

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA
AUTOGENERACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LA
MINA S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI ESPINAR - 2021**

PRESENTADO POR:

Br. Karina Tairo Huaita

Br. Henry Levita Merma

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

ASESOR:

Dr. Edgar Zacarías Alarcón Valdivia

CUSCO- PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA AUTOGENERACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LA FINA S.M.P.L. ANTONIO RAIMONDI ESPINAR - 2021
presentado por: KARINA TAIRO HUATA con DNI Nro.: 47646630
presentado por: HENRY LEVITA PERDA con DNI Nro.: 43308753
para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ELECTRICISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 0 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 14 de diciembre de 2023


Firma

Post firma: Edgar E. Alvarado Valdivia

Nro. de DNI: 73821021

ORCID del Asesor: 0000-0002-9168-7535

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: https://unsaac-turnitin.com/viewer/submissions/oid:272591294754413?locale=es-MX

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO D
E LA AUTOGENERACIÓN EN LA DISTRIB
UCIÓN ELÉCTRICA DE LA MINA S.M.R.L.**

AUTOR

KARINA & HENRRY TAIRO & LEVITA

RECUENTO DE PALABRAS

34152 Words

RECUENTO DE CARACTERES

184366 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

213 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 11, 2023 10:47 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 11, 2023 10:49 PM GMT-5**● 0% de similitud general**

Esta entrega no coincidió con ningún contenido comparado.

- 0% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)



Dr. EDGAR ZACARIAS ALARCÓN VALDIVIA
DNI N°: 23821021
ASESOR

PRESENTACIÓN

En conformidad con lo decretado por el protocolo de grados y títulos correspondiente a la Facultad de Ingeniería, nos presentamos ante el Señor Decano de la Escuela profesional de Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica de la prestigiosa Universidad Nacional de San Antonio Abad ubicada en la ciudad del Cusco, para poner a su disposición la tesis denominada: **“ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA AUTOGENERACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LA MINA S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI ESPINAR – 2021”**, para de esa manera, optar por el título profesional de Ingeniero Electricista.

Habiendo recibido un veredicto favorable por parte de los ingenieros docentes de la carrera: Donato Mamani Pari y Jorge Chinchihualpa Gonzales. Y a sabiendas que una utilización efectiva de la energía eléctrica aborda ser fundamental para el modo actual de vida y que, a vez las tarifas eléctricas vienen incrementándose sustancialmente. El presente estudio intenta encontrar la forma de energía más confiable y rentable para una cierta carga del campamento de la Mina S.M.R.L. Antonio Raimondi, demostrando así, que un sistema de autogeneración influirá positivamente en los costos sobre la energía y confiabilidad del sistema eléctrico de la Mina, puesto que existen ciertos equipos dentro de la mina que necesitan grandes cantidades de energía, y el funcionamiento de un sistema de autogeneración de energía ayudaría a reducir gastos producidos al utilizar energía convencional y además, se reduciría la contaminación ambiental.

Aguardamos que este estudio sea un apoyo para la ejecución de posteriores investigaciones; con la finalidad de que los temas puedan ser utilizados por sí mismos o siendo

complementos, para su aplicación en la carrera profesional en la que nos encontramos, ahondando así aún más en su desarrollo, para seguir investigando futuras nuevas aplicaciones.

Atentamente,

Br. Karina Tairo Huaita.

Br. Henry Levita Merma

DEDICATORIA

A Dios, por darme buena salud y siempre estar conmigo con sus bendiciones; además, por haberme permitido que pueda llegar a este punto de mi vida profesional. A mi mamita Feliciano Huaita Paucar, que se encuentra en el cielo, gozando del paraíso. A mi querido papá Blas Tairo Cruz, por sus oraciones y consejos; además, por brindarme su cariño, comprensión y sobre todo su apoyo incondicional. A mis apreciados hermanos: Edwin, Jeaneth, Roger, Elmer, Maritza, Gloria, Plácido, Oshin y Blas Valerio Tairo Huaita, por sus palabras de aliento y por acompañarme en todos mis sueños y metas. A mis adorados sobrinos, por darme su amor y carisma que hacen que mi vida sea más espléndida.

Karina Tairo Huaita

Esta tesis está dedicada a Dios y nuestra madre la virgen del Carmen, quienes guían mi caminar. A mis padres Ignacio y Eulalia que con sus oraciones y soporte me ayudaron a llegar hasta aquí. A mis warmicitas Evelyn y Aitana Libertad, el amor más puro que dios me regalo y quienes con ese amor infinito alegran mis días. A mis Hermanos Guido, Rodolfo y Andy, por ser cómplices en mi vida, no hay nada imposible.

Henry Levita Merma

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, a mi padre y a mi familia, por su sustento incondicional; así como también agradezco a mi asesor Mg. Edgar Alarcón Valdivia y a mis docentes dictaminantes Mg. Donato Mamani Pari y Mg. Jorge Chinchihualpa Pari, por su apoyo en nuestra profesión y desarrollo de nuestra tesis. Así mismo, agradecer al Ing. Efraín Aparicio Campana, por la confianza, apoyo, paciencia e impulso a desarrollarme en esta vocación.

Karina Tairo Huaita

A dios y nuestra madre la virgen del Carmen al darme la fortaleza y valor a razón de culminar esta misma. A mi familia por ese acompañamiento absoluto. A mi compañera de vida Evelyn por su paciencia y apoyo, Al ing. Efraín Aparicio Campana por sus palabras de aliento y seguimiento. Asimismo, a nuestro Asesor de tesis, el Ing. Edgar Alarcón Valdivia y demás docentes de la carrera por los esfuerzos dedicados en nuestra enseñanza profesional.

Henry Levita Merma

INTRODUCCIÓN

El incremento que se tienen de los costos ambientales y económicos para poder realizar la generación de energía utilizando combustibles fósiles, genera diversos cambios en la climatología, es por esta razón es que últimamente la utilización de las diferentes energías verdes ha aumentado, además, que el uso de estas fuentes energéticas no produce gases con efecto invernadero, así como tampoco produce emisiones contaminantes, es por esta razón que existen ciertos desafíos en el área de investigación de este tipo de tecnología sobre la producción de energía de forma limpia.

El trabajo presente tiene por finalidad analizar el impacto económico de la autogeneración en la distribución eléctrica de la mina Antonio Raymondi situado en la región del Cusco, para ello se evaluará la energía disponible utilizando diversas fuentes de las energéticas de la localidad para cubrir demanda eléctrica requerida, del mismo modo, se quiere estimular el empleo de las energías verdes, puesto que la utilización de las mismas es no es tan explotadas en la localidad. Por ello, mediante esta investigación se valida el modelado y se propone un análisis del impacto económico de la autogeneración en la distribución de la energía eléctrica.

RESUMEN

Esta investigación está centrada en analizar el impacto económico que generaría la instalación de un sistema de autogeneración dentro de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar. A su vez, seleccionar el área más adecuada para suministrar la energía generada. Por lo que esta investigación es de tipo descriptiva, considerando que según su análisis y alcance es de evaluación, por lo que, se aplicaron métodos analíticos, inductivos y deductivos para el desarrollo. Teniendo como resultado que se alimentará a parte del campamento minero, puesto que existen ciertos equipos dentro de mina que necesitan grandes cantidades de energía, por ello, alimentar a todo la empresa minera no sería posible, considerando las necesidades básicas del mismo, así como ciertas comodidades, a la vez se encontró que la forma de energía más confiable sería la fotovoltaica, puesto que no se cumplen los parámetros para utilizar energía eólica, se siguió con la selección de los diferentes equipos, considerando la demanda a satisfacer, por lo que la cantidad precisa de paneles es de 37 con una potencia 150W cada uno, de la misma forma se seleccionó la cantidad de los reguladores, de los inversores y de las baterías. Obteniendo que el proyecto es rentable, puesto que el VAN de S/49 670,78; un TIR de 9,8% y una relación costo beneficio de 1,91. Por lo que el sistema de autogeneración produce un ahorro de S/23 798.40 de forma anual, sumado al bono de carbono que es entregado a la empresa por la electrificación utilizando energías renovables.

Palabras claves: distribución eléctrica, autogeneración, energía eólica, energías renovables, electrificación.

ABSTRACT

This research is focused on analyzing the economic impact that would generate the installation of a self-generation system within the mine S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar, in order to evaluate the best alternatives within the existing systems and choose the best of these options. In turn, select the most appropriate area to supply the energy generated. Therefore, this research is of descriptive type, considering that according to its analysis and scope it is of evaluation, therefore, analytical, inductive and deductive methods were applied for the development. As a result, it was found that part of the mining camp will be fed, since there are certain equipment inside the mine that need large amounts of energy, therefore, to feed the entire mining company would not be possible, considering the basic needs of the same, as well as certain amenities, at the same time it was found that the most reliable form of energy would be photovoltaic, Since the parameters for using wind energy are not met, we continued with the selection of the different equipment, considering the demand to be satisfied, so the precise number of panels is 37 with a power of 150W each, in the same way the quantity of regulators, inverters and batteries was selected. Obtaining that the project is profitable, since the VAN is S/49 670,78 and a TIR of 9.8%. So the system of self-generation does not produce annual savings.

Keywords: electrical distribution, self-generation, wind energy, renewable energies, electrification.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xx
ÍNDICE DE ANEXOS	xxii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xxiii
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema Principal.....	17
1.2.2. Pregunta de investigación.....	17
1.2.3. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Hipótesis	18
1.4.1. Hipótesis general.....	18

1.4.2. Hipótesis Específicas	18
1.5. Justificación de la investigación.....	20
1.5.1. Justificación técnica	20
1.5.2. Justificación económica	20
1.5.3. Justificación ambiental.....	20
1.6. Metodología	21
1.7. Población y muestra	21
1.7.1. Población	21
1.7.2. Muestra.....	21
1.8. Técnicas recolección de datos.....	21
1.8.1. Observación.....	21
1.8.2. Análisis documental.....	22
1.9. Procesamiento de datos.....	22
1.9.1. Análisis del consumo de energía eléctrica.....	22
1.9.2. Estimar la disponibilidad de recursos energéticos locales	22
1.9.3. Dimensionamiento del sistema de autogeneración	23
1.9.4. Análisis económico del sistema de generación	23
1.10. Matriz de operacionalización de variables	24
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Antecedentes de la investigación	26
2.1.1. Antecedentes internacionales	26
2.1.2. Antecedentes nacionales	27
2.2 Marco normativo	30
2.2.1. Objetivo	30

2.2.2. Normas de referencia	30
2.2.3. Componentes del sistema fotovoltaico.....	31
2.2.4. Información general	31
2.2.5. Especificaciones técnicas del SFV y sus componentes.....	32
2.2.6. Módulo fotovoltaico.....	32
2.2.7. Controlador de carga.....	36
2.2.8. Batería	40
2.2.9. Lámpara en CC	43
2.2.10. Inversor CC/CA	45
2.2.11. Sistema fotovoltaico.....	49
2.2.12. Manipuleo y transporte.....	54
2.2.13. Embalaje	54
2.2.14. Inspección y pruebas en fábrica.....	55
2.2.15. Información técnica requerida	55
2.2 Bases teóricas.....	56
2.3.1 Actividades eléctricas.....	56
2.3.2 Generación eléctrica.....	56
2.3.3 Transmisión eléctrica	57
2.3.4 Distribución eléctrica	57
2.3.1 Comercialización	60
2.3.2 Diseño de mercado.....	60
2.3.3 Servicios de interés general	62
2.3.4 Fijación de tarifas de electricidad	65
2.3.5 Generación distribuida	68

2.3.6	Generación fotovoltaica (FV).....	69
2.3.7	Microturbinas eólicas.....	72
2.3.8	Motores de gas natural.....	73
2.3.9	Energía geotérmica.....	74
2.3.10	Energía mareomotriz.....	74
2.3.11	Producción de energía primaria.....	75
2.3.12	Producción de energía secundaria.....	76
2.3.13	Radiación solar.....	77
CAPÍTULO III ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA MINA		
S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI ESPINAR.....		
3.1	Consumo General.....	81
3.2	Análisis Energético del historial de consumo de energía del año 2017 al 2021.....	96
3.3	Análisis Energético datos tomados del Analizador de Redes A-Eberle, modelo PQ-Box Expert, Datos extraídos de la herramienta METERCAT.....	108
3.4	Comparación consumo de energía recibo de energía con el analizador de redes.....	116
3.5	Demanda de Potencia en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi-Espinar al año 2021 ..	116
3.6	Cargas del campamento e iluminación.....	132
3.7	Consumo del Campamento cargas seleccionadas.....	135
CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS		
ENERGÉTICOS LOCALES.....		
4.1	Radiación Solar.....	137
4.2	Temperatura.....	138
4.3	Velocidad del Viento.....	140

CAPÍTULO V EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA DE AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	142
5.1 Lugar de Instalación de los Módulos Fotovoltaicos.....	142
5.2 Evaluación de la Radiación Solar.....	142
5.2.1 Evaluación de la radiación solar en el Distrito de Condorama.	142
5.2.2 Trayectoria del sol en la Mina Antonio Raimondi.....	143
5.2.3 Posición del sol en el cielo respecto al instituto.	145
5.3 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	147
5.3.1 Factor de inclinación.....	147
5.3.2 Factor de irradiación	147
5.3.3 Factor de sombra.....	147
5.3.4 Cálculo de las horas solar pico (HSP).....	148
5.3.5 Cálculo del número de paneles fotovoltaicos	148
5.3.6 Conexión de los paneles fotovoltaicos	149
5.3.7 Baterías.....	151
5.3.8 Inversor.....	153
5.3.9 Conductores	153
CAPÍTULO VI EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA DE AUTOGENERACIÓN	156
6.1 Análisis de la inversión.....	156
6.2 Costos del sistema de autogeneración	158
6.2.1 Costo de mantenimiento.....	158
6.2.2 Depreciación.....	159
6.3 Ingresos.....	159

6.3.1 Bono de Carbono	159
6.3.2 Ingresos por energía eléctrica	162
6.4 Flujo de caja	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	165
CONCLUSIONES.....	165
RECOMENDACIONES.....	167
BIBLIOGRAFÍA.....	168
ANEXOS	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1: <i>Procesamiento de datos</i>	22
Figura 2 - 1: <i>Normativa de referencia para la norma DGE</i>	30
Figura 2 - 2: <i>Características ambientales de un sistema fotovoltaico</i>	31
Figura 2 - 3: <i>Componentes del sistema fotovoltaico</i>	31
Figura 2 - 4: <i>Condiciones generales</i>	32
Figura 2 - 5: <i>Especificaciones técnicas de sistemas fotovoltaicos</i>	32
Figura 2 - 6: <i>Características generales del módulo FV</i>	33
Figura 2 - 7: <i>Características físicas del módulo FV</i>	34
Figura 2 - 8: <i>Características eléctricas del módulo FV</i>	35
Figura 2 - 9: <i>Protecciones del módulo FV</i>	35
Figura 2 - 10: <i>Características generales del controlador de carga</i>	36
Figura 2 - 11: <i>Características físicas del controlador de carga</i>	37
Figura 2 - 12: <i>Características eléctricas del controlador de carga – Parte 1</i>	37
Figura 2 - 13: <i>Características eléctricas del controlador de carga – Parte 2</i>	38
Figura 2 - 14: <i>Funcionamiento en condiciones extremas de operación del controlador de carga</i>	39
Figura 2 - 15: <i>Protecciones del controlador de carga</i>	39
Figura 2 - 16: <i>Características generales de la batería</i>	40
Figura 2 - 17: <i>Características físicas de la batería</i>	41
Figura 2 - 18: <i>Protecciones de la batería</i>	41
Figura 2 - 19: <i>Características eléctricas de la batería</i>	42
Figura 2 - 20: <i>Características generales de la lámpara en CC</i>	43
Figura 2 - 21: <i>Características físicas para la lámpara CC</i>	44

Figura 2 - 22: <i>Características eléctricas de la lámpara CC</i>	44
Figura 2 - 23: <i>Funcionamiento de la lámpara de CC en condiciones extremas</i>	45
Figura 2 - 24: <i>Protecciones para la lámpara de CC</i>	45
Figura 2 - 25: <i>Características generales del inversor CC/CA</i>	46
Figura 2 - 26: <i>Información mínima requerida</i>	47
Figura 2 - 27: <i>Características eléctricas del inversor</i>	48
Figura 2 - 28: <i>Funcionamiento en condiciones extremas del inversor</i>	49
Figura 2 - 29: <i>Protecciones necesarias para el inversor de CC/CA</i>	49
Figura 2 - 30: <i>Esquema de la cadena productiva eléctrica</i>	56
Figura 2 - 31: <i>Formas de generación energética</i>	57
Figura 2 - 32: <i>Transmisión eléctrica</i>	57
Figura 2 - 33: <i>Distribución eléctrica</i>	58
Figura 2 - 34: <i>Curva de demanda de la economía de escala</i>	62
Figura 2 - 35: <i>Costos marginales de un sistema eléctrico</i>	63
Figura 2 - 36: <i>Diseño de mercado eléctrico</i>	64
Figura 2 - 37: <i>Mercado de largo plazo</i>	64
Figura 2 - 38: <i>Mercado de corto plazo</i>	65
Figura 2 - 39: <i>Estructura de fijación de precios regulados</i>	66
Figura 2 - 40: <i>Tarifas eléctricas en Perú</i>	68
Figura 2 - 41: <i>Esquema de generación distribuida</i>	69
Figura 2 - 42: <i>Energía fotovoltaica</i>	70
Figura 2 - 43: <i>Tipos de paneles solares</i>	70
Figura 2 - 44: <i>Controlador solar</i>	71
Figura 2 - 45: <i>Batería de sistema fotovoltaico</i>	71

Figura 2 - 46: <i>Inversor de sistema fotovoltaico</i>	72
Figura 2 - 47: <i>Aerogenerador</i>	73
Figura 2 - 48: <i>Generador a gas natural</i>	73
Figura 2 - 49: <i>Energía geotérmica</i>	74
Figura 2 - 50: <i>Energía mareomotriz</i>	75
Figura 2 - 51: <i>Producción de energía primaria</i>	75
Figura 2 - 52: <i>Producción de energía secundaria</i>	76
Figura 2 - 53: <i>Evolución de la demanda final total de energía per cápita</i>	76
Figura 2 - 54: <i>Emisión de CO2 equivalente</i>	77
Figura 2 - 55: <i>Radiación solar</i>	78
Figura 2 - 56: <i>Hora solar pico</i>	79
Figura 3 - 1: <i>Ubicación de la Mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar</i>	81
Figura 3 - 2: <i>Recibo de Energía de la mina Antonio Raimondi S.M.R.L.</i>	82
Figura 3 - 3: <i>Diagrama unifilar del alimentador Tintaya 01.</i>	85
Figura 3 - 4: <i>Diagrama unifilar de la subestación eléctrica de la mina Antonio Raimondi</i>	86
Figura 3 - 5: <i>Transformador de potencia 500 kVA</i>	88
Figura 3 - 6: <i>Placa de características del transformador de potencia 500 kVA</i>	88
Figura 3 - 7: <i>Transformador de potencia 800 kVA</i>	89
Figura 3 - 8: <i>Placa de características del transformador de potencia 800 kVA</i>	90
Figura 3 - 9: <i>Pararrayos</i>	90
Figura 3 - 10: <i>Sistema puesta a tierra</i>	91
Figura 3 - 11: <i>Vista panorámica del sistema de medición de la mina Antonio Raimondi Cusco</i>	92
Figura 3 - 12: <i>Transformador mixto de medida de la mina Antonio Raimondi.</i>	93
Figura 3 - 13: <i>Medidor multifunción de la mina Antonio Raimondi</i>	94

Figura 3 - 14: <i>Ficha de aferición del medidor multifunción de la mina Antonio Raimondi Cusco.</i>	95
Figura 3 - 15: <i>Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2021.</i>	97
Figura 3 - 16: <i>Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2021.</i>	98
Figura 3 - 17: <i>Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2020.</i>	100
Figura 3 - 18: <i>Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2020.</i>	101
Figura 3 - 19: <i>Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2019.</i>	102
Figura 3 - 20: <i>Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2019.</i>	103
Figura 3 - 21: <i>Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi, periodo Diciembre 2018.</i>	104
<i>Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.</i> Figura 3 - 22: <i>Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2018.</i>	104
Figura 3 - 23: <i>Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi, periodo Diciembre 2017.</i>	106
<i>Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.</i> Figura 3 - 24: <i>Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2017.</i>	106
Figura 3 - 25: <i>A-Eberle, modelo PQ-Box Expert</i>	108
Figura 3 - 26: <i>Diagrama de tensión para red trifásica de baja tensión.</i>	110
Figura 3 - 27: <i>Diagrama de conexión a transf. secundarios en redes de media y alta tensión .</i>	111
Figura 3 - 28: <i>Diagrama de cargas de un mes</i>	113
Figura 3 - 29: <i>Consumo energético de un día.</i>	115

Figura 3 - 30: <i>Perfil de carga de un día</i>	121
Figura 3 - 31: <i>Potencia instalada</i>	134
Figura 4 - 1: <i>Gráfico de radiación solar en kWh/m²/día</i>	138
Figura 4 - 2: <i>Comparación de temperatura máxima, mínima y rango</i>	139
Figura 4 - 3: <i>Comparación de velocidad del viento máxima, mínima y rango</i>	141
Figura 5 - 1: <i>Ubicación de la planta Mina Antonio Raimondi</i>	142
Figura 5 - 2: <i>Trayectoria del sol con respecto al lugar</i>	143
Figura 5 - 3: <i>Trayectoria del sol en coordenadas polares</i>	144
Figura 5 - 4: <i>Trayectoria del sol en coordenadas cartesianas</i>	145
Figura 5 - 5: <i>Características técnicas del sistema fotovoltaico</i>	154
Figura 6 - 1: <i>Cotización de kit solar empresa Autosolar</i>	156
Figura 6 - 2: <i>Costo de persona mensualFuente elaboración propia.</i>	158
Figura 6 - 3: <i>San Juan Lachao Pueblo Nuevo</i>	160
Figura 6 - 4: <i>Flujo de caja</i>	163
Figura 6 - 5: <i>Flujo de caja sin ingreso de bono de carbono</i>	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 1: <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	24
Tabla 2 - 1: <i>Características de la tarifa MT3</i>	83
Tabla 2 - 2: <i>Costo de potencia en la tarifa MT3</i>	83
Tabla 3 - 1: <i>Consumo total Año 2021</i>	96
Tabla 3 - 2: <i>Consumo del año 2020</i>	99
Tabla 3 - 3: <i>Consumo del año 2019</i>	102
Tabla 3 - 4: <i>Consumo del año 2018</i>	104
Tabla 3 - 5: <i>Consumo del año 2017</i>	106
Tabla 3 - 6: <i>Consumo energético promedio conforme recibos de energía</i>	108
Tabla 3 - 7: <i>Datos del instrumentador en el voltaje</i>	109
Tabla 3 - 8: <i>Consumo energético de un mes</i>	112
Tabla 3 - 9: <i>Consumo energético de un día</i>	114
Tabla 3 - 10: <i>Comparación consumo de energía día, mes y año, recibo de energía vs analizador de redes</i>	116
Tabla 3 - 11: <i>Demanda de potencia de recibos de energía (KW)</i>	117
Tabla 3 - 12: <i>Perfil de carga de un día y factor de potencia</i>	117
Tabla 3 - 13: <i>Comparación Potencia, recibo de energía vs analizador de redes</i>	122
Tabla 3 - 14: <i>Cuadro de cargas de la unidad minera</i>	123
Tabla 3 - 15: <i>Cuadro de cargas del campamento de la unidad minera</i>	132
Tabla 3 - 16: <i>Máxima demanda de la mina Antonio Raimondi</i>	135
Tabla 3 - 17: <i>Consumo energético de cargas seleccionadas</i>	135
Tabla 3 - 18: <i>Consumo de energía de la carga seleccionada</i>	136

Tabla 4 - 1: <i>Radiación solar promedio durante un año</i>	137
Tabla 4 - 2: <i>Temperatura durante un año</i>	138
Tabla 4 - 3: <i>Velocidad promedio del viento durante un año</i>	140
Tabla 5 - 1: <i>Determinación de la posición del sol en la planta de la Mina Antonio Raimondi</i> .	145
Tabla 5 - 2: <i>Estimación de elevación y azimut en el campamento minero Antonio Raimondi</i> ..	146
Tabla 5 - 3: <i>Comparación de costo de sistema eólico vs. sistema fotovoltaico</i>	147
Tabla 6 - 1: <i>Equipos para instalación de sistema de autogeneración</i>	157
Tabla 6 - 2: <i>Costo de instalación del sistema de autogeneración</i>	157
Tabla 6 - 3: <i>Costo de instalación del sistema de autogeneración</i>	158
Tabla 6 - 4: <i>Costo de mantenimiento</i>	159
Tabla 6 - 5: <i>Depreciación anual</i>	159
Tabla 6 - 6: <i>Ingreso por Bono de Carbono</i>	162
Tabla 6 - 7: <i>Ingreso por Costo de kWh</i>	162
Tabla 6 - 8: <i>Flujo de caja</i>	163
Tabla 6 - 9: <i>Flujo de caja sin ingreso de bono de carbono</i>	164

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencias	173
Anexo B: Especificaciones de los Paneles Seleccionados	175
Anexo C: Especificaciones de Reguladores Seleccionados	176
Anexo D: Especificaciones de las Baterías	1776
Anexo E: Especificaciones de los Inversores	1798
Anexo F: Toma de medidas de consumo cada 15min durante 3 meses	180
Anexo G: Diagrama unifilar de fuerza en 440VAC	1909
Anexo H: Comparación de hipótesis y resultados	193
Anexo I: Diagrama unifilar de Yauri	194
Anexo J: Especificaciones técnicas de A-Eberle, modelo PQ-Box Expert.....	196
Anexo K: Cotización de elementos para sistemas fotovoltaicos	201

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Análisis económico: técnicas utilizadas para realizar un diagnóstico del estado financiero de una empresa o de un proyecto a implementar.

