELLAVECO

AREA O UNIDAD

PLANO_DE_CONEXIÓN_DE_EQUIPOS

DIBUJO: O.S. DISEÑO: O.S. APROB.:

ESCALA: SE FECHA: 20/10/22 PAGINA PAGINA

CODIGO DE PLANO:

CM_AAQ_SH_L004

CODIGO DE PLANO CLIENTE:

REV. A