Artículo: parte de una ley o normativa en la que se señalan puntos en específico de forma numérica.

C

Cambio climático: cambios de temperatura en determinados periodos de tiempo con ciertos patrones climáticos.

Corriente de corto circuito: generación de corriente producto de los cortos circuitos.

Corto circuito: incremento de la corriente eléctrica de un circuito causada por la unión de dos fases.

D

Diagrama unifilar: plano eléctrico donde se señalan las diferentes conexiones existentes representados por una sola línea.

E

Efecto invernadero: incremento de temperatura en la atmósfera producto de la existencia de gases en forma concentrada.

Eficiencia: capacidad que existe para realizar una tarea o trabajo de forma adecuada.

Energía eólica: fuente de energía renovable la cual es obtenida por la conversión de energía cinética brindada por el viento.

Energía renovable: energía que usa como fuente recursos inagotables que brinda la naturaleza.

Energía solar: fuente sostenible por la energía solar

H

Hora solar pico: mide la cantidad de irradiación existente de forma constante de 1000 W/m^2 en un determinado periodo de tiempo.

I

Irradiación: transmisión de radiación térmica, magnética, luminosa o de otros tipos.

L

Ley: norma o regla dada por autoridades superiores encargadas de regulaciones.

N

Normativa: conjunto de normas encargadas de regular ciertas actividades o materias

R

Reglamento: conjunto de reglas dadas por autoridades especialistas del tema o del equipo.

Regulador de voltaje: equipo diseñado para brindar tensión de forma estable y a la vez proteger los equipos.

T

Temperatura: nivel térmico de una atmósfera o de algún objeto.

V

Velocidad del viento: medición sobre la componente horizontal del viento la cual aborda ser causante de un desplazamiento determinado del aire.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

La modificación del clima se ha manifestado en una preocupación en la actualidad al amenazar el hábitat, por ende, es un riesgo global que debe afrontarse de manera urgente y universal mediante planes que garanticen reducir las emisiones de CO₂, siendo una de las principales causantes del aumento en la liberación de gases influenciado por el efecto invernadero a raíz de la combustión de combustibles fósiles (Consejo Europeo, 2021). Ante ello, el sector eléctrico debe satisfacer la demanda de energía eléctrica a bajo precio, cantidad suficiente y de buena calidad; sin embargo, en ocasiones no se puede satisfacer con los parámetros esperados debido a diferentes causantes, puede ser la ampliación de la red de distribución, crecimiento económico y demografía, como, por ejemplo, en Camerún se cuenta con un índice de eficiencia inferior al 55% la infraestructura eléctrica del país debido a la antigüedad de las instalaciones (Bekoume y Novikova, 2019).

Por consiguiente, la autogeneración en la distribución eléctrica ha surgido como una alternativa para impulsar la migración con miras a un modelo resiliente y sustentable, siendo la idea principal la adopción de alguna fuente renovable de energía como fuente para la generación de suministro eléctrico, así como permitir reducir problemas de cortes y sobre carga de energía. Así, por ejemplo, en Croacia se adoptó una Ley que obliga a la compra de electricidad de los consumidores generada a partir de energía renovable (Eirin et al., 2022). Según el informe de Panorama mundial de la financiación de energías renovables que se ha publicado por la IRENA (2023) en el 2022, se captó un respaldo financiero de 1,3 billones de dólares en tecnologías de transición energética, siendo superior en un 19% al 2021 y un 50% al 2019.

Así también, el respaldo financiero en energía renovable a razón de originar energía eléctrica por organizaciones públicas se debe adicionalmente a que permite obtener una mayor estabilidad de la red eléctrica, pues durante las operaciones es necesario evitar las fluctuaciones de frecuencia o voltaje, así como los cortes de energía y sobrecarga debido a problemas en la red eléctrica. No obstante, por medio del año 2017, respecto al precio sobre suministro eléctrico juega un papel importante al sufrir variaciones, siendo dentro de Europa, como en Alemania y Dinamarca los precios de energía más altos a nivel de usuarios domésticos, con precios de 305 EUR/MWh y 301 EUR/MWh, respectivamente. Este tipo de consumidores europeos han visto aumentados sus precios desde el año 2008 hasta el año 2016 en un 33.3% (Eurostat Statistics Explained, 2018).

La presente investigación se realizó en la Mina S.M.R.L. Antonio Raimondi, Espinar, que se dedica como actividad principal a la extracción de minerales, la cual posee una capacidad operativa de 25 Tm/día. Por ello, es importante la continuidad de las operaciones; sin embargo, se ha identificado que la excelencia en la electricidad en el transformador mediante el uso de un analizador no es la adecuada al entregar valores por lo mínimo establecido por la Norma Técnica para el servicio eléctrico (023-2006-EM). Asimismo, al ubicarse en una zona alejada del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), hace que los costos de distribución y generación incrementen el costo de facturación del servicio eléctrico.

Por otro lado, las operaciones de la unidad minera requieren maquinarias y equipos para el procesamiento de los minerales extraídos, siendo en enero del 2020 el pago de energía en hora punta del 10.44%, esto ocasiona conflictos entre los clientes y usuarios regulados, pues la unidad minera consume una elevada demanda y al tener redes de distribución de grandes distancias, desplaza la calidad de energía eléctrica para el sector urbano – rural. Así también, se ha evidenciado la ausencia de diagramas de carga, esquemas eléctricos de distribución de carga,

programación de carga y otros factores que generan picos excesivos de potencia que imposibilitan acciones de mejora o la ausencia en el control de picos que genera sobrecostos en potencia, y otras veces hasta penalidades al cliente.

Por lo tanto, se ha evidenciado como una oportunidad la autogeneración en la distribución eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi al evidenciarse un elevado costo en el pago de la facturación eléctrica y no se cuente con los parámetros de calidad en la energía eléctrica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema Principal

En la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi existen problemas de elevado costo de energía eléctrica y confiabilidad del sistema eléctrico debido al incumplimiento de los valores mínimos establecidos en la norma técnica de calidad de servicio eléctrico (023-2006-EM).

1.2.2. Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto económico de la autogeneración en la distribución eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar – 2021?

1.2.3. Problemas específicos

1. ¿Cómo se va a diagnosticar el consumo de energía eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar?
2. ¿De qué manera se evalúa la disponibilidad de los recursos energéticos locales para la implementación de un sistema de autogeneración?
3. ¿Qué aspectos se considera para la selección de equipos y componentes del sistema de autogeneración de energía eléctrica?
4. ¿Resulta viable el análisis económico de la autogeneración de energía eléctrica en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar -2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis del impacto económico de la autogeneración y confiabilidad del sistema eléctrico de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del consumo de energía eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar.
2. Identificar los recursos renovables para la implementación de un sistema de autogeneración en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar -2021.
3. Seleccionar los equipos y componentes para el sistema de autogeneración de energía eléctrica.
4. Realizar la evaluación económica del sistema de autogeneración eléctrica.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La autogeneración y confiabilidad del sistema eléctrico para la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar es viable económicamente.

1.4.2. Hipótesis Específicas

1. El análisis del consumo eléctrico contribuye en determinar el estado actual que presenta la empresa de estudio.
2. La evaluación de los recursos energéticos de la zona determinó cual es la energía renovable idónea para la generación distribuida.
3. La selección de los equipos y componentes para el sistema de autogeneración de energía eléctrica permite la autogeneración eléctrica.

4. El análisis económico resulta favorable para la implementación de un sistema de autogeneración eléctrica.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación técnica

Los sistemas sobre autogeneración fortalecen las redes de distribución eléctrica, proporcionándoles un mayor nivel de confiabilidad y estabilidad: baja caída de tensión, bajas pérdidas de energía, bajo número de cortes de energía, entre otros parámetros. Así mismo, esta forma de suministro de electricidad fomenta la transformación global de la matriz energética nacional, aprovechando la alta disponibilidad de una gran cantidad de recursos de energía primaria del Perú.

1.5.2. Justificación económica

Un sistema de autogeneración eléctrica adecuadamente diseñado, según ciertos niveles de demanda de energía, puede ser altamente rentable, llegando a reducir considerablemente el costo de energía eléctrica por kW consumido, en contraste con el costo de energía suministrada por alguna empresa distribuidora. Esto se debe a que se eliminan los cargos por peajes de transmisión y distribución: la energía consumida se genera en el mismo sitio.

1.5.3. Justificación ambiental

La amplia diversidad de recursos energéticos con los que cuenta el Perú comprende fuentes renovables y limpias: solar, eólica, biomasa, hidráulica, geotérmica; es decir, la autogeneración es una forma de impulsar el aprovechamiento de energías que no contaminan el medio ambiente y que logran limitar la expulsión de CO₂.

1.6. Metodología

Por la naturaleza, es del tipo cuantitativa - descriptiva, por la aplicación de estadística en el análisis de datos e interpretación de la realidad actual; según su análisis y alcance, es de evaluación.

Se aplicará el método analítico, inductivo y deductivo para su posterior aplicación y utilidad.

Investigación teórica: Con el estudio y análisis de casos se logrará optimizar los gastos asociados al consumo de electricidad a fin de brindar mayor rentabilidad a los clientes mayores, y de esta manera, mejorar la eficiencia energética de los mismos.

1.7. Población y muestra

1.7.1. Población

Hernández y Mendoza (2018) mencionan que, una población es la representación de acciones, procesos, individuos, entre otros que comparte una característica en común que los convierte en unidad de estudio. En conformidad a lo mencionado sobre población tiende a conformarse ello por la mina Antonio Raymondi, Cusco.

1.7.2. Muestra

Dentro del actual estudio investigativo se determinó por muestreo no probabilístico, analizar específicamente a un centro poblado para analizar la factibilidad económica de la autogeneración sobre la concesionaria Electro Sur Este S.A.A.

1.8. Técnicas recolección de datos

1.8.1. Observación

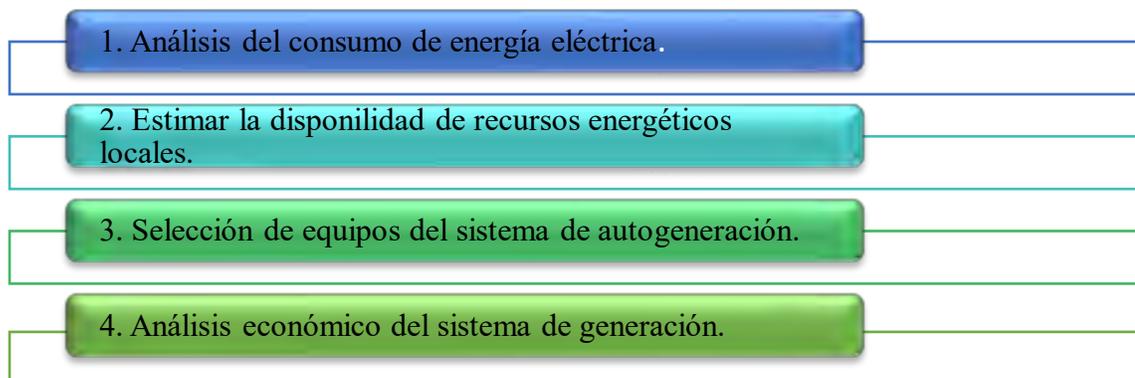
Se procede a obtener el valor económico de la electricidad mediante el desarrollo de cálculos analíticos.

1.8.2. Análisis documental

Posibilita el recojo de la autogeneración en la distribución eléctrica mediante la búsqueda de la demanda en los centros poblados desligados del suministro eléctrico de la concesionaria.

1.9. Procesamiento de datos

Figura 1 - 1: *Procesamiento de datos*



1.9.1. Análisis del consumo de energía eléctrica

Por medio del empleo sobre una exhaustiva búsqueda de información, se buscará un cliente mayor para la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A. teniendo la capacidad sobre la autogeneración, siendo importante que esté dentro sobre la red de electricidad de la concesionaria, ya que la generación por energía renovable requiere un mayor costo de facturación, pero al ser un servicio necesario es importante su implementación.

1.9.2. Estimar la disponibilidad de recursos energéticos locales

Al localizar el centro poblado o comunidad campesina, se procede a analizar el tipo de autogeneración según las condiciones locales.

1.9.3. Dimensionamiento del sistema de autogeneración

Se procede a analizar la cantidad de usuarios y el consumo promedio por cada habitante para determinar la potencia requerida del sistema.

1.9.4. Análisis económico del sistema de generación

Considerando el tipo de sistema de autogeneración instalado se procede a realizar la evaluación económica para los costos de autogeneración de energía eléctrica sobre la concesionaria.

1.10. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1 - 1: *Matriz de operacionalización de variables*

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
PROBLEMA	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	NIVEL DE INVESTIGACIÓN
En la mina	La autogeneración	Autogeneración	Demanda de energía.	Reportes y	Descriptivo
S.M.R.L. Antonio	y confiabilidad del	en la distribución		simulación	
Raimondi existen	sistema eléctrico	eléctrica			
problemas de	para la mina				
elevado costo de	S.M.R.L. Antonio		Data de energías	Base de datos	Descriptivo Aplicativo
energía eléctrica y	Raimondi Espinar		disponibles en la	SENAMHI.	
confiabilidad del	es viable		localidad.		
sistema eléctrico	económicamente.			GPS, fotografías.	
debido al			Selección de equipos.	Ficha técnica	Descriptivo No Experimental
incumplimiento de					

los valores mínimos establecidos en la norma técnica de calidad de servicio eléctrico (023-2006-EM).	Impacto económico	Unidad monetaria por unidad de energía producida. Valor económico de la electricidad, Precio del MW/h	Cálculos analíticos	Descriptivo Aplicativo
	Impacto de Confiabilidad del sistema Eléctrico	SAIDI y SAIFI	Reportes entrevistas y simulación	Descriptivo Explicativo

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

González y Espinel (2019) dentro de su indagación se definieron como objetivo evaluar cuáles son los determinantes que impactan más en la estructura de los precios del mercado eléctrico en Colombia. Como metodología, ejecutaron un modelo econométrico que incluye diversas variables (precio del carbón, precio del gas, energía producto de generación eólica, precios de contratos de energía, entre otras variables) y datos históricos de dichas variables. La principal conclusión a la que llegaron fue que el precio de la energía se ve influenciado en mayor medida por la generación hidráulica y el precio promedio de los contratos entre agentes del mercado, siendo la generación renovable de menor impacto.

Gómez, Hernández, y Rivas (2018) en su artículo propusieron analizar el modelamiento de redes de distribución como alternativa para el mercado energético, cambiando la forma convencional basado en una estructura monopolística a un contexto en el que se contempla el incremento de competidores (libre mercado). Dentro de la metodología, se realizó el análisis de la red que transmite la oferta centralizada a distribuida; asimismo, realizó una comparación de las características existentes en el mercado energético como la cantidad y precio dentro del sector de generación distribuida y centralizada, asimismo considerando el crecimiento de las energías renovables. Dentro de los resultados se señala que conforme se va incrementando la penetración de mercado, análogamente se va reduciendo el costo de la energía, sin embargo, a un ritmo lento, esto se debe a la relación que existe con la demanda. Concluyendo que existe una evolución de la

estructura del mercado energético, esto debido a la generación y distribución de las nuevas fuentes de energía.

Bueno, Rodríguez, y Rodríguez (2016) tuvieron como fin analizar financieramente el impacto que ocasiona integrar las energías verdes con el sistema eléctrico colombiano, para lo cual emplearon como metodología el modelo de costo total. Existe un alto potencial del país para su beneficio de la energía eólica y biomasa, es por esta razón que es necesario brindar diferentes casos de generación eléctrica y de esta forma realizar un análisis económico teniendo en cuenta la experiencia, de esta forma considerar la curva de aprendizaje. Entre las diversas conclusiones a las que llegaron los autores, destacan que el uso de energía eólica resulta ser una alternativa viable económicamente, enfrentando así las energías convencionales; sin embargo, por el contrario, la energía de biomasa es aún muy costosa.

León, Ybarra, y Hernández (2015) en su artículo científico plantearon como objetivo analizar los beneficios que se pueden tener al ejecutar un sistema de autogeneración eléctrica, utilizando como método el análisis económico de la instalación y operación a partir de la evaluación de demanda de una empresa específica. Como conclusión, se determinó que la autogeneración es muy viable para ciertos perfiles considerados muy planos y demandas energéticas considerables, es por esa razón que se considera utilizar otra fuente de energía en las horas pico, puesto que el costo es más elevado, de esta forma disminuir los picos energéticos y el gasto económico producido.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Mamani (2021) por medio de la investigación de magister se realizó un análisis del impacto de la integración de tecnologías nuevas para la producción de energía utilizando fuentes renovables, así como su distribución en media tensión en el departamento de Cusco. Como

metodología, empleó modelos de flujos de carga simulados en el software DIGSILENT POWER FACTORY. Mamani concluyó que la generación distribuida a partir de fuentes verdes es la opción más factible, en un periodo corto, que disminuya las dificultades que se presentan con el crecimiento radial del requerimiento de electricidad, así como la existente dependencia a utilizar combustibles fósiles para producir energía eléctrica, existen grandes beneficios, como la disminución de pérdidas, incremento de confiabilidad y calidad, entre otros.

Barreto (2017) en su trabajo de grado de Magíster tuvo como objetivo averiguar cuáles son los equipos requeridos para la estructuración de un sistema fotovoltaico que sirva como suministro energético para la zona urbana del distrito de Chimbote, dado que en la actualidad emplean la energía suministrada por la empresa HIDRANDINA S.A. Su metodología incluyó recolección de datos de diversas fuentes y la proposición de mejoras a un proceso existente. Como resultado, obtuvieron un costo de energía producida para autoconsumo directo de 96 USD/MWh, y para autoconsumo con almacenamiento de 109 USD/MWh, lo que significa ahorros de 43.31% y 81.72% respectivamente.

Rubiños (2015) en su tesis doctoral planteó como objetivo aplicar un programa de distribución de redes energéticas a través de un modelamiento de parte de los conceptos establecidos por la generación distribuida. Como metodología, Rubiños planteó diversos modelos de planificación, siendo finalmente evaluado el modelo probabilista, extendiéndose de un modelo mono objetivo a un modelo multiobjetivo. Este modelo fue evaluado con el método Montecarlo, programado en el software MATLAB. Se llegó a concluir sobre el precio para la energía eléctrica aborda ser inversamente proporcional a la generación distribuida, dado que al mejorar la distribución energética los costos se reducen y aún más con un sistema de almacenamiento. Asimismo, concluyó que la energía eólica tendrá una mayor participación en el costo desde el año

2022, la energía fotovoltaica tendrá su mayor participación desde el año 2032 y la energía hidráulica se mantendrá constante.

Quispe (2014) en su trabajo de grado de Magíster propuso como objetivo evaluar qué tan rentable es la aplicación de sistemas de tipo smart grid en macrosistemas de distribución eléctrica bajo el contexto del SNIP. Por otro lado, como parte de la metodología se realizó el estudio de costos de tres escenarios definidos por el grado de “inteligencia” de la red, llegando a una inversión final para implementar este tipo de red en todo el sistema eléctrico peruano. Como conclusión, se obtuvo que este tipo de inversión es rentable para un sistema con baja integración de la tecnología inteligente; y, por el contrario, no es rentable a un mediano y alto nivel de integración.

2.1.3. Antecedentes Locales

Portillo (2015) en su estudio tuvo como objetivo ejecutar el análisis operacional de un estado estacionario aplicado a un mecanismo generador energético sobre cierta zona rural ubicada en el departamento del Cusco. Como metodología, analiza la demanda, las características técnicas de las subestaciones y simula el potencial de flujo energético de las redes eléctricas en cuestión. Partiendo de este análisis, desarrolla diversas alternativas, proponiendo finalmente una como solución. Como conclusión, destacó que la solución más viable y presenta viabilidad económica la activación de la central térmica equivalente a 4.8 MW y a su vez, cambiar el grado sobre la tensión equivalente desde 22.9 kV hasta los 60 kV.

Silva y Cruz (2014) en su tesis de grado establecieron como fin principal el estudio del mercado energético del departamento del Cusco por un lapso de 20 años. Como metodología, se desarrollaron una serie de modelos matemáticos, proyecciones econométricas y con series tendenciales, según diferentes escenarios. Como conclusión más resaltante, se observó que la

tendencia de crecimiento del mercado energético del departamento del Cusco es del 3.09% para los próximos 20 años.

2.2 Marco normativo

Se consideraron las especificaciones de la NORMA DGE emitida por medio del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) para dicho sistema fotovoltaico.

2.2.1. Objetivo

Se presentan todas las características necesarias, las cuales necesitan ser cumplidas, en el montaje de un sistema fotovoltaico, de la misma forma, se presentan los componentes a emplear para el diseño de un sistema de electrificación rural; del mismo modo se emplean conceptos de VAN, TIR y confiabilidad; con el fin de realizar el análisis económico y de confiabilidad.

2.2.2. Normas de referencia

En la Figura 2-1, se detalla las principales normas que fueron empleadas para la creación de la norma DGE:

Figura 2 - 1: Normativa de referencia para la norma DGE

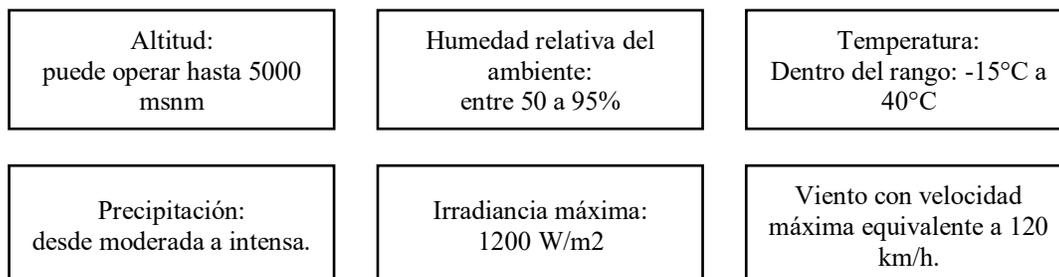
IEC-61215 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Calificación de diseño y aprobación de tipo.	IEC 61730-1. Requisito de seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1. Requisitos de construcción.	IEC 61730-2. Requisito de seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2. Requisitos para ensayos.
IEEE-Standard 1262. Recommended Practices for Qualification of Photovoltaic (PV) modules, April, 1996	ISO 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.	NTP IEC 60529-2010. Grados de Protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
NTP IEC 62262-2010. Grados de Protección proporcionados por las envolventes de equipos eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IK).	IEC 61427-1. Celdas y baterías para almacenamiento de energías renovables – Requisitos Generales y Métodos de Evaluación. Parte 1. Aplicaciones fotovoltaicas Off-Grid.	IEC 60896-21. Baterías Estacionarias de Plomo. Parte 21. Baterías reguladas por válvula. Métodos de Ensayo.
IEC 62357-9-5 Ed. 2. Recomendaciones para pequeñas sistemas de energías renovables y Sistemas híbridos para Electrificación rural.	DTN 40050 Road vehicles: degrees of protection (IP-code).	Universal Technical Standard for Solar Home Systems. Thermie B SUP 995-96. EC-DCXVII, 1998
Directiva 2004/108/EC (EG) sobre Compatibilidad Electromagnética.	Código Nacional de Electricidad (Utilización) Enero 2006	Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos Rurales.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

Condiciones ambientales

Para la instalación de un sistema fotovoltaico se deben tener en cuenta las siguientes condiciones ambientales para la zona de instalación:

Figura 2 - 2: *Características ambientales de un sistema fotovoltaico*

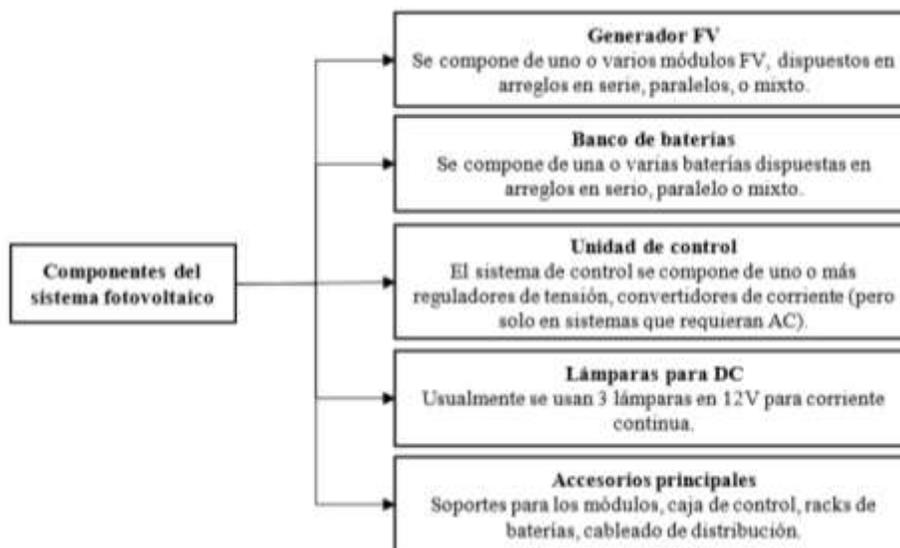


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.3. Componentes del sistema fotovoltaico

Por otro lado, los componentes que debe tener el sistema fotovoltaico son los siguientes:

Figura 2 - 3: *Componentes del sistema fotovoltaico*



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.4. Información general

El dimensionamiento se realiza en base a la climatología y la geografía de la zona en la cual se vaya a realizar la instalación, así como del sistema de distribución eléctrica. Para situaciones extremas se deben usar las siguientes condiciones generales:

Figura 2 - 4: *Condiciones generales*

Irradiancia mín. mensual en un año: 3.5kW/m ² -día	Irradiancia máx. mensual en un año: 1200 W/m ² - día	Humedad relativa del ambiente: 90%
Margen de temperatura ambiente desde los -10°C hasta los 45°C.	Velocidad máx. del viento: 120 km/h	Altitud: 5000 msnm

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.5. *Exigencias técnicas sobre el SFV y sus componentes*

Por otro lado, las exigencias generales en función de condiciones físicas, protecciones, eléctricas y de funcionamiento que debe cumplir un sistema fotovoltaico

Figura 2 - 5: *Especificaciones técnicas de sistemas fotovoltaicos*

Generales, especificaciones relacionadas con características generales, certificaciones, información técnica que deben acompañar a cada componente.
Físicas, especificaciones referidas a las características constructivas, elementos y partes que conforman los componentes.
Eléctricas, especificaciones referidas a las características eléctricas y de funcionamiento.
Funcionamiento en condiciones extremas de operación, especificaciones destinadas a garantizar el funcionamiento de los componentes en eventuales condiciones críticas.
Protecciones, especificaciones destinadas a proteger un componente o más, en casos fortuitos.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.6. *Módulo fotovoltaico*

2.2.6.1 Características generales

Por otro lado, las características que debe cumplir un sistema fotovoltaico son las siguientes:

Figura 2 - 6: *Características generales del módulo FV*

MFV – CG – 1: La certificación del módulo fotovoltaico debe cumplir con la norma internacional IEC - 61215.

MFV – CG – 2: La certificación del módulo fotovoltaico debe cumplir con la norma internacional IEC - 61730.

MFV – CG – 3: Se espera la entrega de certificados que evidencien el acatamiento sobre las normas IEC –61730 e IEC – 61215, detallando la institución certificadora, el modelo y la marca del módulo.

MFV – CG – 4: El fabricante deberá entregar documentos de certificación que demuestren que la potencia del panel se mantendrá por encima del 80% después de 25 años, de acuerdo con las pruebas estándar a 1 kW/m², AM 1.50 y temperatura de trabajo de 25°C.

MFV – CG – 5: Se espera que la información técnica contemple los siguientes detalles: Potencia máxima, tensión y corriente en máxima potencia, rango de variación, peso del módulo y material del módulo.

MFV – CG – 6: Se exige que el módulo cuente con una etiqueta visible, adherida o impresa en su superficie, que incluya el nombre, modelo, identificación serial, fabricante y zona de origen.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.6.2 Características físicas

En cuanto a las características físicas que debe cumplir el módulo FV, la norma detalla las siguientes:

Figura 2 - 7: Características físicas del módulo FV

<p>MFV – CF – 1: Es indispensable que el módulo esté compuesto por un mínimo de 36 celdas FV, fabricadas con silicio de un solo cristal o múltiples cristales.</p>	<p>MFV – CF – 1: Aborda incluir el recubrimiento de vidrio y encapsularse por medio del acetato de vinilo etileno. El componente debe ser sólida, con un marco de aluminio anodizado.</p>
<p>MFV – CF – 3: Es esencial que la caja de conexiones disponga de componentes para la sujeción de cables, asegurando el mantenimiento de la escala de resguardo necesario.</p>	<p>MFV – CF – 4: Se exige que la caja conectora esté sujeta en la parte posterior del módulo y que muestre Señal de orientación sobre polaridad</p>
<p>MFV – CF – 5: Los módulos FV vinculado a el cableado suministrado por el fabricante, se deberá usar cuando se requiera acoplar con otros cables. El cable dado por el fabricante y el cable a acoplar debe ser de características similares.</p>	<p>MFV – CF – 6: El módulo FV, no debe presentar los defectos siguientes: celdas rotas, celdas desalineadas, presencia de impurezas en el laminado, burbujas dentro de la capsula.</p>

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.6.3 Características eléctricas

Las características eléctricas que detalla la norma para el módulo fotovoltaico son las siguientes:

Figura 2 - 8: Características eléctricas del módulo FV

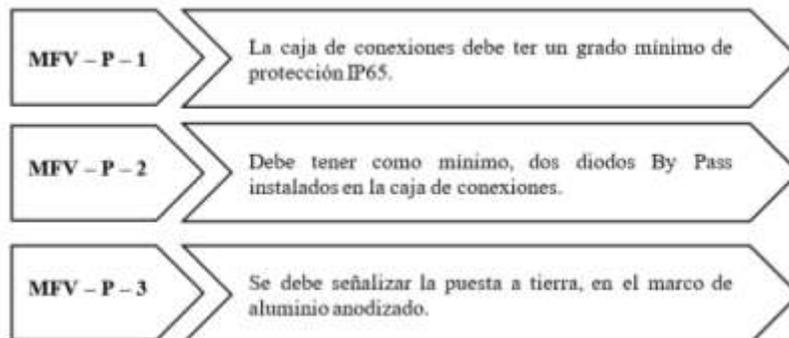
MFV – CE – 1: Se requiere que la potencia nominal máxima del módulo FV sea señalada conforme a las condiciones estándar de medida, a saber, a 1000 W/m ² , AM 1.
MFV – CE – 2: Después de 25 años de uso, la potencia máxima real del módulo no deberá ser menor al 80% de su valor nominal.
MFV – CE – 3: Se exige que la potencia máxima del módulo se mantenga en un rango no inferior a un 5%, tampoco superior sobre el 10% respecto al valor nominal W_p , excluyendo el punto tolerante.
MFV – CE – 4: La tensión verdadera de operación respecto al módulo no deberá ser menor a 17 V, en su máxima potencia.
MFV – CE – 5: El comprador puede solicitar que la eficiencia del módulo sea superior al 13% bajo las condiciones estándar de pruebas.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.6.4 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar el FV.

Figura 2 - 9: Protecciones del módulo FV



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.7. Controlador de Carga

2.2.7.1 Características generales

La norma señala que las características generales relacionadas con el controlador de carga son las siguientes:

Figura 2 - 10: *Características generales del controlador de carga*

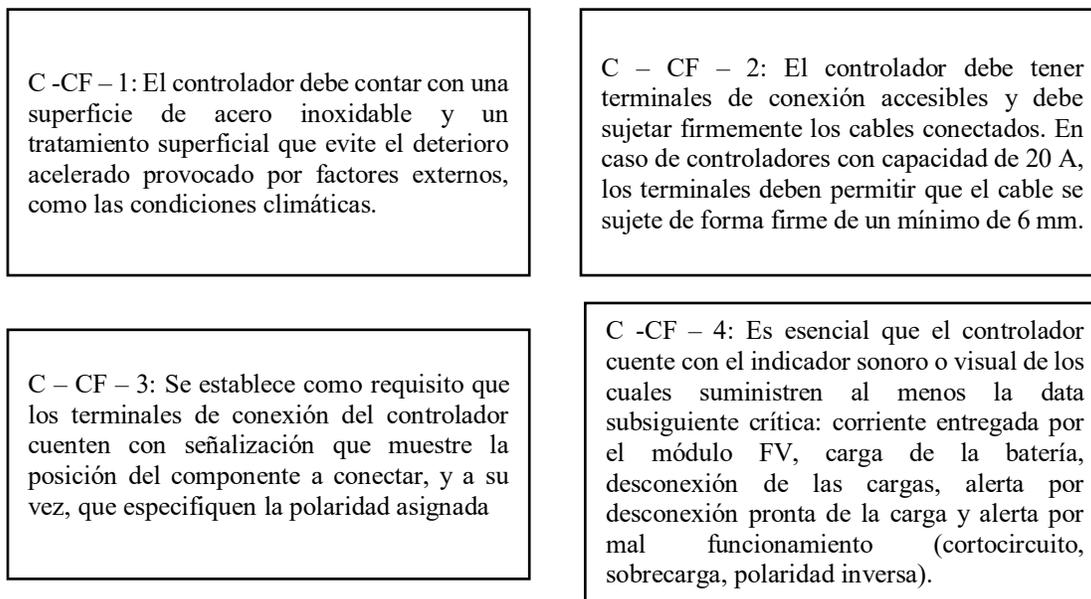
<p>C - CG - 1: respecto al controlador de carga debe ser electrónico.</p>	<p>C - CG - 2: El controlador debe brindar la capacidad de elegir y ajustar el tipo de batería, ya sea abierta o sellada.</p>
<p>C - CG - 3: Debe permitir modificar la tensión para la desconexión de las cargas, sin tener que modificar la batería.</p>	<p>C - CG - 4: Se brinda al comprador la posibilidad de solicitar que el controlador registre datos esenciales sobre los puntos clave de operar el sistema FV por medio de un formato que se logre exportar y editar, con un estándar de un mes de almacenamiento y registro por hora.</p>
<p>C - CG - 5: El controlador deberá tener una etiqueta que sea visible, adherido o impreso sobre la superficie, y debe mantener la información siguiente: Fabricante, marca, modelo, serie, lugar de fabricación tensión nominal, capacidad en amperes de lado de generación.</p>	<p>C - CG - 6: Se espera que el vendedor entregue información técnica esencial, como el modelos de alguno de los controladores electrónicos y las pautas a razón de escoger el modelo de batería para su conexión.</p>
<p>C - CG - 7: El vendedor debe suministrar la documentación por el fabricante, que certifiquen el punto compatible electromagnético de acuerdo al 2004/108/EC (EG).</p>	<p>C - CG - 8: el controlador debe tener una vida útil no menor a los 10 años bajo la situación operativa recomendadas respecto al fabricante.</p>

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.7.2 Características físicas

La norma señala que las características físicas relacionadas con el controlador de carga son las siguientes:

Figura 2 - 11: *Características físicas del controlador de carga*

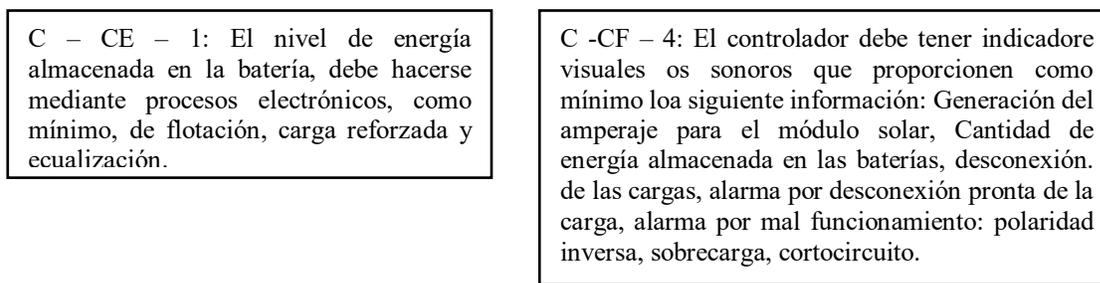


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.7.3 Características eléctricas

La norma señala que las características eléctricas relacionadas con el controlador de carga son las siguientes:

Figura 2 - 12: *Características eléctricas del controlador de carga – Parte 1*



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

Figura 2 - 13: *Características eléctricas del controlador de carga – Parte 2*

C – CE – 3: el controlador debe ser capaz de reponer la tensión a las cargas con un mínimo de 0.8V sobre el umbral de desconexión de la carga de consumo en términos de tensión.

C – CE – 4: La etapa de flotación debe ejecutarse dentro de ciertos límites de tensión de 13.7V y 13.9V a una temperatura de 25°C.

C – CE – 5: Las variaciones de la tensión no deben ser superior del 1% derivada de cambios en la intensidad de corriente.

C – CE – 6: La caída de tensión en las terminales no debe ser superior al 4% para cualquier condición de operación.

C – CE – 7: El autoconsumo del controlador no debe ser superior al 2% de la capacidad nominal del lado de generación.

C – CE – 8: El controlador realizará ajustes automáticos en la tensión de arranque de las pautas electrónicas sobre la flotación al ecualizar las baterías, adaptándose a las variaciones de temperatura.

C – CE – 9: Las fluctuaciones de temperatura no afectarán la tensión al reconectarse y desconectarse ciertos medios de carga.

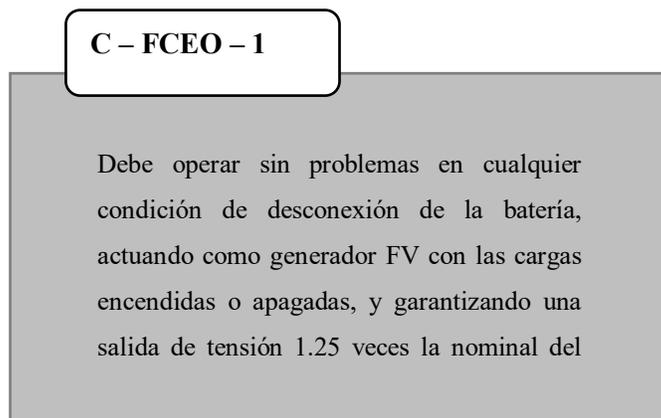
C – CE – 10: El controlador no debe producir ruidos o interferencias, según lo establece la directiva 2004/108/EC (EG).

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.7.4 Funcionamiento en condiciones extremas de operación

De la misma forma, la norma señala condiciones en situaciones extremas de operaciones:

Figura 2 - 14: *Funcionamiento en condiciones extremas de operación del controlador de carga*

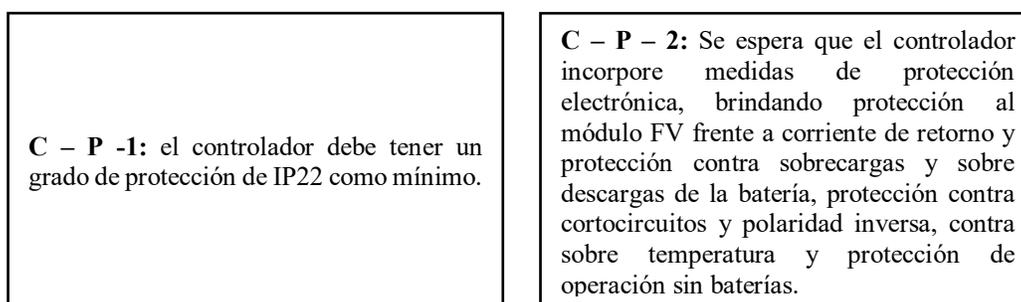


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.7.5 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar el controlador de carga:

Figura 2 - 15: *Protecciones del controlador de carga*



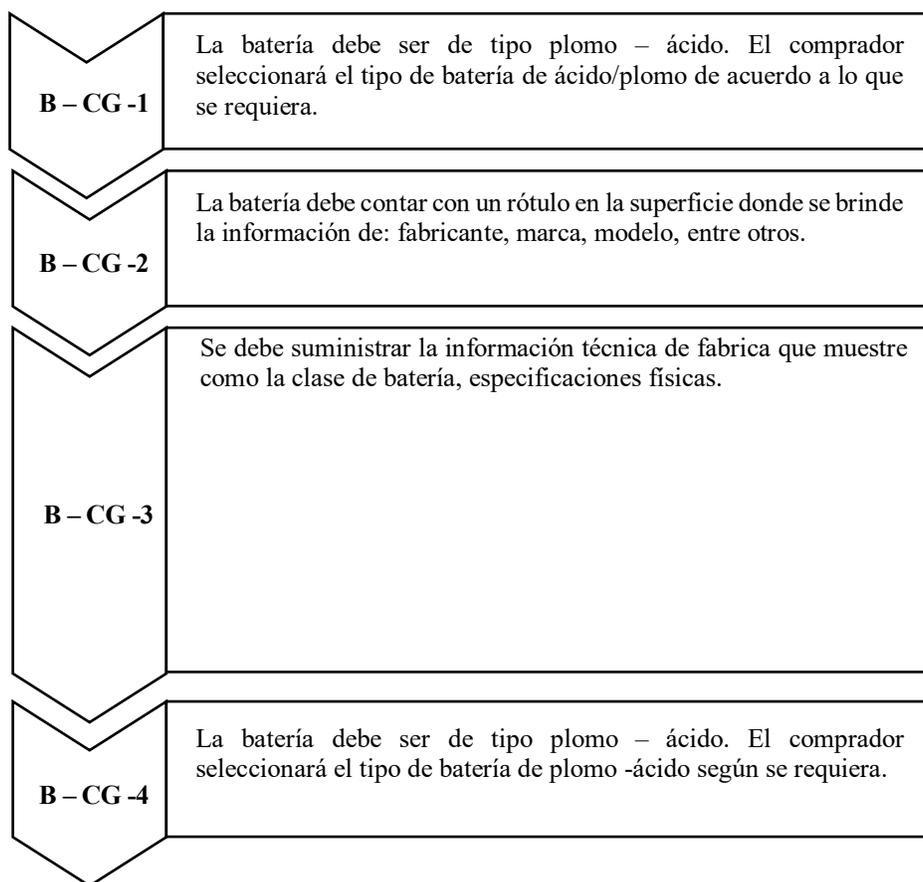
Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.8. Batería

2.2.8.1 Características generales

La norma señala que las características generales relacionadas con la batería son las siguientes:

Figura 2 - 16: *Características generales de la batería*

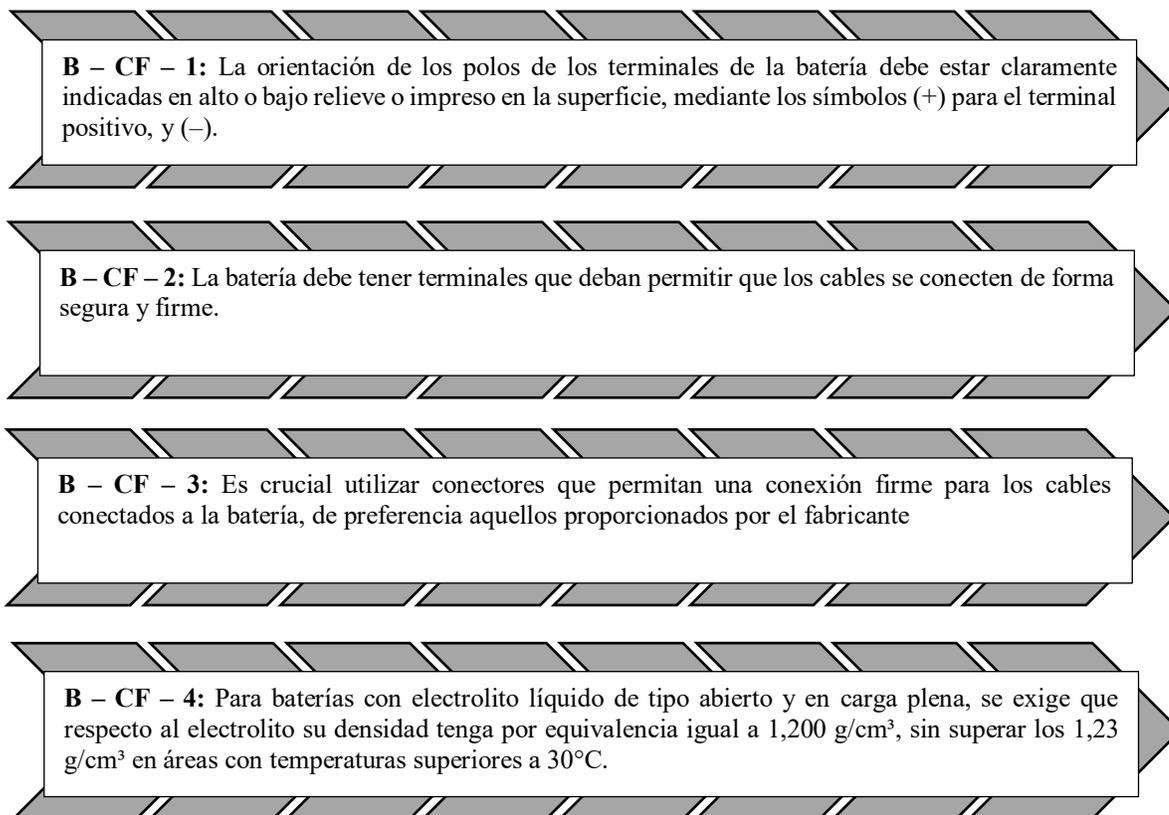


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.8.2 Características físicas

La norma señala que las características físicas relacionadas con la batería son las siguientes:

Figura 2 - 17: *Características físicas de la batería*

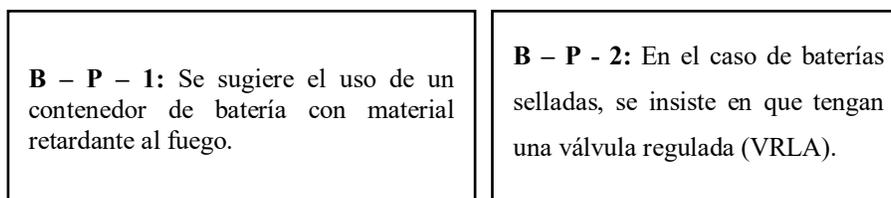


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.8.3 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar la batería:

Figura 2 - 18: *Protecciones de la batería*

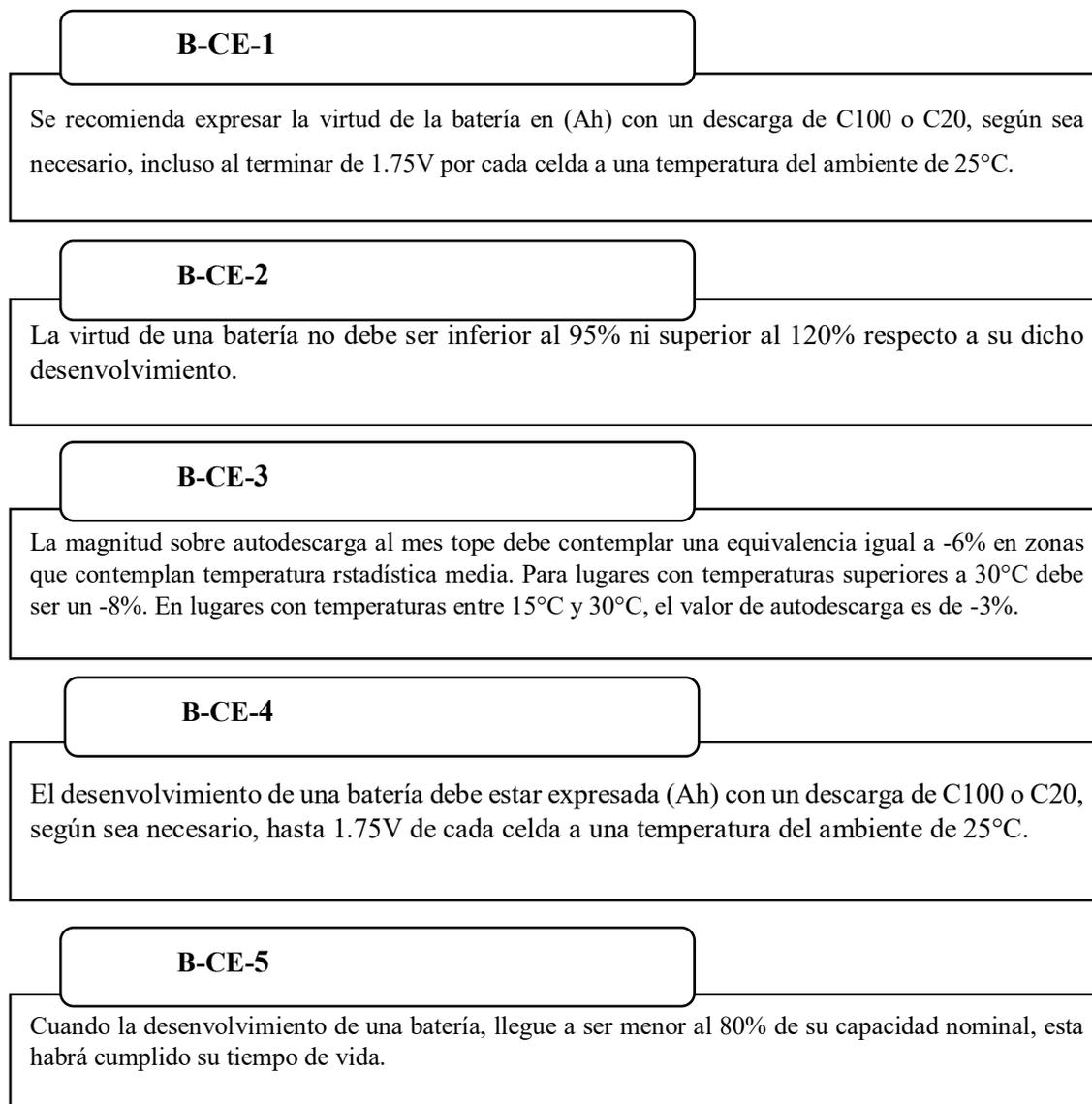


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.8.4 Características eléctricas

La norma señala que las características eléctricas relacionadas con la batería son las siguientes:

Figura 2 - 19: *Características eléctricas de la batería*



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.9. Lámpara en CC

2.2.9.1 Características generales

La norma señala que las características generales relacionadas con la lámpara en CC, son las siguientes:

Figura 2 - 20: Características generales de la lámpara en CC

L-CG-1:	La capacidad de la batería debe estar expresada en amperios hora (Ah) con un régimen de descarga C100 o C20, según sea necesario, hasta una tensión final de 1.75V por cada celda a una temperatura del ambiente de 25°C.
L-CG-2:	La rosca del casquillo de ser del tipo Edison.
L-CG-3:	Debe contar con un rótulo visible adherido o impreso sobre la superficie con la información del producto, como: marca, modelo, tensión nominal,
L-CG-4:	Se debe entregar la información técnica del producto que muestre la información siguiente: tipo de lámpara, característica de la etiqueta e información contenida, tipo de casquillo e indicar la polaridad.
L-CG-5:	Debe suministrarse los documentos que certifiquen el cumplimiento de la compatibilidad electromagnética, según lo establece 2004/108/EC.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.9.2 Características físicas

La norma señala que las características físicas relacionadas con la lámpara CC, son las siguientes:

Figura 2 - 21: *Características físicas para la lámpara CC*

<p>L-CF-1: Los polos deben estar claramente identificados sobre la superficie, llegando a ser la región principal sobre la rosca el terminal negativo y respecto al centro el terminal positivo.</p>	<p>L-CF-2: Se sugiere que la superficie esté compuesta de material inoxidable, excepto el casquillo, que deberá recibir un tratamiento adecuado para prevenir el deterioro debido a factores climáticos.</p>
---	---

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.9.3 Características eléctricas

La norma señala que las características eléctricas relacionadas con la lámpara son las siguientes:

Figura 2 - 22: *Características eléctricas de la lámpara CC*

L-CE-1:	El funcionamiento de la lámpara de estar en el rango de 11V - 15V para cualquiera situación de funcionamiento.
L-CE-2:	No debe generar ruido, interferencias, etc., según lo estipula la directiva 2004/0108/EC
L-CE-3:	La lámpara debe tener un tiempo de vida: para lámparas fluorescentes compactas: debe ser un mínimo de 10 mil patrones sobre la activación y desactivación, y zona mínima equivalente a 8 mil horas y las propiedades eléctricas no deben superar el 5% después de los 5 000 ciclos.
L-CE-5:	Se recomienda que la lámpara LED cuente con un ángulo de 120°.
L-CE-6:	Se espera que la lámpara emita luz fría de manera predeterminada, aunque se puede solicitar una lámpara de luz cálida si así se prefiere.
L-CE-7:	Se sugiere que dicha lámpara tiene una potencia nominalizada de hasta 0.0110 kW, además su potencia luminosa no debe ser inferior a 550 lúmenes.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.9.4 Funcionamiento en condiciones extremas de operación

De la misma forma, la norma señala condiciones en situaciones extremas de operaciones:

Figura 2 - 23: *Funcionamiento de la lámpara de CC en condiciones extremas*

L -FCEO -1:
La lámpara debe trabajar sin presentar fallas, incluso en condiciones térmicas más frías y menos altas sobre el punto de uso. Las especificaciones técnicas deben cumplir o exceder las especificadas.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.9.5 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar la lámpara de CC:

Figura 2 - 24: *Protecciones para la lámpara de CC*

<p>L-P-1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe estar protegida contra inversión de polaridad. 	<p>L-P-2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe tener un grado de protección mínimo IP 20.
--	--

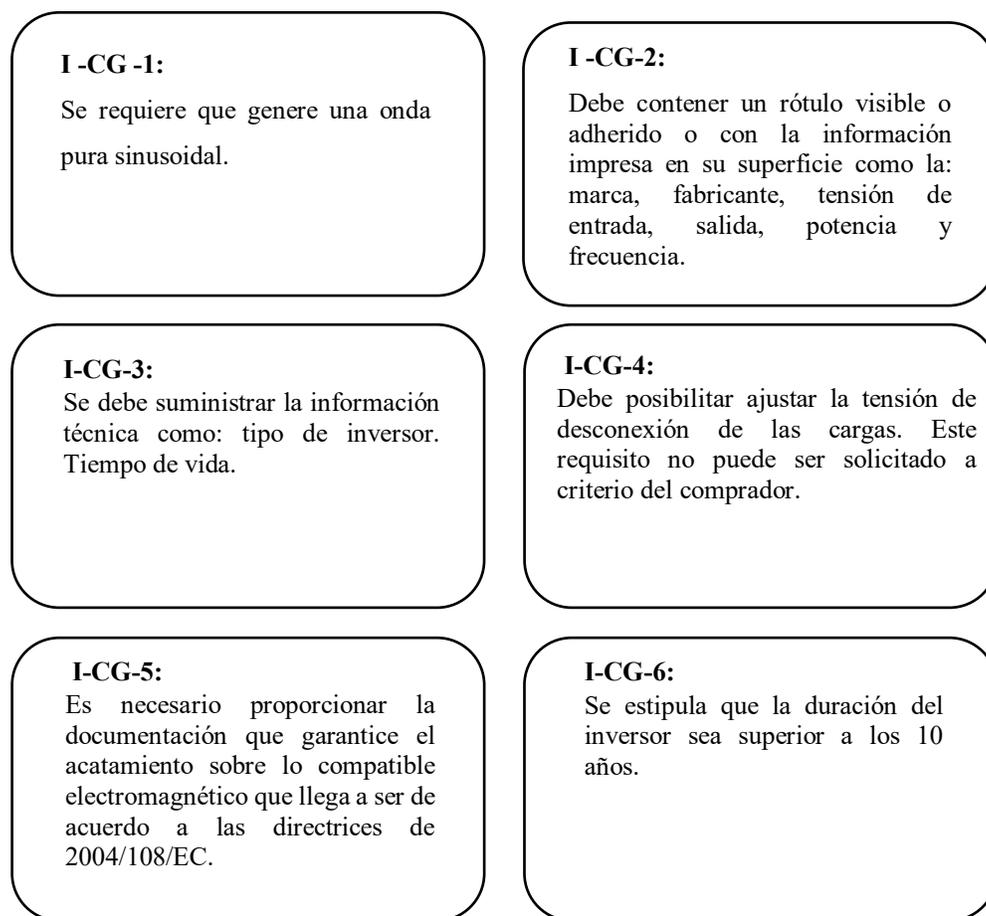
Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.10. Inversor CC/CA

2.2.10.1 Características generales

La norma señala que las características generales relacionadas con el inversor CC/CA, son las siguientes:

Figura 2 - 25: *Características generales del inversor CC/CA*



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.10.2 Características físicas

La norma señala que las características físicas relacionadas con el inversor CC/CA, son las siguientes:

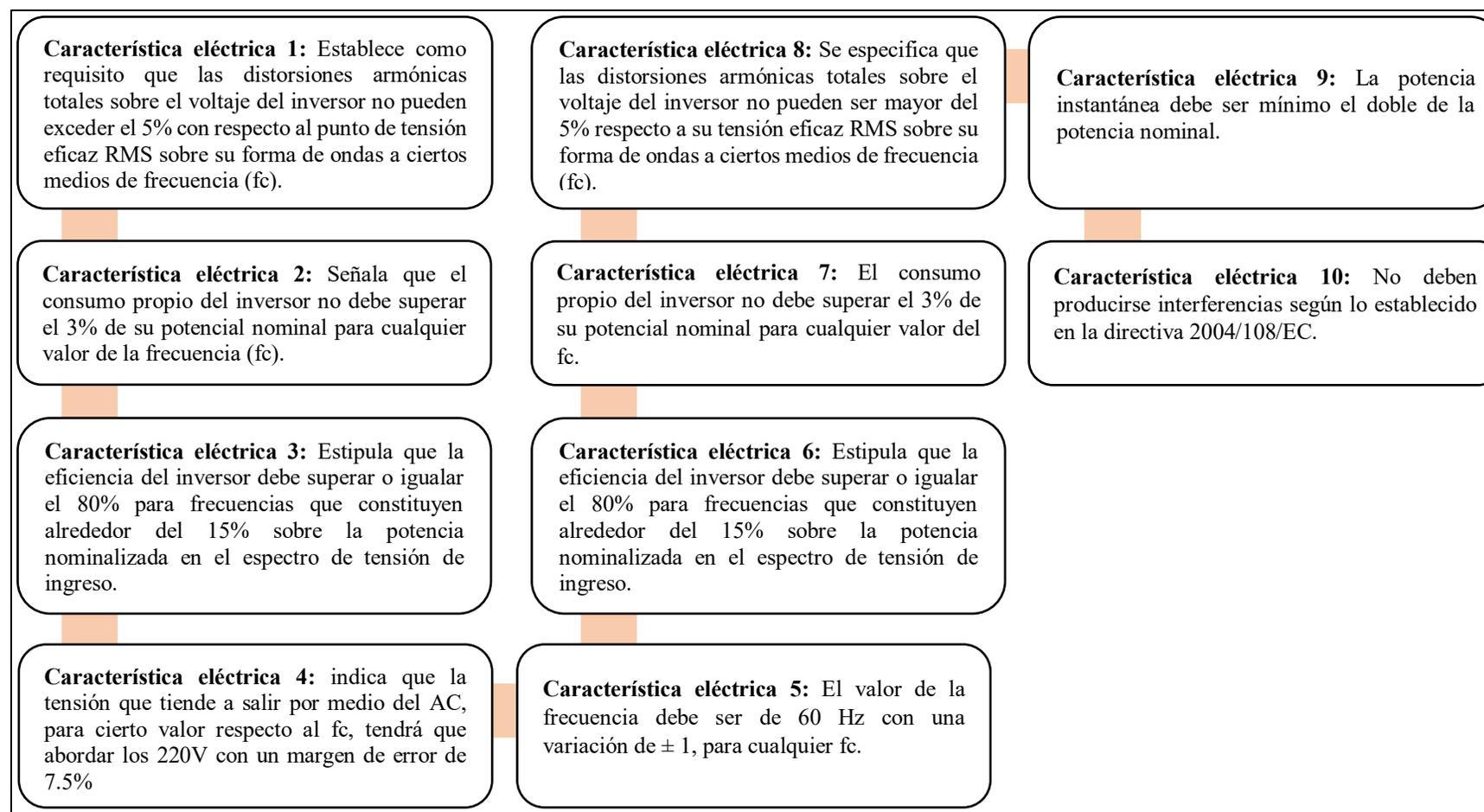
Figura 2 - 26: *Información mínima requerida*

<p>I-CF-1: Se establece que el punto externo del inversor tendrá que contemplar al acero que no se oxida o someterse a un procedimiento de tratado en contra del desperfecto ambiental.</p>	<p>I-CF-2: Se establece que las conexiones de entrada en corrientes continuas (DC) y salidas en corrientes alternas (AC) deben señalarse de forma clara, por medio de la identificación de polos.</p>
<p>I-CF-3: Es esencial que exista la posibilidad de acceder a la electrónica del dispositivo para realizar tareas de mantenimiento.</p>	<p>I-CF-4: Se establece la necesidad de un interruptor de apagado y encendido en el dispositivo.</p>
<p>I-CF- 5: Se requiere un sistema con indicadores d medio sonoro o visual, los cuales indiquen la parte desconectada y conexión sobre las cargas, el estado de cómo está funcionando y las alarmas próximas a la desconexión de cargas.</p>	

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.10.3 Características eléctricas

Figura 2 - 27: Características eléctricas del inversor

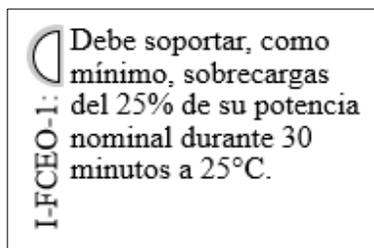


Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.10.4 Funcionamiento en condiciones extremas de operación

De la misma forma, la norma señala condiciones en situaciones extremas de operaciones del inversor CC/CA:

Figura 2 - 28: *Funcionamiento en condiciones extremas del inversor*



Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.10.5 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar el inversor de CC/CA:

Figura 2 - 29: *Protecciones necesarias para el inversor de CC/CA*

I-P-1:	Debe incluir un sistema de protección contra cortocircuitos (tanto a la entrada como a la salida) y sobrecarga, sin necesidad de elemento externo.
I-P-2:	Debe estar protegido contra inversiones de polaridad en el lado de corriente continua.
I-P-3:	Se requiere un nivel mínimo de protección IP 22. El comprador puede elegir un nivel más alto de protección en función de sus necesidades.

Fuente: Dirección General de Electricidad (2015)

2.2.11. Sistema fotovoltaico

2.2.11.1 Características generales

La norma señala que las características generales relacionadas con el sistema fotovoltaico son las siguientes:

- **SFV-CG-1:** Todos los elementos de sujeción como: tuercas, tornillos, arandelas, y terminales y otros accesorios, se requiere que los materiales empleados sean apropiados para resistir las condiciones climáticas de la región, según la selección del comprador.
- **SFV-CG-2:** Los elementos que integran el sistema fotovoltaico deben operar de manera óptima y ser los indicados para su funcionamiento en las restricciones climáticas específicas del sector de instalación. La responsabilidad de especificar estas condiciones recae en el comprador.
- **SFV-CG-3:** La consideración de los factores climáticos de la zona de instalación es fundamental al solicitar los componentes. Un modo de ejemplo:
 - Decaimiento de la potencia del módulo fotovoltaico como consecuencia del deterioro durante su funcionamiento.
 - Influencia de la elevación y clima regional en el rendimiento del controlador, capacidad de las baterías y operación del inversor.
- **SFV-CG-4:** La elección de controladores de carga de una sola etapa está limitada a casos en los que no se necesita el consumo de corriente directa.
- **SFV-CG-5:** Se establece que los elementos fotovoltaicos primarios deben ser de primera utilización y no pueden tener más de dos años de antigüedad, con la única excepción de la batería, que debe ser menor a un año.
- **SFV-CG-6:** Se requiere que los elementos fotovoltaicos sean suministrados con la documentación adecuada, como manuales, folletos y otro informe.
- **SFV-CG-7:** Se espera que el comprador indique las especificaciones de cables a usar y se asegure de que estos cumplan con la normativa vigente.

- **SFV-CG-8:** El comprador deberá especificar todos los elementos no mencionados en la normativa.

2.2.11.2 Características físicas

La norma señala que las características físicas relacionadas con el sistema fotovoltaico son las siguientes:

- **SFV-CF-1:** No se deben requerir herramientas especiales para la manipulación de tornillos y pernos, a menos que el comprador lo requiera específicamente.
- **SFV-CF-2:** Se requiere que cada terminal de los componentes esté asegurado firmemente y permita conexiones mecánicamente resistentes de los medios que conducen corriente al ser conectados.
- **SFV-CF-3:** Se estipula que por medio del revisor, el inversor y sus piezas de conexión deben ser establecidos en un gabinete con certificación de grados de protección.
 - Para entornos internos, se especifica que el grado de protección mínimo aceptable es IP54 en las instalaciones
 - Cuando se trate de instalaciones en exteriores, el grado de protección no debe ser inferior a IP65.

Si el Inversor de Corriente o el Controlador de Carga tienen la protección adecuada, no será obligatoria ser establecido en un gabinete certificado, a menos que el comprador lo solicite expresamente.

- **SFV-CF-4:** Se establece que los módulos fotovoltaicos deben instalarse con una inclinación de 15° a 20° horizontal, con dirección al norte y sin proyección de sombras.

- **SFV-CF-5:** Se exige que el generador FV sea establecidos en postes plantados en el terreno, de forma que sostenga un correcto enfriamiento.
- **SFV-CF-6:** Sobre la batería tiende a ser colocada sobre un componente el cual garantice resguardo y evite que lo manejen.
- **SFV-CF-7:** Es posible conectar en paralelo dos baterías, siempre y cuando estas sean de la misma marca, modelo y capacidad.
- **SFV-CF-8:** Se proporciona al comprador la opción de pedir que dicha lámpara se suministre por medio de artículos adicionales, siendo difusores, compendios de sujeción especiales sobre ubicaciones elevadas o que protejan a las áreas con gran inoculación.
- **SFV-CF-9:** Es obligatorio que los elementos fotovoltaicos primarios cuenten con etiquetas de fábrica de origen.

2.2.11.3 Características eléctricas

La norma señala que las características eléctricas relacionadas con el sistema fotovoltaico son las siguientes:

- **SFV-CE-1:** El comprador tiene la opción de requerir la curva de descarga de la batería, elaborada conforme a IEC 61427-01 o IEC 60896-21.
- **SFV-CE-2:** Sobre la batería tiende a posibilitar cierto período requerido equivalente a 3d sobre su punto autónomo de acuerdo con el diseño.
- **SFV-CE-3:** La virtud de entrada del controlador deberá ser de 1,25 veces el amperaje de corto sobre los generadores fotovoltaicos.

2.2.11.4 Funcionamiento en condiciones extremas de operación

De la misma forma, la norma señala condiciones en situaciones extremas de operaciones del sistema fotovoltaico:

- **SFV-FCEO-1:** El sistema FV deberá realizarse en función de la irradiación cada mes del año.
- **SFV-FCEO-2:** El postes y soporte sobre uno de los generadores FV deben de tener en cuenta celeridad del viento de 120km/h.

2.2.11.5 Protecciones

En continuidad con lo antes mencionado, la norma señala las protecciones que se deben tomar al momento de instalar el sistema fotovoltaico:

- **SFV-P-1:** El comprador tiene la opción de solicitar piezas de aseguramiento de electricidad con protección contra rayos, los pararrayos y medios de conexión terrestre.

2.2.11.6 Pruebas

El comprador tiene la facultad de pedir el comprobante parcial o completa bajo las siguientes condiciones para la aprobación del sistema:

- Las pruebas de aprobación deben llevarse a cabo por cada lote proporcionado con el colaborador de un apoderado del comprador.
- El comprador tiene la opción de aprobar la documentación certificada sobre los informes de ensayos con aprobaciones conferidas por entidades acreditadas del país de fabricación.
- Los estudios a realizar llegarán a ser los exigidos por las normas sobre el apartado 2 y respecto a las señaladas para los medios que la conforme.
- Los estudios regionales deben llevarse a cabo por instituciones nacionales con experiencia comprobada, y deben contar con la aprobación del comprador.
- El equipo de laboratorio que se empleará en las pruebas debe contar con una certificación sobre calibración actualizado emitido por la entidad de supervisión aprobada.

- Los estudios abordarán ser ejecutadas por el particular competente y experimentado en ello.
- La NTP-ISO2859-1/2013: Procedimiento de Muestreo sobre la Inspección por Atributos, o su estándar equivalente ISO2859-1/2013, se seguirá a razón de determinar la medida de la muestra y el grado de vigilancia sobre las pruebas aceptables. Se debe considerar el plan de muestreo básico para inspecciones generales con grados de calidad aceptables (NCA) de 2,50.
- Las certificaciones e informes deben estar escritos en inglés o español, de acuerdo a lo que solicite el comprador incorporando su costo.
- Si el comprador lo solicita, los certificados e informes de las pruebas deben prepararse en español o en inglés. El precio que cotice el licitador debe incluir el coste de estas pruebas.

2.2.12. Manipuleo y transporte

La función del fabricante es proporcionar los escenarios ideales para un correcto transporte y manipulación del sistema fotovoltaico, evitando así posibles accidentes durante el transporte desde la fábrica hasta el lugar de almacenamiento.

El almacenamiento y manipulación de los componentes fotovoltaicos durante el transporte es preciso el cumplimiento de todas las opiniones establecidas por el fabricante, expresadas en sus catálogos, manuales y demás documentación técnica.

2.2.13. Embalaje

Por otro lado, se recomienda que tanto los sistemas fotovoltaicos como sus componentes, estén debidamente embalados, utilizando cajas de madera con soportes metálicos, para garantizar que todos los componentes tengan bandas de aluminio indestructibles. La parte interna debe

envolverse con papel impermeable para servicio pesado, ya que esto asegura un almacenamiento adecuado en el exterior.

Por esa razón, es que cada una de las cajas necesariamente debe cumplir con la siguiente información:

- Nombre del fabricante y del destinatario.
- Masa neta y masa total.
- Denominación y categoría del equipo que contiene.
- Cifra del SFV que hay por medio del interior de la caja.

Cabe señalar que el embalaje utilizado debe cumplir con la característica de ser resistente a factores ambientales tales como humedad y suciedad, además de facilitar el almacenaje de estos.

2.2.14. Inspección y pruebas en fábrica

Los representantes del adquirente podrán presenciar las pruebas e inspeccionar los componentes en la fábrica; asimismo, el costo de la inspección debe estar incluido en la cotización del postor.

2.2.15. Información técnica requerida

Será responsabilidad netamente del fabricante incluir información técnica relacionada con el artículo que se está ofertando, como es el caso de la siguiente información:

- Reportes de las pruebas realizadas al tipo de artículo que se está ofertando.
- Certificados correspondientes al diseño del producto.
- Especificaciones técnicas detalladas del sistema fotovoltaico global, así como de sus componentes.

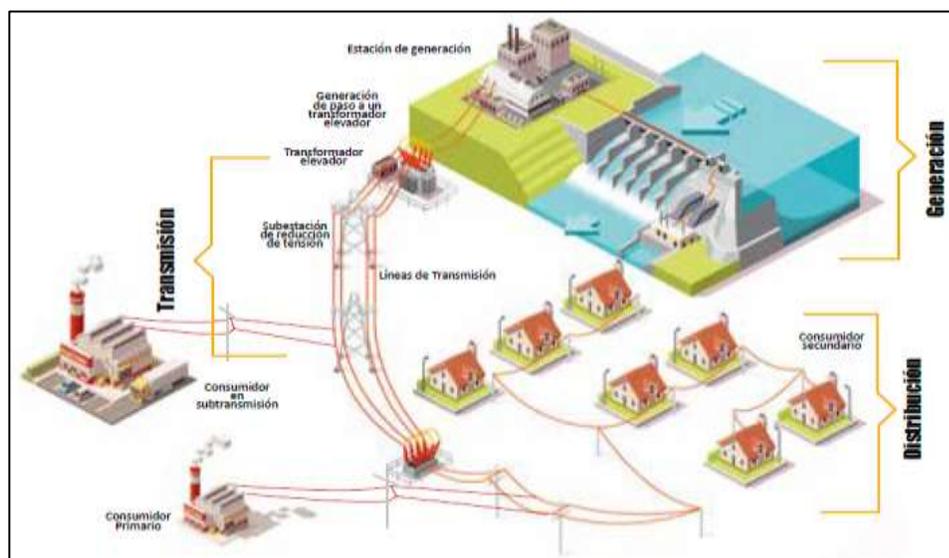
- Catálogos en los cuales se encuentran los códigos de los suministros empleados.
- Planos de diseño para la instalación de los elementos.
- Manual de uso, así como recomendaciones para el cuidado del equipo.

2.2 Bases teóricas

2.3.1 Actividades eléctricas

La cadena productiva de la electricidad tiene tres partes principales: generación, transmisión y distribución.

Figura 2 - 30: *Esquema de la cadena productiva eléctrica*



Fuente: Tamayo et al. (2016).

2.3.2 Generación eléctrica

Dentro del primer punto, la energía producida o energía bruta se convierte en energía eléctrica mediante diversos métodos. Se considera energía primaria toda energía que proviene de la naturaleza y no ha sido convertida o transformada, considerándose únicamente la limpieza y la separación. La energía adicional tiende a obtenerse por alguna conversión sobre el medio de energía básica obtenida previamente. (Alan y otros, 2017).

Figura 2 - 31: *Formas de generación energética*



Fuente: Vargas et al. (2020)

2.3.3 Transmisión eléctrica

Abarca el transporte de la electricidad a partir de los puntos de creación hasta las áreas de consumo final, las están separadas por cientos de kilómetros. Están conformados por instalaciones como líneas, subestaciones, torres, etc. (Alan y otros, 2017).

Figura 2 - 32: *Transmisión eléctrica*



Fuente: Casa Lima CORP, (2020)

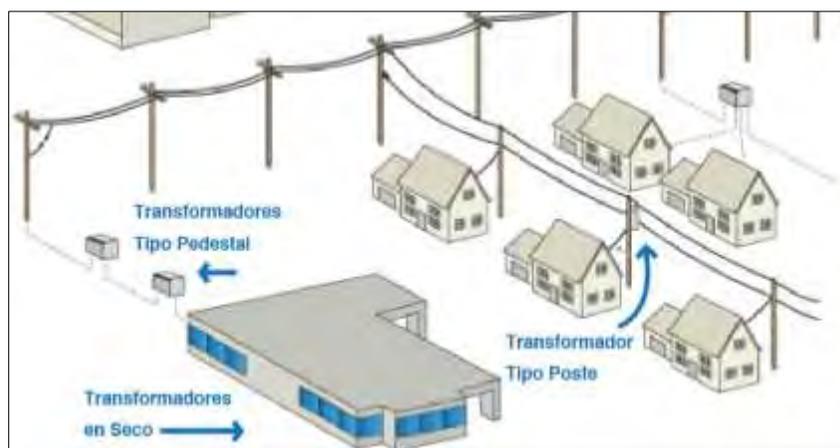
2.3.4 Distribución Eléctrica

En la fase de transferencia, la electricidad se envía a altos niveles de tensión (con el propósito de disminuir el perjuicio energéticas); por otro lado, en la fase de distribución, la electricidad se transmite a varios usuarios a través de redes eléctricas que operan a niveles de tensión media o baja (Alan et al., 2017).

Subestaciones de distribución, las líneas y redes de media tensión, alumbrado público, sistemas de conducción con bajas tensiones, y servicios privados tienden a ser algunos de los componentes que componen un sistema de distribución (Tamayo et al., 2016).

Del mismo modo, los sistemas de baja tensión trasladan energía eléctrica con un voltaje menor. Finalmente, se considera acometida a la conexión existente entre el medidor de energía y la distribución de redes de baja tensión (Tamayo et al., 2016).

Figura 2 - 33: *Distribución eléctrica*



Fuente: New Line (2020)

- Sistema de medición de una Subestación Eléctrica (S. E.)

En una S.E., los sistemas de medición se utilizan para recopilar datos exactos en tiempo real sobre diversas características eléctricas. Los sistemas de medición más comunes son los siguientes:

- Contadores de energía: Miden la elaboración y el gasto de energía eléctrica de la subestación. Estos contadores, que pueden ser electromecánicos o electrónicos, proporcionan datos sobre la petición de potencia, la potencia activa y reactiva, la frecuencia, etc.
- Transformadores de corriente (TI) y transformadores de voltaje (TV): Estas herramientas se utilizan para reducir las corrientes y tensiones a niveles manejables y seguros. Proporcionan señales correspondientes a las corrientes y tensiones de la subestación, que posteriormente se utilizan para medición y seguridad.
- Analizadores de calidad eléctrica: Estos dispositivos rastrean y miden diversas características, como la distorsión armónica, el desequilibrio de tensión, el cofactor de potencia y la fluctuación de tensión, por lo tanto, contribuyen a supervisar y evaluar la calidad de la electricidad suministrada y, en caso necesario, a aplicar medidas correctoras.
- Sistema de protección de una Subestación Eléctrica (S. E.)

En una S.E., los sistemas de protección tienen por objeto identificar circunstancias anormales o fallos del sistema eléctrico y tomar las medidas oportunas. Los mecanismos de protección más comunes son los siguientes

- Relés de protección: Estas herramientas supervisan continuamente las corrientes, tensiones y otros aspectos del sistema eléctrico. Los relés de protección proporcionan una señal para desactivar equipos o activar dispositivos de corte, como disyuntores o fusibles, con el fin

de aislar el fallo y salvaguardar el sistema cuando se detecta una situación anormal, como una sobre corriente, un fallo a tierra o una sobretensión.

- Disyuntores: Son herramientas utilizadas para abrir o cerrar automáticamente circuitos eléctricos. Estos interruptores pueden utilizarse en sistemas de control automatizados o en respuesta a señales de relés de protección.
- Sistemas de puesta a suelo: Se conectan de forma segura al suelo las estructuras y equipos de las subestaciones. Facilitan el desempeño de los relés de protección en situaciones de caída a tierra y colaboran en la salvaguarda de individuos y equipos contra las descargas eléctricas.
- Sistemas de detección y extinción: Debido a la existencia de equipos eléctricos y a la posibilidad de que se produzcan averías que provoquen calor o chispas, son necesarios sistemas de Identificación y sofocación contra incendios. Estos medios de sistemas y los equipos de detección suelen encontrarse en las subestaciones, incluidos los detectores de humo y temperatura.

2.3.1 Comercialización

Es vista como una actividad adicional o complementaria a la producción y distribución. Su función es suministrar energía eléctrica desde la producción hasta el cliente final y puede ser de dos tipos: menor y mayor comercialización. (Tamayo et al., 2016).

2.3.2 Diseño de Mercado

Los modelos bajo los cuales se pueden desarrollar los distintos mercados eléctricos del mundo son los siguientes: (Fiestas, 2018)

2.3.2.1 Monopolio verticalmente integrado

Todas las etapas de la industria eléctrica antes mencionadas se consolidan en una sola empresa: comercialización, transición, distribución y generación.

2.3.2.2 Modelo de comprador único

Ejecuta un canal obligatorio o intermediario entre la interacción existente entre la etapa de distribución y generación, posibilitando que diferentes generadores eléctricos autónomos intervengan firmemente en el mercado eléctrico.

2.3.2.3 Modelo de competencia mayorista

Todas las empresas generadoras de electricidad luchan por mantener estables su valor y/o porción en situaciones semejantes para abastecer a las distribuidoras eléctricas.

2.3.2.4 Modelo de competencia minorista

La opción de que los clientes elijan a sus suministradores de electricidad está incluida en el régimen mayoritario. El mercado eléctrico puede exhibir una variedad de fallas de mercado, tales como:

- **Externalidades de red**

Los efectos de congestión y club son los llamados. La utilidad de un servicio para los clientes está determinada por el número total de clientes que se suscriben, por lo que el efecto club influye positivamente. Los efectos de congestión, por otro lado, pueden tener una influencia negativa al limitar o limitar el uso de un servicio debido a la congestión del sistema.

- **Monopolio natural**

Comúnmente, la ejecución de una infraestructura de red requiere grandes inversiones. Esto se traduce en la existencia de costos fijos altos y costos marginales bajos. En base a lo anterior, se

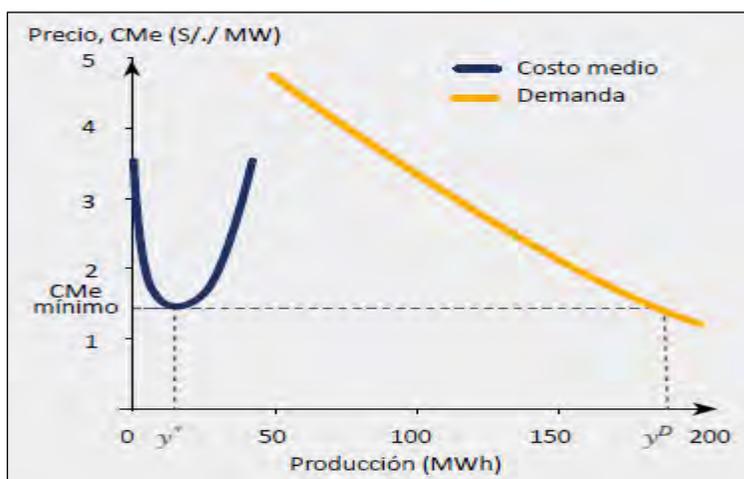
concluye que duplicar la red o partes de la red es en ciertos casos inútil. Por esta razón, es señalada como un sistema de monopolio natural.

2.3.3 Servicios de Interés General

La industria de producción de energía tiene en mente a muchas personas a partir de un enfoque económico y colectivo. En ese sentido, se requiere la existencia de un sistema dinámico de materiales, personas, información y activos para el consumo y la producción de bienes. Por ello, los sectores encargados del transporte, la electricidad y las telecomunicaciones satisfacen ciertas necesidades básicas.

El mercado eléctrico se rige por la noción de economía de escala, que se define como una situación en la que el presupuesto medio de elaborar un bien se reduce a consecuencia de incrementar la demanda. La Figura 2-34 muestra la curva de costos de mediano plazo de un productor de este servicio y la curva de demanda. Dentro del área de producción eléctrica que va de 0 a y^* , se pueden observar economías de escala; en cambio, si se observan economías de escala, donde se requieren nuevos generadores de y MWh, la producción es muy pequeña.

Figura 2 - 34: Curva de demanda de la economía de escala

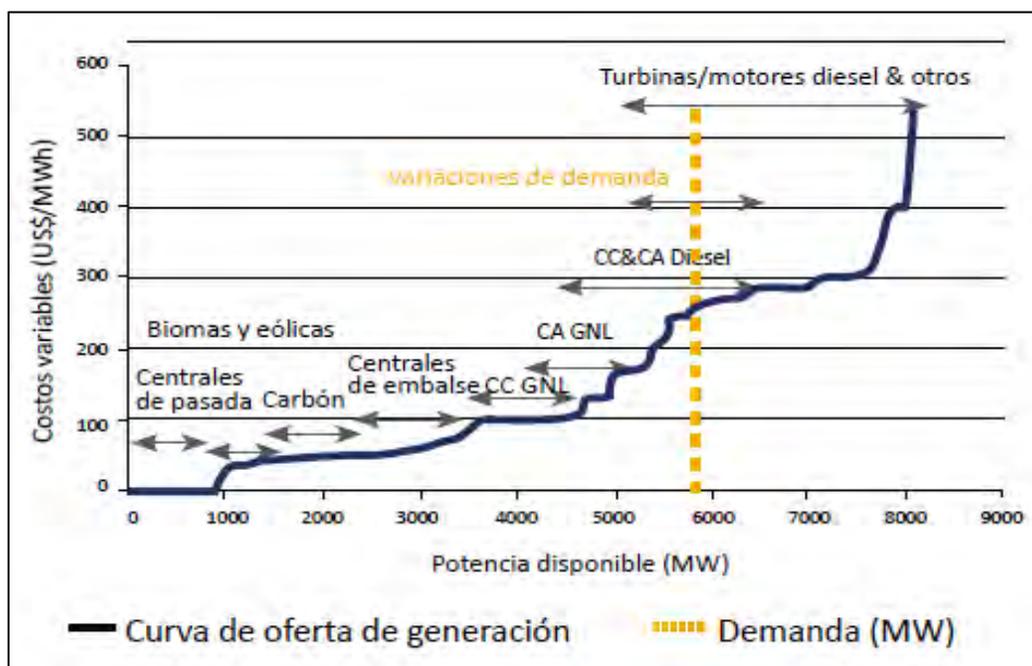


Fuente: Tamayo et al. (2016)

El diseño del mercado destaca la interacción que existe entre los agentes del sector que ofrecen, comercializan y utilizan la electricidad. Las autoridades reguladoras establecen la normativa, creando un incentivo en el mercado competitivo, asegurando la suficiencia y adecuación en la oferta.

En el mercado se establece un precio que es el mismo que el coste marginal, el cual abarca los costes que se producen por proporcionar cada 15 min una cantidad fija de electricidad. Es por ello que, los abastecedores realizan el despacho de estos equipos teniendo en cuenta el costo, específicamente de menos a más; a partir de esta norma, el coste marginal se basa en el costo variable de un equipo de mayor costo; de esta forma se podrá alimentar el generador.

Figura 2 - 35: Costos marginales de un sistema de energía

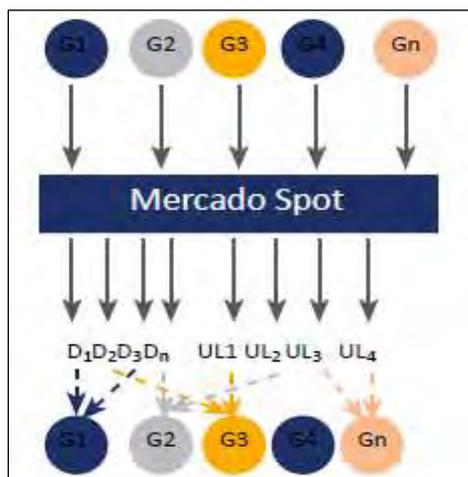


Fuente: Tamayo et al. (2016)

Dentro del mercado mayoritario, los generadores proveen electricidad al sistema de acuerdo con su costo variable; además, el retiro de ésta se brinda a los equipos con base en el

compromiso, como lo demuestran los contratos firmados por sus clientes (distribuidores o usuarios libres).

Figura 2 - 36: *Diseño de mercado eléctrico*



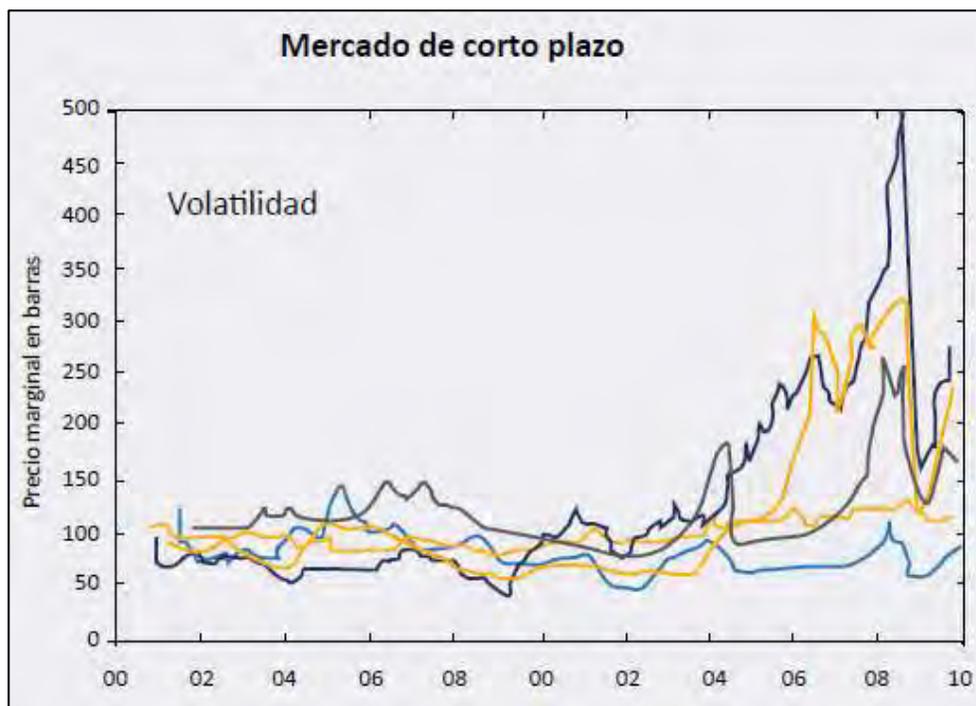
Fuente: Tamayo et al. (2016)

Los mercados de corto plazo tienen un alto grado de variación de precios, y la proporción y la demanda deben estar en constante equilibrio. Tienen un impacto en los mercados a largo plazo al resaltar las oportunidades de inversión. Además, las previsiones y expectativas del mercado pueden tener un impacto a largo plazo en el mercado.

Figura 2 - 37: *Mercado de largo plazo*.



Fuente: Tamayo et al. (2016)

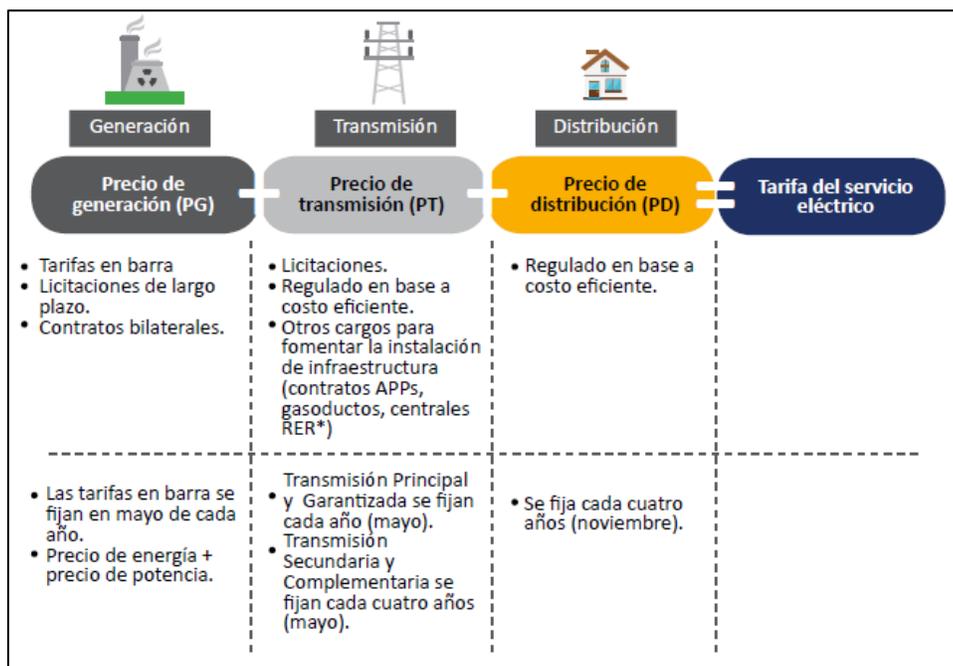
Figura 2 - 38: *Mercado de corto plazo*

Fuente: Tamayo et al. (2016)

2.3.4 Fijación de Tarifas de Electricidad

La tarifa establecida en el mercado eléctrico se aplica a aquellos clientes que poseen una demanda máxima por año de 200 kW; sin embargo, también se extiende a quienes tengan entre 200 y 2500 kW y, en consecuencia, opten por ser regulados, teniendo en cuenta que esta condición de demanda les otorga el derecho a elegir su categoría de usuario. Los consumidores con un consumo anual superior a 2500 kW entran en la categoría de clientes independientes, por lo que tienen la opción de negociar libremente las condiciones del suministro eléctrico con cualquiera de las empresas generadoras o distribuidoras (Tamayo et al., 2016).

Figura 2 - 39: Estructura de fijación de precios regulados



Fuente: Tamayo et al. (2016)

2.3.4.1 Precio a nivel de generación

Para determinar el PNG (precios a nivel de generación), es necesario tener en cuenta la Ley N° 28832, puesto que ya existe una política de licitaciones de contratos entre las distribuidoras y las empresas generadoras, siendo que las primeras tienen la posibilidad de llevar a cabo subastas para satisfacer las ventas dirigidas al Servicio Público de Electricidad. De estas subastas, resultaría el precio de la energía.

Dado que es posible que gane más de una empresa abastecedora de energía con múltiples cotizaciones, considerando precios de acuerdo con lo especificado por OSINERGMIN en la licitación, se calcula la media de los precios propuestos y luego el precio de la empresa es obtenido.

Dado que las empresas distribuidoras pueden en algún momento imponer requisitos más altos de lo que los postores estiman y contratan, también pueden contratar directamente con los

generadores (precios menores o iguales a los generados por los precios de barra aprobados por OSINERGMIN). Finalmente, el precio pagado por varios usuarios regulados es un peso entre el costo de barra definido por OSINERGMIN y el precio de empresa obtenido de la oferta.

El precio de generación se modifica en determinados periodos de tiempo, por diversas circunstancias, tal son la cotización de divisas, el valor de insumos o sobre la inflación existente, así como otros factores.

2.3.4.2 Precio de transmisión

Cargo que se hace por la utilización de redes que posibilitan el traslado de la electricidad hasta el punto del cliente. Considerando la energía eléctrica, existen ciertos cambios dados por la Ley N° 28832. Antiguamente, solo se contaba con los sistemas de transmisión SEIN (interconectado nacional) y el SPT (principal) o SST (), actualmente se cuenta con el SGT (garantizado) y el SCT (complementario).

La energía se transmite por medio de las redes principales y secundarias. La transmisión principal ayuda a conectar centros de consumo y producción, asimismo, la el costo es asumido por los usuarios. Gracias al planeamiento nacen los planes de líneas de transmisión del SGT y SCT, de esta forma se estableció un plan para la expansión de las redes, aprobado previamente por el COES y el MEM.

Figura 2 - 40: Tarifas eléctricas en Perú



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2016)

2.3.4.3 Precio de distribución y comercialización

Los precios asociados a las actividades de distribución son fijados por OSINERGMIN. Determinado cada cuatro años con base en demostraciones de alta eficiencia, las empresas son pagadas a través de VAD (Valor Agregado Adicional); mientras que el precio comercializado es una tarifa fija que abarca cada proceso tanto de lectura como de facturación del medidor (procesamiento, emisión, distribución y recepción de recibos, etc.) Costos incurridos. VAD se define por ser el coste global por año que se divide en costos propios del cliente, sin tener en cuenta sus necesidades.

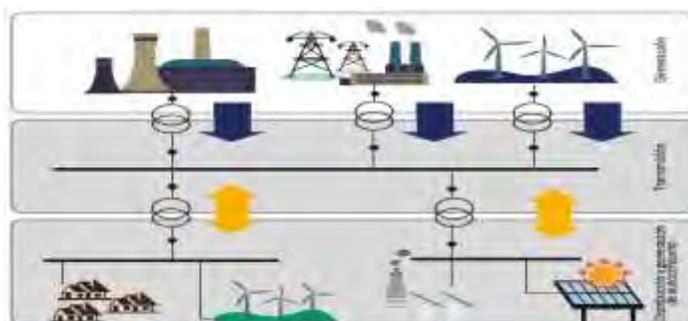
2.3.5 Generación Distribuida

Es aquella fuente conectada próximamente a los puntos de consumo por esta razón, están integradas a la misma red de media o mínima tensión en la que están los usuarios (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2007).

Estos sistemas se fomentan por sus beneficios sobre el SEG, que se detallan a continuación: (Vásquez y otros, 2017)

- Se reducen las pérdidas técnicas por generación, puesto que se instalan a la misma magnitud de voltaje donde tiende a ser producido al momento de ser consumido.
- Se disminuyen las magnitudes sobre inversión requeridos por medio de la red a causa de una menor demanda de potencia exigida.
- Se observa un mejoramiento sobre los patrones de tensión ocasionado por el inferior de los pares eléctricos.

Figura 2 - 41: *Esquema de generación distribuida*



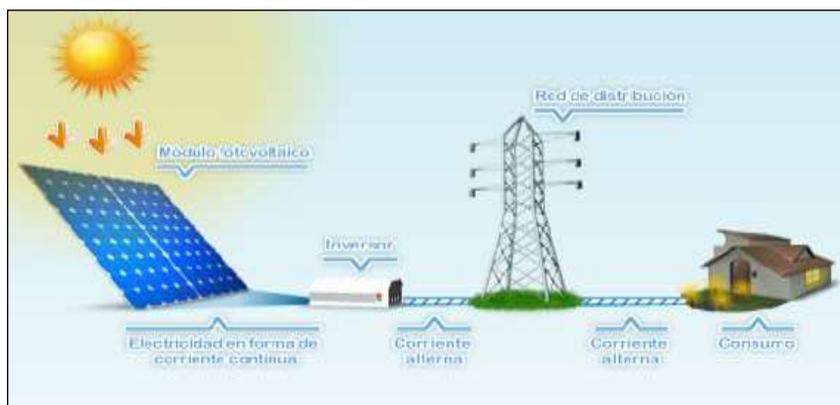
Fuente: Tamayo et al. (2016)

2.3.6 *Generación fotovoltaica (FV)*

Dado ello logra tener por gran beneficio la de no emitir CO₂ u otro gas de efecto invernadero. Asimismo, se caracteriza por ser modular, siendo este mismo la que aborda obtener mayores potencias al instalarse añadiendo módulos con pequeñas capacidades. De igual forma, no tienden a presentar medios económicos a escala, esto mismo tiende a facilitar su aplicación por medio de pequeños usuarios. Las tarifas unitarias de dicha tecnología pueden ser demasiado diversos originado por las variaciones presentes sobre los recursos de medio primario a disponibilidad, dependiendo su punto geográfico. Por otro lado, los costos requeridos para

implementarlos son significativamente altos en comparación a otras tecnologías (entre 2,500 y 3,500 US\$/KW instalado) (Vásquez y otros, 2017).

Figura 2 - 42: *Energía fotovoltaica*



Fuente: García (2022)

Dentro de sus componentes tenemos los siguientes: (Ayllu Solar, 2018)

2.3.6.1 Paneles solares

Los cuales captan la energía fotovoltaica transmitida por el sol, estos pueden ser monocristalinos (eficiencia de 18% a 22%), policristalinos (eficiencia de 14% a 17%) o de capa fina (eficiencia de 8% a 12%).

Figura 2 - 43: *Tipos de paneles solares*



Fuente: García (2022)

2.3.6.2 Controlador

Son equipos encargados de regular las cargas que transmiten los paneles solares, antes de su llegada a las baterías.

Figura 2 - 44: *Controlador solar*



Fuente: García (2022)

2.3.6.3 Baterías

Encargadas de retener la energía producida por los paneles para su posterior distribución y utilización.

Figura 2 - 45: *Batería de sistema fotovoltaico*



Fuente: García (2022)

2.3.6.4 Inversor

Se utiliza para transformar la energía almacenada y brindada por los paneles solares, de corriente continua a alterna, que la utilizada por la sociedad.

Figura 2 - 46: *Inversor de sistema fotovoltaico*

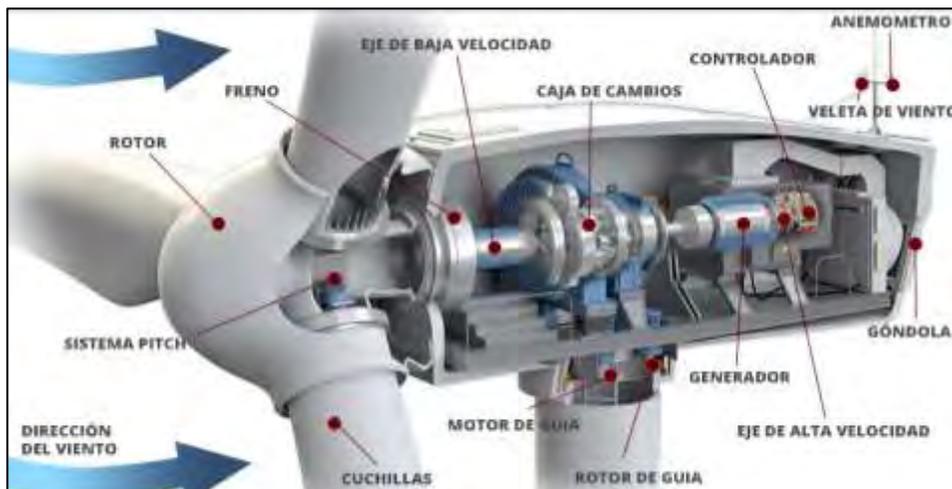


Fuente: García (2022)

2.3.7 Microturbinas eólicas

Este tipo de generación tiene también la importante característica de ser renovable. La energía generada asociados a una turbina de viento tiende a estar en función del viento que incide sobre dicha máquina, abarcando continuidades y frecuencias de gran complejo al prever aún en amplios horizontes temporales. Esta intermitencia en la generación dificulta el control sobre la calidad de ondas, además por medio de situaciones de mayor inserción, resulta difícil equilibrar la generación con la demanda. Asimismo, los costos no fijos de la producción de energía eólica, lógicamente, son reducidos; sin embargo, su costo de instalación es mayor, variando dentro de un rango entre 1,600 y 2,100 US\$/KW instalado (Vásquez y otros, 2017).

Figura 2 - 47: Aerogenerador



Fuente: Marcial (2018)

2.3.8 Motores de Gas Natural

Los motores de combustible interno son alimentados con gas natural y de baja potencia (aprox. 2 MW) son también utilizados para la generación distribuida. Poseen un costo de inversión de aproximadamente 500 US\$/kW. Se debe considerar que este sistema de producción eléctrica implica el costo del combustible, el cual es el 75% de las tarifas para su mantenimiento y operación asociados (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2007).

Figura 2 - 48: Generador a gas natural

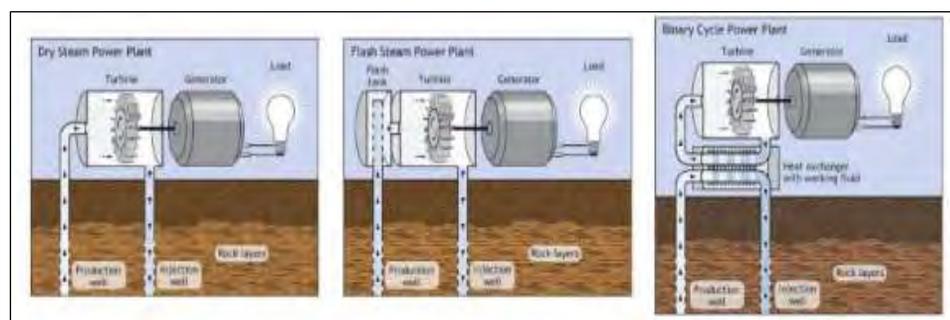


Fuente: Sánchez (2020)

2.3.9 Energía Geotérmica

Es la que proviene del centro del globo, esta es transportada por un fluido, el cual puede ser vapor de agua o agua, dependiendo de sus características, la energía es utilizada para calentar o generar electricidad (IRENE, 2019). Dentro de los equipos que se suelen utilizar tenemos dry steam, y flash:

Figura 2 - 49: Energía geotérmica



Fuente: García (2022)

2.3.10 Energía Mareomotriz

Ésta aprovecha la variación de mareas, esto se produce por la fuerza de gravedad, así como por la ubicación del planeta y la luna. Al generarse una diferencia de alturas en la marea, se puede aprovechar colocando ciertos elementos móviles, los cuales tendrían como función subir o bajar, de la misma forma que el agua, de esta manera se acopla un alternador y se generaría energía eléctrica (Gianola, 2018).

Figura 2 - 50: *Energía mareomotriz*

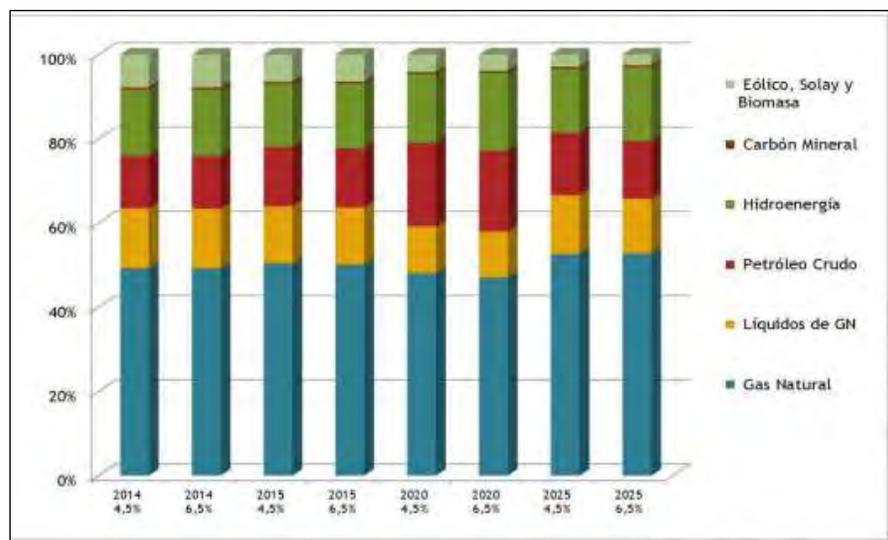


Fuente: *García (2022)*

2.3.11 *Producción de Energía Primaria*

En la Figura 2-51 se logra observar que la producción primaria está dada por gas natural, líquido de GN, hidroenergía, petróleo crudo, carbón mineral y energías renovables (eólica, solar y biomasa). (MINEM, 2018)

Figura 2 - 51: *Producción de energía primaria*

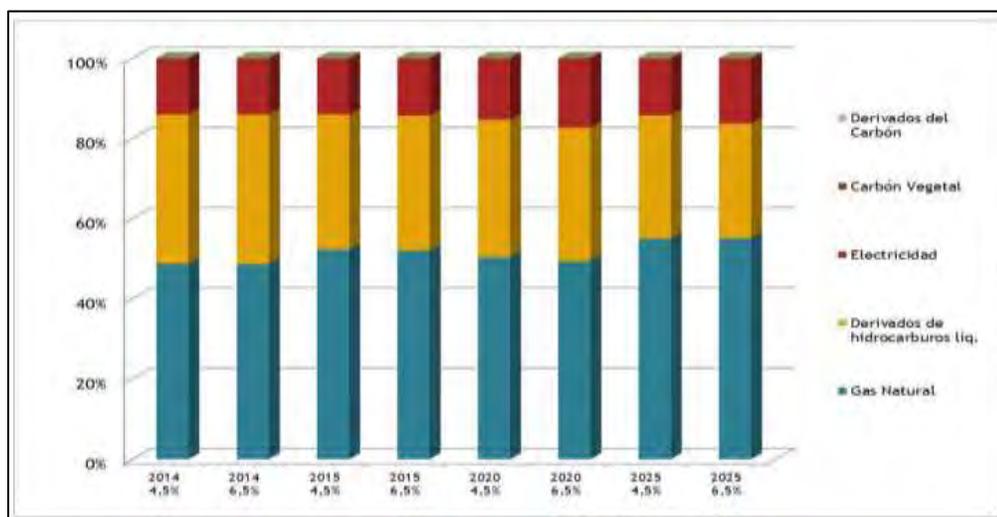


Fuente: *Tamayo et al. (2016)*

2.3.12 Producción de energía secundaria

En la figura 2-52, la producción secundaria señala una proyección al 2025 desde el 2014. Se observa que dentro de la energía secundaria se tiene el carbón vegetal, gas natural, derivados de hidrocarburos líquidos, electricidad y derivados del carbón. (MINEM, 2018).

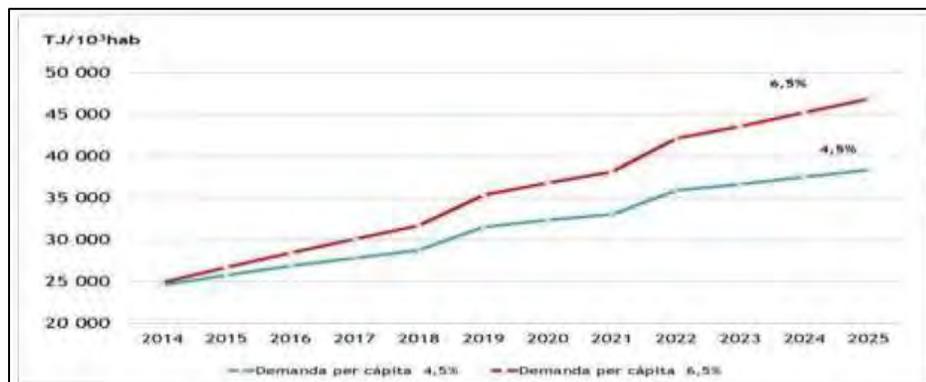
Figura 2 - 52: Producción de energía secundaria



Fuente: Tamayo et al. (2016)

A continuación, se indica el progreso de la demanda en dos escenarios, con el PBI a 4,5% y 6,5%. Con una proyección al año 2025 (MINEM, 2018).

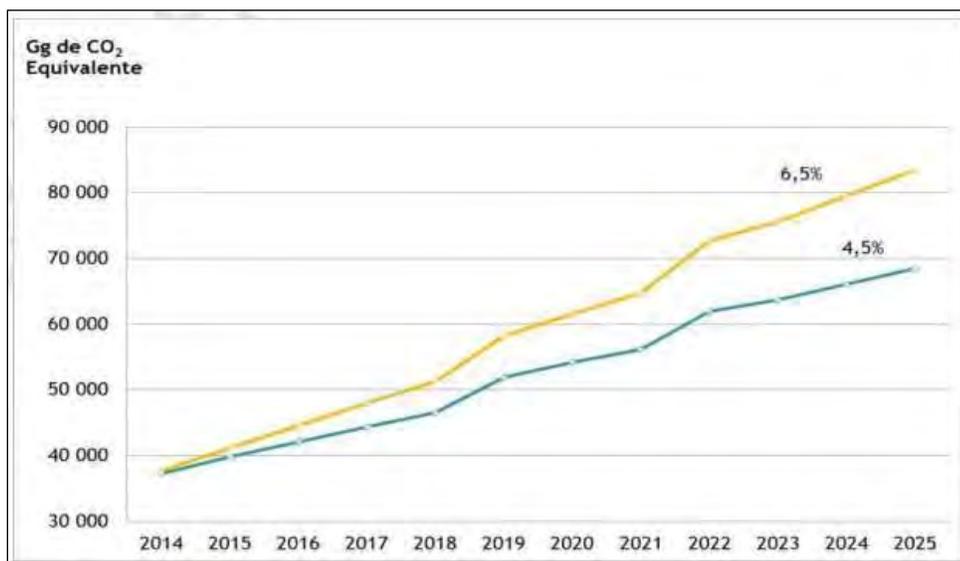
Figura 2 - 53: Despliegue de la demanda final total de energía per cápita



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2014)

Por medio de la figura siguiente se exhibe el punto de emisión sobre CO₂ como proyección, también en ambos escenarios, con los PBI diferentes.

Figura 2 - 54: *Emisión de CO₂ equivalente*

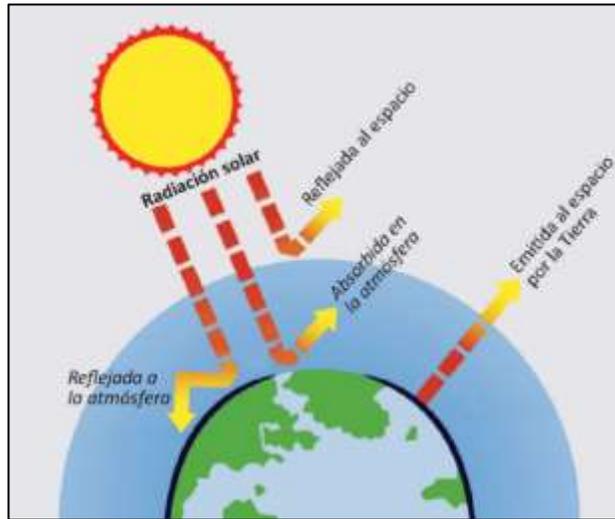


Fuente: *Ministerio de Energía y Minas (2014)*

2.3.13 Radiación solar

La radiación que da el sol, pasa por el espacio vacío y va por diferentes direcciones, sus pérdidas son insignificantes al interactuar con objetos materiales. Pero, existe una variación en la irradiación solar dependiendo de la distancia, puesto que esta es la densidad de flujo radial. Puesto que existe una relación entre las dimensiones del planeta y la distancia a la que se encuentra el sol, se puede definir un valor constante en la superficie, según la OMM, nos da un valor de 1367 W/m² (Lamigueiro, 2020).

Figura 2 - 55: Radiación solar



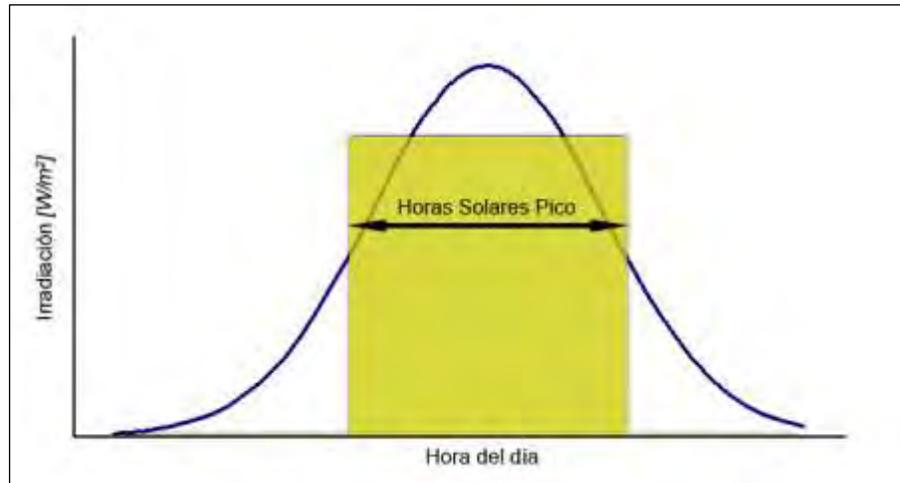
Fuente: Cortés et al. (2020)

$$\text{Irradancia: } \frac{\text{Potencia}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Irradianción: } \frac{\text{Potencia} * \text{hora}}{\text{superficie}} = \frac{\text{kW} * \text{h}}{\text{m}^2}$$

2.3.13.1 Hora solar pico (HSP)

Determina cuánta energía solar llega a un metro cuadrado de superficie, esta medida se utiliza en el cálculo de dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos. Se puede definir por medio de la magnitud energética sobre la superficie el cual percibe la supuesta irradiación constante equivalente a 1 kW/m^2 .

Figura 2 - 56: *Hora solar pico*

Fuente: Cortés et al. (2020)

2.3.13.2 Cálculo de número de paneles

Se necesita la potencia de los paneles seleccionados, las horas pico solar, así como la energía real que se necesita satisfacer (Vega et al., 2019). La ecuación es la siguiente:

$$Np = \frac{E}{n \times Wp \times HSP}$$

Conexión de los planes en serie y paralelo

En serio, es necesario realizar la siguiente ecuación: (Vega et al., 2019)

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

Siendo:

N_s : Número de módulos en serie.

V_{PANEL} : Tensión nominal sobre los módulos (de acuerdo al fabricante)

V_{BAT} : Tensión nominal sobre el sistema.

Simultáneamente, tenemos lo siguiente: (Vega et al., 2019).

$$N_p = \frac{N_{mod}}{N_s}$$

Donde:

N_p : Número sobre los paneles.

N_{mod} : Número sobre los módulos.

N_s : Número sobre los módulos en serie.

Seguido de esto se realiza la determinación de la máxima corriente de entrada y salida, ambos valores están dados por las siguientes ecuaciones: (Vega et al., 2019).

$$I_{entrada} = 1,25 \times I_{mod} \times N_{paneles}$$

$$I_{salida} = \frac{1,25 \times P_{AC} / n_{inv}}{V_{BAT}}$$

En caso la corriente sea muy elevada, es necesario realizar una redistribución de los paneles, con el fin de reducir la corriente, tanto a la salida como a la entrada del regulador.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA MINA S.M.R.L.

ANTONIO RAIMONDI ESPINAR

3.1 Consumo General

3.1.1. *Condiciones actuales del sistema eléctrico de la mina*

La unidad minera S.M.R.L. Antonio Raimondi con RUC N° 20454206046, desde el inicio de sus operaciones, 18 de marzo del 2006, tiene como fin la extracción y procesamiento de minerales obtenidos en la zona de explotación que se le asigno, por lo que desde su creación hasta la actualidad se evidenció un incremento del consumo de energía eléctrica, así como una inadecuada distribución de los equipos.

Las operaciones de extracción se realizan en la Quebrada Luli, provincia de Espinar, departamento de Cusco y en el distrito de Condorama.

Figura 3 - 1: *Ubicación de la Mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar*



Fuente: Google Earth.

Comentario: Ubicación y geografía de la mina Antonio Raimondi de Espinar.

Para hallar el consumo energético de la mina S.M.R.L. Se solicitó una muestra de 12 recibos de electricidad, que se puede ver en la figura 3-2. , así mismo se puede tomar tres puntos importantes. La tarifa contratada, abordando dicho caso llega a ser de MT3, la potencia contratada es igual a 200 kW y el nivel de tensión con el que se da el suministro es de 23 kV. A la vez, la energía suministrada viene del alimentador Tintayá 01 TI-01 (1435).

Figura 3 - 2: Recibo de Energía de la mina Antonio Raimondi S.M.R.L.

NOMBRE S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		RU.C.0045420696	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA																																																																																																																																																																	
DIRECCION PREDIO TRAFICHE-SAN BONIFACIO-PATACOILLANA ESPIDAR		SISTEMA TRIFASICO 3 Filas ELECTRONICO		ANTERIOR 28/09/2021																																																																																																																																																																	
DFTO / PROV CUSCO/SPINAR/CONDORO 402-ZONA SICUANI MAYORES		MEDIDOR 2844119		ACTUAL 28/10/2021																																																																																																																																																																	
ALIMENTADOR TI-01 (1435) RUTA 006-03-70-001000		CONEXION CS 2 Aerea		LECTURA CORRECTA																																																																																																																																																																	
SISTEMA SE0038 - YAURI		Sec. Típica: 4																																																																																																																																																																			
TARIFA MT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 200.00	HP 200.00	HFP 200.00	NIVEL DE TENSION (V) 23 Kv																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ANTERIOR</th> <th>ACTUAL</th> <th>DIFFERENCIA</th> <th>FACTOR</th> <th>CONSUMO</th> <th>CONSUMOS A CUENTA</th> <th>FACTURADO</th> <th>UNIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>TOTAL S.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENERGIA ZONA URBANA PUNTA</td> <td>3,374.220</td> <td>8,208.890</td> <td>4,834.670</td> <td>1,040.900</td> <td>241,769.98</td> <td></td> <td>241,769.98</td> <td>KWh</td> <td>0,2782</td> <td>67,279.9</td> </tr> <tr> <td>ENERGIA ZONA URBANA</td> <td>354.870</td> <td>504.370</td> <td>149.500</td> <td>1,040.900</td> <td>49,531.97</td> <td></td> <td>49,531.97</td> <td>KWh</td> <td>0,3002</td> <td>14,873.6</td> </tr> <tr> <td>ENERGIA RURAL</td> <td>742.873</td> <td>739.350</td> <td>-3.523</td> <td>1,040.900</td> <td>29,869.36</td> <td></td> <td>0,00</td> <td>KWh</td> <td>0,0000</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>POTENCIA POR DISPOSITIVOS</td> <td></td> <td>0.850</td> <td>0.850</td> <td>1,040.900</td> <td>242.90</td> <td></td> <td>242.90</td> <td>KW</td> <td>23,3000</td> <td>5,657.4</td> </tr> <tr> <td>INCREMENTO POR CONEXIONES</td> <td></td> <td>0.800</td> <td>0.800</td> <td>1,040.900</td> <td>499.63</td> <td></td> <td>499.63</td> <td>KW</td> <td>61,9600</td> <td>30,957.0</td> </tr> <tr> <td colspan="10">SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 4,238.56</td> <td>TOTAL ENERGIA 126,656.91</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)</td> <td>3,640.00</td> </tr> <tr> <td>CARGO FIJO</td> <td>11.95</td> </tr> <tr> <td>INTERGASE COMERCIALIZACION</td> <td>240.27</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION</td> <td>20.97</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td>SUB TOTAL 129,770.03</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICV 10%</td> <td>22,958.81</td> </tr> <tr> <td>INTERESE MERCATORIO</td> <td>0.54</td> </tr> <tr> <td>LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL</td> <td>2,546.90</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO DEL MES</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO MES ANTERIOR</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table> </td> <td>TOTAL MES 155,699.30</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>DUPLICADO</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>ULTIMO DIA DE PAGO: 18 nov 2021</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>SON: CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 30/100 SOLES- TOTAL S/ 155,699.30</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO</p> </td> </tr> </tbody> </table>					CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S.	ENERGIA ZONA URBANA PUNTA	3,374.220	8,208.890	4,834.670	1,040.900	241,769.98		241,769.98	KWh	0,2782	67,279.9	ENERGIA ZONA URBANA	354.870	504.370	149.500	1,040.900	49,531.97		49,531.97	KWh	0,3002	14,873.6	ENERGIA RURAL	742.873	739.350	-3.523	1,040.900	29,869.36		0,00	KWh	0,0000	0.00	POTENCIA POR DISPOSITIVOS		0.850	0.850	1,040.900	242.90		242.90	KW	23,3000	5,657.4	INCREMENTO POR CONEXIONES		0.800	0.800	1,040.900	499.63		499.63	KW	61,9600	30,957.0	SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 4,238.56										TOTAL ENERGIA 126,656.91	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)</td> <td>3,640.00</td> </tr> <tr> <td>CARGO FIJO</td> <td>11.95</td> </tr> <tr> <td>INTERGASE COMERCIALIZACION</td> <td>240.27</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION</td> <td>20.97</td> </tr> </tbody> </table>										DESCRIPCION	VALOR	ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)	3,640.00	CARGO FIJO	11.95	INTERGASE COMERCIALIZACION	240.27	MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	20.97	SUB TOTAL 129,770.03	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICV 10%</td> <td>22,958.81</td> </tr> <tr> <td>INTERESE MERCATORIO</td> <td>0.54</td> </tr> <tr> <td>LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL</td> <td>2,546.90</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO DEL MES</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO MES ANTERIOR</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table>										DESCRIPCION	VALOR	ICV 10%	22,958.81	INTERESE MERCATORIO	0.54	LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL	2,546.90	REDONDEO DEL MES	0.01	REDONDEO MES ANTERIOR	0.03	TOTAL MES 155,699.30	<p>DUPLICADO</p>										<p>ULTIMO DIA DE PAGO: 18 nov 2021</p>										<p>SON: CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 30/100 SOLES- TOTAL S/ 155,699.30</p>										<p>PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO</p>									
CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S.																																																																																																																																																											
ENERGIA ZONA URBANA PUNTA	3,374.220	8,208.890	4,834.670	1,040.900	241,769.98		241,769.98	KWh	0,2782	67,279.9																																																																																																																																																											
ENERGIA ZONA URBANA	354.870	504.370	149.500	1,040.900	49,531.97		49,531.97	KWh	0,3002	14,873.6																																																																																																																																																											
ENERGIA RURAL	742.873	739.350	-3.523	1,040.900	29,869.36		0,00	KWh	0,0000	0.00																																																																																																																																																											
POTENCIA POR DISPOSITIVOS		0.850	0.850	1,040.900	242.90		242.90	KW	23,3000	5,657.4																																																																																																																																																											
INCREMENTO POR CONEXIONES		0.800	0.800	1,040.900	499.63		499.63	KW	61,9600	30,957.0																																																																																																																																																											
SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 4,238.56										TOTAL ENERGIA 126,656.91																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)</td> <td>3,640.00</td> </tr> <tr> <td>CARGO FIJO</td> <td>11.95</td> </tr> <tr> <td>INTERGASE COMERCIALIZACION</td> <td>240.27</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION</td> <td>20.97</td> </tr> </tbody> </table>										DESCRIPCION	VALOR	ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)	3,640.00	CARGO FIJO	11.95	INTERGASE COMERCIALIZACION	240.27	MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	20.97	SUB TOTAL 129,770.03																																																																																																																																																	
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																				
ALIMENTADO PUBLICO (Alimentado AP: S/ 0,7013)	3,640.00																																																																																																																																																																				
CARGO FIJO	11.95																																																																																																																																																																				
INTERGASE COMERCIALIZACION	240.27																																																																																																																																																																				
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	20.97																																																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ICV 10%</td> <td>22,958.81</td> </tr> <tr> <td>INTERESE MERCATORIO</td> <td>0.54</td> </tr> <tr> <td>LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL</td> <td>2,546.90</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO DEL MES</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>REDONDEO MES ANTERIOR</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table>										DESCRIPCION	VALOR	ICV 10%	22,958.81	INTERESE MERCATORIO	0.54	LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL	2,546.90	REDONDEO DEL MES	0.01	REDONDEO MES ANTERIOR	0.03	TOTAL MES 155,699.30																																																																																																																																															
DESCRIPCION	VALOR																																																																																																																																																																				
ICV 10%	22,958.81																																																																																																																																																																				
INTERESE MERCATORIO	0.54																																																																																																																																																																				
LEY 28749 REACCIONIFICACION RURAL	2,546.90																																																																																																																																																																				
REDONDEO DEL MES	0.01																																																																																																																																																																				
REDONDEO MES ANTERIOR	0.03																																																																																																																																																																				
<p>DUPLICADO</p>																																																																																																																																																																					
<p>ULTIMO DIA DE PAGO: 18 nov 2021</p>																																																																																																																																																																					
<p>SON: CIENTO CINCUENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 30/100 SOLES- TOTAL S/ 155,699.30</p>																																																																																																																																																																					
<p>PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO</p>																																																																																																																																																																					

Fuente: Recibo de energía, Electro Sur Este S.A.A

Comentario: características del recibo de energía de la Mina Antonio Raimondi, evidenciando, datos del usuario, tipo de tarifa, Alimentador y tipo de conexión

Algunas de las características de la tarifa MT3 se expresan por medio de la Tabla 2-1:

Tabla 2 - 1: *Particularidades de la tarifa MT3*

Parámetros y sistemas de medida	Cargos por facturación
El cálculo de dos valores de energía activa y una sobre potencias activas (2E1P)	a) Cargos fijos al mes
Energía: Pico y Fuera de Pico	b) Cargos por energía activa durante horas pico
Potencia: Pico mensual	c) Cargos por energía activa fuera durante horas pico
Modalidad sobre facturación de potencia activa: contratada o variante	d) Cargos por potencias activas generadoras
Calificación de Potencia:	e) Cargos por potencias activas por empleo de las redes de distribución
P: Usuario presente en pico	f) Cargos por energías reactivas
FP: Usuarios presentes fuera de pico	

Fuente: MINEM

Comentario: Parámetros de la opción tarifaria MT3

Por medio de la siguiente tabla también se logra apreciar más características referentes a la tarifa MT3, específicamente los costos establecidos en esta tarifa.

Tabla 2 - 2: *Costo de potencia en la tarifa MT3*

Cargos	Tarifas de acuerdo a su calificación	
	Usuarios Presentes en Pico	Usuarios Fuera de Pico
Potencia generadora	24,050 S/. /kW mensual	14,80 S/. kW mensual
Potencia al emplear redes de distribución	9,540 S/. /kW mensual	9,89 S/. kW mensual

Fuente: MINEM (2016)

Comentario: costos de los parámetros de potencia de la tarifa MT3.

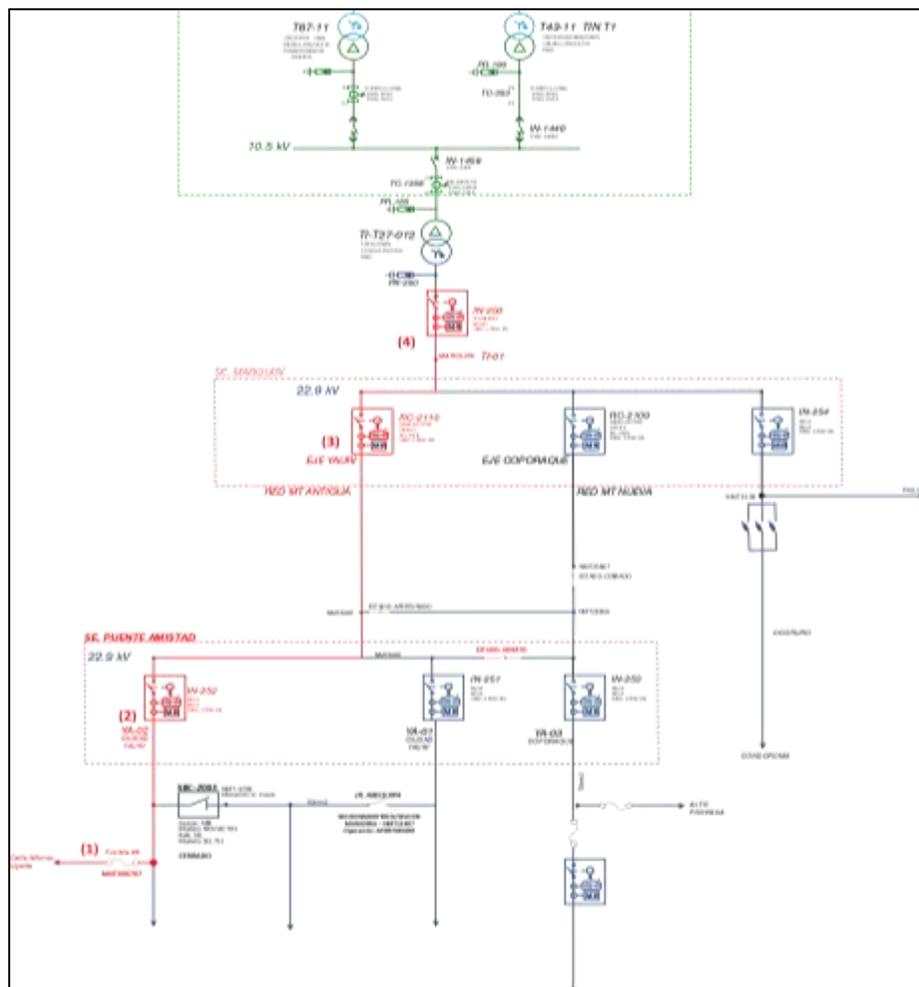
3.1.2. Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Yauri - Condoroma

Por medio del diagrama unifilar del sistema eléctrico Yauri - Condoroma es una representación visual de la disposición y las conexiones de los componentes eléctricos del sistema de forma condensada y unidimensional. Al mostrar la ubicación de los conductores, los dispositivos de seguridad, los componentes de conmutación y los equipos de producción, transformación, además de la distribución de electricidad, este prototipo de diagrama se utiliza a razón de describir gráficamente la estructura del sistema eléctrico. (Osinermin, 2020).

Este diagrama unifilar permite ver cómo están interconectados los distintos componentes del sistema eléctrico en el escenario particular de Yauri - Condoroma. La posición y la conectividad de las subestaciones eléctricas, los medios transmisores, los transformadores, las redes encargadas de distribuir, los interruptores y los contadores, entre otros elementos pertinentes, son una ilustración de ello. (Osinermin, 2020).

La finalidad primordial de los diagramas unifilares aborda ofrecer cierta imagen concisa y sencilla sobre la disposición física del sistema eléctrico, alcanzando facilitar ser comprendida sobre su funcionamiento, además de ayudar al diseño, funcionamiento, mantenimiento y protección del sistema. También puede ser utilizado como ayuda para la planificación y coordinación sobre ciertas tareas que se relacionan por medio del suministro de energía eléctrica en Yauri - Condoroma (Osinermin, 2020).

Figura 3 - 3: Diagrama unifilar del alimentador Tintaya 01.



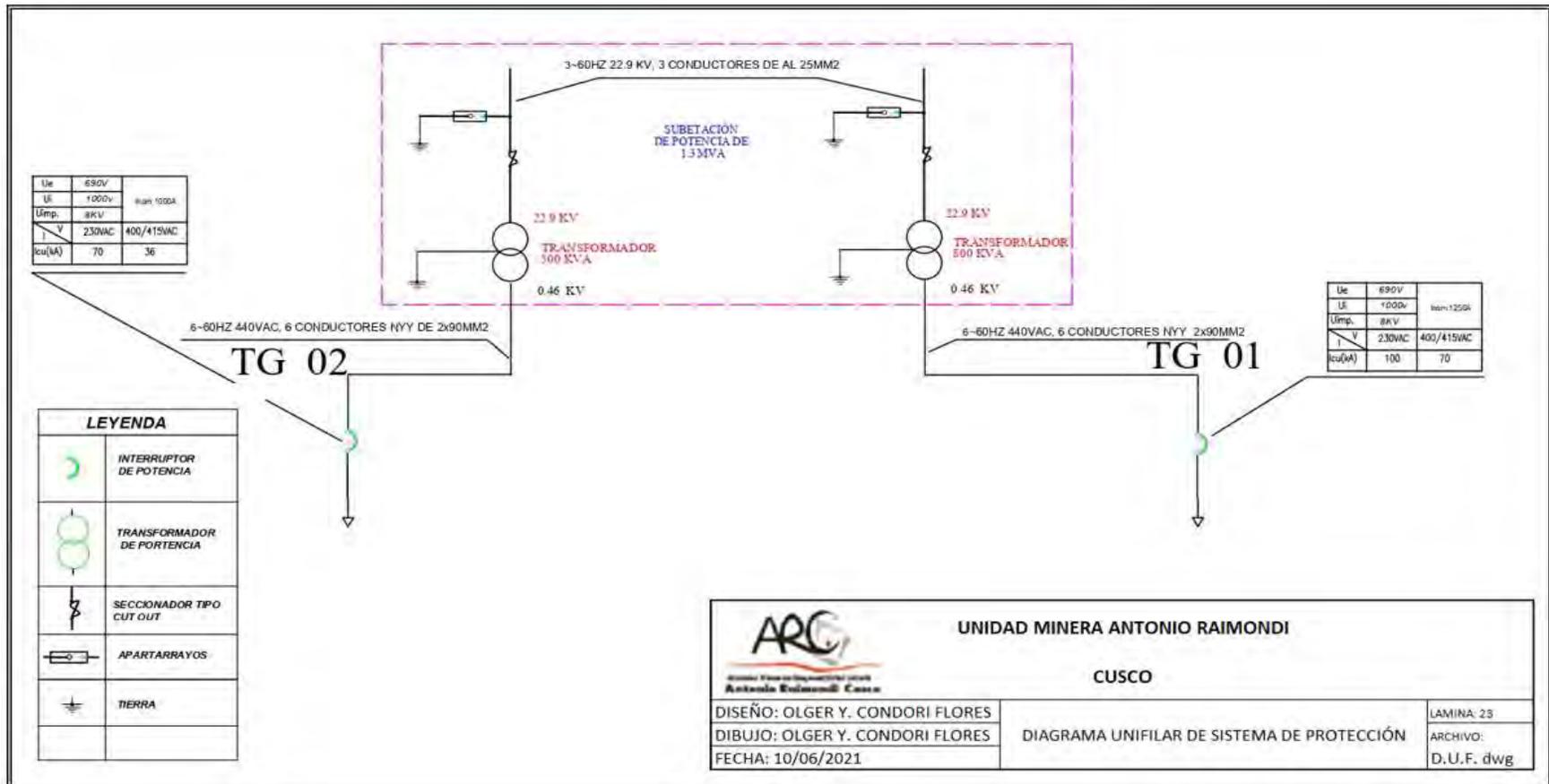
Fuente: Concesionaria eléctrica Electro Sur Este S.A.A (Osinermin, 2020).

Es fundamental recalcar que, el diagrama unifilar presenta una representación condensada del sistema eléctrico, mostrando las conexiones entre las partes de forma lineal e ignorando la ubicación específica de cada componente. Se recomienda consultar documentación técnica, planos y estudios especializados de la región en cuestión para obtener información más completa sobre el sistema eléctrico de Yauri - Condorama.

La unidad minera como se mencionó su característica tarifaria es MT3, la potencia contratada es de 200kW y el nivel de tensión con el que se da el suministro es de 23kV.

3.1.3. Diagrama unifilar de la subestación eléctrica sobre la minera Antonio Raymondi

Figura 3 - 4: Diagrama unifilar de la subestación eléctrica sobre la mina Antonio Raimondi



Fuente: Unidad minera.

Esta subestación pertenece a la unidad minera Antonio Raimondi, la cual es la encargada de su mantenimiento y administración, la misma que es suministrada de energía eléctrica por el alimentador Tintaya 01 (TI-01). Está conformada por los siguientes componentes de protección, así como de medición:

3.1.3.1 Transformador de potencia 500 kVA

El transformador es trifásico, marca ELECTRIC POWER, compuesta con las siguientes características:

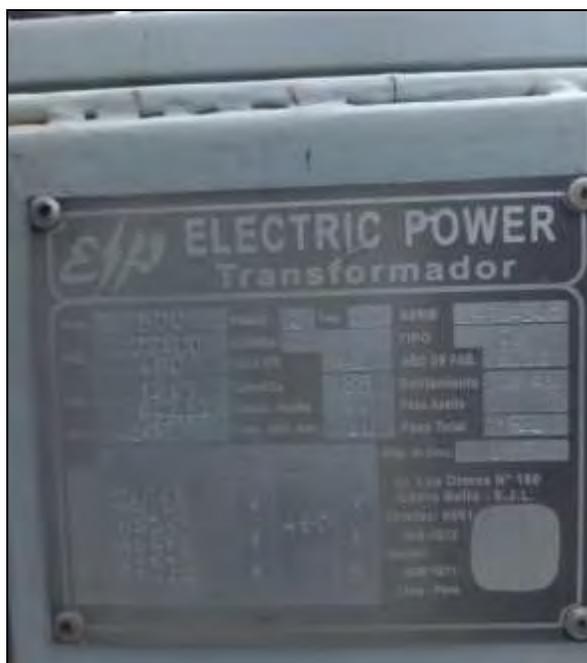
- Nro. serie: T-154505
- Norma de Fabricación: NTP 370002
- Año de Fabricación: 01-2015
- Número de fases: 3
- Potencia Nominal: 500 VA
- Frecuencia: 60 Hz
- Voltajes Nominales: 460 /22900V
- Corrientes Nominales: 12.61/627.57 A
- Configuración de Conexión: DYn5
- Categoría de Enfriamiento: Oil Natural Air Natural (ONAN)
- Valor sobre la Parte Activa: 1920 Kg.

Figura 3 - 5: Transformador de potencia 500 kVA



Fuente: Propia de los autores.

Figura 3 - 6: Placa de características del transformador de potencia 500 kVA



Fuente: Propia de los autores.

3.1.3.2 Transformador de potencia 800 kVA

Este mismo aborda ser trifásico, marca ELECTRIC POWER, cuyas características son:

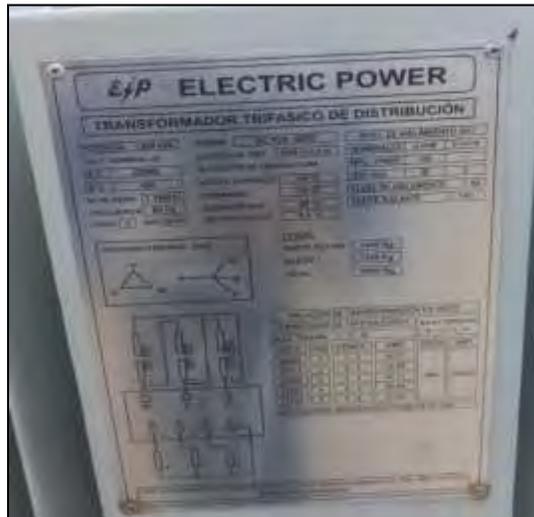
- Nro. serie: T 194913
- Normativa de origen: IEC PUB. 60076
- Año de origen: 2019
- Cantidad de fases: 3
- Potencia Nominal: 800 VA
- Frecuencia: 60 Hz
- Voltajes Nominales: 460 /22900V
- Corrientes Nominales: 12.61/627.57 A
- Configuración de Conexión: DYn5
- Categoría de Enfriamiento: ONAN
- Valor sobre la Parte Activa: 1400 Kg.

Figura 3 - 7: Transformador de potencia 800 kVA



Fuente: Propia de los autores.

Figura 3 - 8: *Placa de características del transformador de potencia 800 kVA*



Fuente: Elaboración propia

Pararrayos

Son los dispositivos eléctricos conformados por componentes resistivos de medio no lineal y explosor, los cuales tienden a limitar la extensión de las sobretensiones la cual tiende a originarse por medio de las descargas de medio atmosférico, operaciones del interruptor o desproporción sobre el sistema.

Su función no aborda ser suprimir las ondas por sobre tensiones, dado ello, consiste en generar cierta limitación sobre sus magnitudes al valor del cual no perjudiquen el aislamiento del mecanismo; dado ello, optimizar su calidad de suministro del sistema es de importancia.

Figura 3 - 9: *Pararrayos*

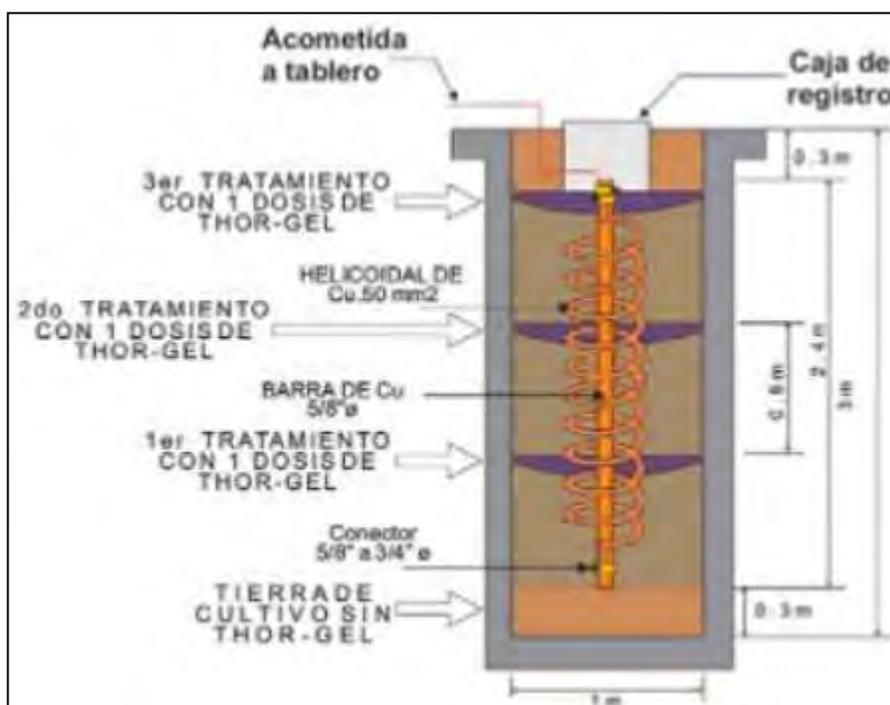


Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3 Puesta a tierra

Protección del sistema eléctrico, ya sea de generación, transmisión y distribución, cuya función consiste en disipar las sobretensiones y/o corrientes de falla a tierra, ello se exhibe por medio de la presente figura.

Figura 3 - 10: *Sistema puesta a tierra*



Fuente: Dirección general de electricidad (Osinermin, 2020).

3.1.3.4 Interruptor de Potencia

Aborda ser los dispositivos del sistema protector de gran trascendencia de la subestación eléctrica. Su función consiste en cerrar y aperturar circuitos bajo cierta condición de carga, vacíos o por condición de fallas. Así mismo, inserta o retira cables, líneas aéreas, máquinas o equipos sobre los circuitos energizados. Al acontecer la condición de falla, dicho dispositivo interrumpe la corriente de los cortos circuitos del orden equivalente a kA; por tanto, puede generar soporte sobre el esfuerzo dinámico y térmico al cual se somete y así generar liberación de contingencia.

Asimismo, tiene mecanismos que almacenan energía el cual tiende a permitir el cierre de hasta 5 veces con anterioridad al ser la energía interrumpida de forma completa; aborda ser uno de los mecanismos de tipo resorte.

3.1.3.5 Sistema de medición de la unidad minera

Figura 3 - 11: *Vista panorámica del sistema de medición de la mina Antonio Raimondi Cusco*



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.5.1 Transformador mixto de medición

El transformador de medida es de marca ELECTRIC POWER, contemplando por especificaciones técnicas:

- Cantidad de elementos: 03 sistemas.
- Frecuencia de la red: 60 Hz.

- Montajes: Exteriores.
- Índice de transformación de voltaje: 229 000/ 220 V.
- Cantidad de aisladores de porcelana por medio del MT: 6.
- Relación de corriente: 50/5 A.
- Categoría - precisión con rangos extendidos: 0.20 S.
- Configuración de conexión: Dyn5.
- Cantidad de Fases: 3.
- Categoría de aislamiento: Refrigerantes dieléctricos.
- Enfriamientos: ONAN.
- Grado de protección tapa de conexiones: IP-55.

Figura 3 - 12: Transformador mixto de medida de la mina Antonio Raimondi.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.5.2 Medidor multifunción electrónico

Cuenta con el medidor multifunción marca ELSTER, cuyas especificaciones técnicas son:

- Modelo: A1800.
- Número de serie: 02906488.
- Año de fabricación: 2021.
- Normas de aprobación de modelo: NMP 014: 2012; NMP 022: 2016.
- Tensión de referencia: 3x57.5/100V, 3x220/380V, 3x377/480V.
- Corriente de base: 1A.
- Corriente máxima: 1A.
- Constante: 5000 imp/kWh.
- Clase: 2s.
- Número de fases: 3.
- Número de hilos: 4.
- Certificado de homologación: INACAL-DML/HLE-005-2018.
- Visualizador: LCD.
- Clase de protección: II

Figura 3 - 13: *Medidor multifunción de la mina Antonio Raimondi*



Fuente: Área de clientes mayores de Electro Sur Este.

Figura 3 - 14: Ficha de aferición del medidor multifunción de la mina Antonio Raimondi Cusco.



UNIDAD DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA
AUTORIZADA POR INACAL-DM
N° DE REGISTRO: UVM 031



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INICIAL N° 0038165

1. Datos del Instrumento:

Marca	ELSTES	Tensión de referencia (V _r)	3x57.7/100V; 3x220/380V; 3x277/480V
Modelo	A1800	Corriente de base (I _b)	1A
Número de serie	02906488	Corriente máxima (I _{max})	10A
Fabricante	Elster Rometrics SRL	Frecuencia de referencia	60Hz
Procedencia	Romania	Constante	5000 Imp/kWh
Año de fabricación	2021	Clase	0.25
Norma de Aprobación de Modelo	NMP 014:2015; NMP 022:2016	Clase de protección	II
Certificado de Homologación(*)	INACAL-DM/HLE-005-2016	Número de hilos	4
Visualizador	LCD	Fase	3

(*) Emitido por la Dirección de Metrología del INACAL.

2. Resultados:
Ensayos realizados de acuerdo a la NMP 022:2015 (Ref. IEC 62058-31); Temperatura: 23.6°C

Inspección visual	Tensión en c.a.	Vacío	Atrunque
Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Corriente	0.02 I _b		I _b			I _{max}	
	1	1	1	5-N	T-N	0.5 ms	1
Carga	Equilibrada	Equilibrada	R-N	5-N	T-N	Equilibrada	Equilibrada
Error (%)	± 0.2	± 0.1	± 0.2	± 0.1	± 0.3	± 0.0	± 0.2
Lim. Error (%)	± 0.4	± 0.2	± 0.3	± 0.3	± 0.5	± 0.3	± 0.2
Verificación del registro	Conforme						

*) p. Verificación de potencia

Fecha de verificación: **2021-04-08**

3. Trazabilidad:
Equipo de ensayo de medidores de energía eléctrica marca ZERA, modelo MTS300, número de serie 1010301 y clase de exactitud 0,02; con certificado de calibración No 01.12-01/2021 emitido por Flster Rometrics el día 12.01.2021. Equipo de ensayo con tensión alterna marca ZERA, modelo COM3003, número de serie 04-0008-2 y clase de precisión 0,008; con certificado de calibración 5602 emitido por DAkkS Germany el día 16.01.2019, 6043 emitido por DAkkS Germany el día 15.08.2019 y certificado de calibración 6124 emitido por DAkkS Germany el día 07.09.2019.

4. Conclusiones:
El medidor verificado cumple con los requisitos establecidos en la NMP 022:2015 (Ref. IEC 62058-31).

5. Observaciones:
Este medidor fue ensayado a la tensión de 3x220/380V

6. Lugar y fecha de emisión:
Timisoara / Romania: 2021-04-08

Albu Octavian
Empleado de laboratorio



Lesanu Bogdan
Tecnico de Calidad



Fuente: Área de clientes mayores de Electro Sur Este.

3.2 Análisis Energético del historial de consumo de energía del año 2017 al 2021

A su vez, conforme a los registros sobre consumo eléctrico para la Mina Raimondi, podemos obtener un registro de la energía consumida los meses y años anteriores, tanto consumo energía hora punta como fuera de esta. Obteniendo un valor total por mes de kWh consumidos por la empresa minera. Lo cual se aprecia en la tablas y gráficos siguientes:

Tabla 3 - 1: *Consumo total Año 2021*

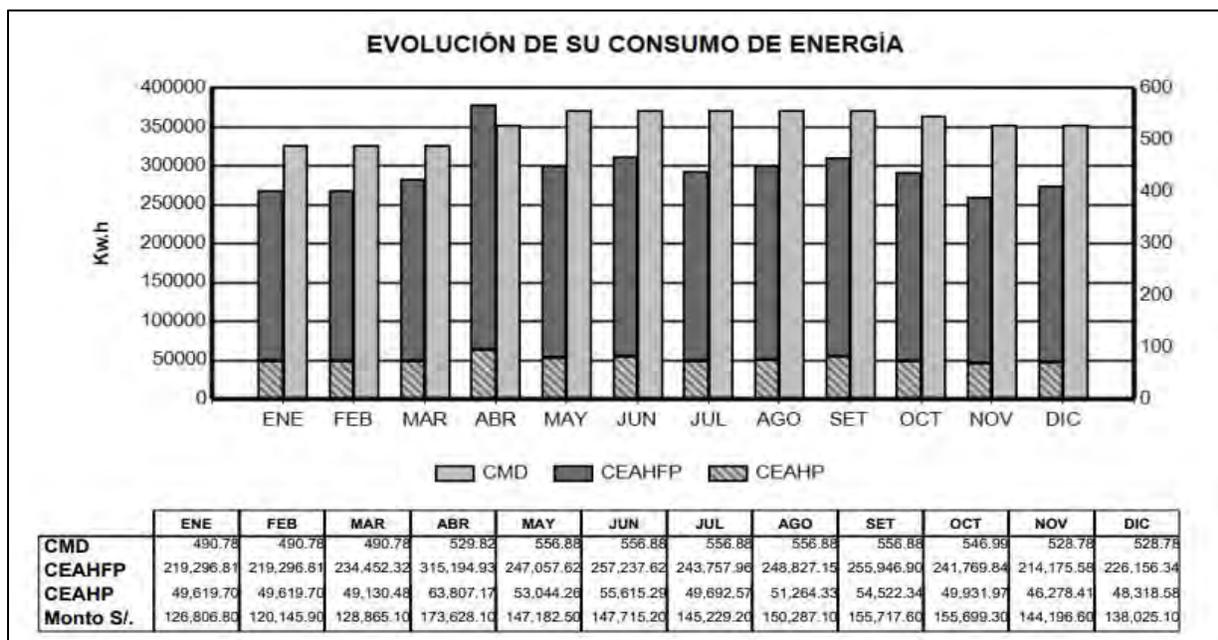
Periodo	Energía Hora fuera punta (kWh)	Energía hora punta (kWh)	Energía Reactiva	Total (kWh)
ENERO	219296.81	49619.7	42208.5	268916.51
FEBRERO	219296.81	49619.7	42208.5	268916.51
MARZO	234452.32	49130.48	10075.91	283582.8
ABRIL	315194.93	63807.17	15675.95	379002.1
MAYO	247057.62	53044.26	27542.21	300101.88
JUNIO	257237.62	55615.29	9534.64	312852.91
JULIO	243757.96	49692.57	41552.73	293450.53
AGOSTO	248827.15	51264.33	40886.55	300091.48
SETIEMBRE	255946.9	54522.34	35234.47	310469.24
OCTUBRE	241769.84	49931.97	27469.35	291701.81
NOVIEMBRE	214175.58	46278.41	33673.12	260453.99
DICIEMBRE	226156.34	48318.58	59123.12	274474.92

Fuente: Depósito de datos SIELSE- División de ventas ELSE (Propia de los autores)

Comentario: Para el caso en estudio no se considera la energía reactiva, debido que este no supera alrededor del 30% sobre la energía activa en su totalidad, por ende, no se puede facturar

la excedencia de energía reactiva (Norma “Opción Tarifaria y Condición de Aplicación sobre las Tarifas a Usuario Final” Resolución N° 01908-2001 OS/CD)

Figura 3 - 15: *Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2021.*



Fuente: Area de clientes mayores Electro Sur Este.

Figura 3 - 16: Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2021.

Para Consultar su número de Cliente es: **004-0020521**
RECIBO ELECTRÓNICO N° S352 - 2988

NOMBRE: S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		R.U.C.: 2045290044	MEDIADORES DE ENERGÍA		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION PREMIO: TRAPICHE-SAN BOMBAZAO-PATAECOLLANA ESPERANZA		SISTEMA: TRIFASICO 3-Phase ELECTRONICO		ANTERIOR: 07740007		
DPTO / PROV / ALIMENTADOR: CUSCO ESPERANZA CONDOÑO 402 ZONA SIQUEN MAYORES TI-01 (1415)		RUTA: 804-05-70-001000		ACTUAL: 07750001		
SISTEMA: SB015 - YACRI		Sec. Típica: 4		LECTURA: CORRECTA		

TARIFA: MIT	POTENCIA CONTRA TADA (KW): 200.00	HP: 200.00	HFP: 200.00	NIVEL DE TENSION (V): 240v
-------------	-----------------------------------	------------	-------------	----------------------------

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	TARIFA	CONSUMO	CONSUMO ADICIONAL	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	OTRO %
ENERGIA BOM. PROM. BOMBA	4,422.22	4,328.22	-94.00	0.485000	227.0000		109,154.34	Wh	0.4770	52,543.00
ENERGIA BOM. PROM.	9.69.222	962.822	-86.400	0.490000	98.0000		48,112.34	Wh	0.4925	12,770.80
ENERGIA REACTIVA	450.000	478.000	28.000	0.390000	37.0000		14,628.00	kWh	0.3928	0.00
ENERGIA POR REINTEGRACION		2.453	2.453	0.416000	5.8800		2,453.00	Wh	0.4160	11,278.00
POTENCIA POR REINTEGRACION		1.000	1.000	0.496000	2.0000		1,000.00	Wh	0.4960	11,270.00

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: 4,328.22

DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Consumo	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422

TOTAL ENERGIA: 122,640.44

REINTEGRACION MENSUAL (REINTEGRACION DE 0.4160) 12,770.80

IMPORTE BOMBO 12,770.80

DIFERENCIA COMPENSACION 100.00

REINTEGRACION DE POTENCIA POR REINTEGRACION 11,270.00

EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA:

CONCEPTO	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE	IMPORTE
SUB TOTAL	124,810.67								
IMPORTE IVA	12,480.90								
COMERCIALIZACION POR REINTEGRACION	-12,840.17								
INTERES MORATORIO	24.00								
IMPORTE REINTEGRACION PORAL	0,465.00								
REINTEGRACION DEL MES	-0.01								
REINTEGRACION DEL ANTERIOR	-0.00								
TOTAL PAGO	124,829.59								
IMPORTE IVA (IMPORTE REINTEGRACION)	124,188.00								

DUPLICADO

ULTIMO DIA DE PAGO: 19 ene 2022

TOTAL S: 282,221.70

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

Evite el CORTE pagando este recibo hasta el 19 Ene 2022 Pasada esa fecha su suministro sera cortado.

Tiene hasta
Paga a Siempre
y EVITA EL
CORTE

LOCALIDAD: CUSCO	004-0020521	
Cantidad: 2	004-05-70-001000	
NOMBRE: S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		
DIRECCION: TRAPICHE-SAN BOMBAZAO-PATAECOLLANA	SOL: DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS VEINTIENO CON 70/100 SOLES	

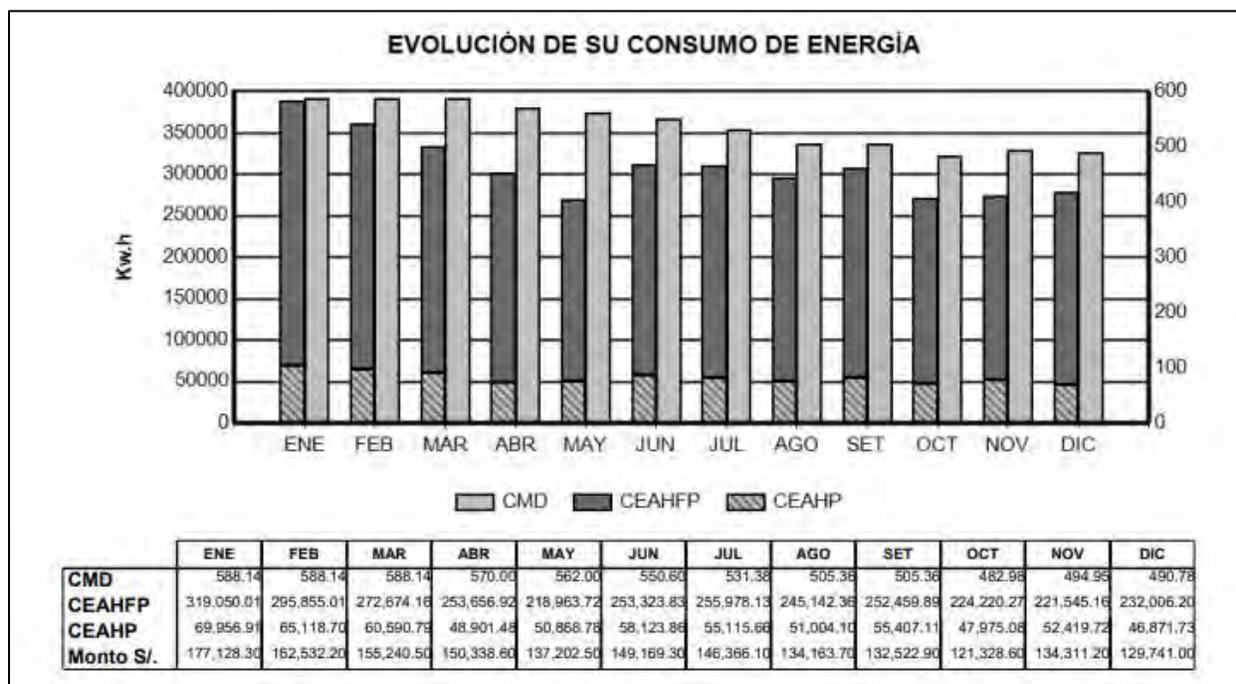
SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S.
004-0020521	352-2988	Diciembre 2021	03 Ene 2022	19 ene 2022	282,221.70

Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Tabla 3 - 2: Consumo del año 2020

Periodo	Energía Hora	Energía	Energía	Total (kWh)
2020	fuera punta	hora punta	Reactiva	
	(kWh)	(kWh)		
ENERO	238720.01	52398.91	46819.68	291118.92
FEBRERO	295855.01	65118.7	64317.21	360973.71
MARZO	272674.16	60590.79	64983.39	333264.95
ABRIL	253656.92	48901.48	131267.9	302558.4
MAYO	218963.72	50868.78	110210.49	269832.5
JUNIO	253323.83	58123.86	69459.26	311447.69
JULIO	255978.13	55115.66	60517.93	311093.79
AGOSTO	245142.36	51004.1	10492.27	296146.46
SETIEMBRE	252459.89	55407.11	8004.52	307867
OCTUBRE	224220.27	47975.08	31174.96	272195.35
NOVIEMBRE	221545.16	52419.72	30352.64	273964.88
DICIEMBRE	232006.2	46871.73	29696.88	278877.93

Fuente: Depósito de datos SIELSE- División de ventas ELSE (Propia de los autores)

Figura 3 - 17: *Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2020.*

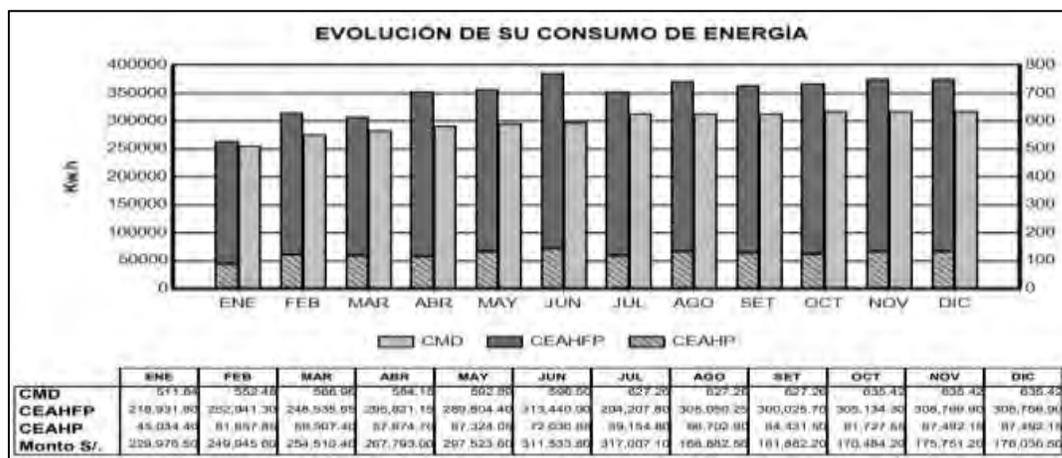
Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Tabla 3 - 3: Consumo del año 2019

2019	Energía Hora fuera pico (kWh)	Energía hora pico (kWh)	Energía Reactiva	Total (kWh)
ENERO	213592	43936	36426	257528
FEBRERO	246772	60154	48154	306926
MARZO	242474	58056	42766	300530
ABRIL	288606	56268	22010	344874
MAYO	282736	65682	20876	348418
JUNIO	305796	70274	20090	376070
JULIO	287032	57712	36736	344744
AGOSTO	297610	65076	30078	362686
SETIEMBRE	292708	62860	21254	355568
OCTUBRE	297692	60222	12678	357914
NOVIEMBRE	301236	65846	10824	367082
DICIEMBRE	301236	65846	10824	367082

Fuente: Depósito de datos SIELSE- División de ventas ELSE (Propia de los autores)

Figura 3 - 19: Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2019.



Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Figura 3 - 20: Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2019.

Para Consultar el número de Cuenta es

004-0020521

RECIBO N° 8 - 16120

MIS FACTURADOS		Diciembre 2019	
TOTAL		176,036.50	
VENCIMIENTO		16 ene 2020	
EMISION		31 Dic 2019	

NOMBRE S.M.I.C.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		RUC: 2045420046	MEDIDORES DE ENERGIA		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION PREMIO TRAPICHE SAN BENITO PATACOLLANA ESPINAN			SISTEMA TRIFASICO 3 Fases ELECTROSCCO		ANTERIOR 26/11/2019	
DIFICIL / PROV UNO CASHAPALTA LINDORO - MS ZONA SIERRAS MAYORES			MEDIDOR 0786440		ACTUAL 26/12/2019	
ALIMENTADOR EL-05 (1455) RUTA 094-0570 601000			CONEXION CS-2 Aerea		LECTURA CORRECTA	
SESTEMA SESTOBA - TAIARI Soc. Tipico						

TARIFA	MT3	POTENCIA CONTRATADA (KW) 300.00			HP 300.00	HFP 200.00	NIVEL DE TENSION (V)	220v
--------	-----	---------------------------------	--	--	-----------	------------	----------------------	------

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS AJUSTADA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S
ENERGIA REAL (KWH) 2019	34,708.242	31,348.122	-3,360.120	0.98	308,000	304,748.80	495,748.80	KWh	0.0025	84,887.44
ENERGIA REAL (KWH) 2020	8,512.890	8,547.800	35.910	0.98	20,000	20,100.00	30,482.12	KWh	0.0025	76,111.30
ENERGIA REAL (KWH)	7,144.830	7,290.900	146.070	0.98	20,000	20,100.00	30,482.12	KWh	0.0025	76,111.30
ENERGIA REAL (KWH) 2019	2,850.520	2,850.520	0.000	0.98	20,000	20,100.00	30,482.12	KWh	0.0025	76,111.30
ENERGIA REAL (KWH) 2020	0.000	0.000	0.000	0.98	20,000	20,100.00	30,482.12	KWh	0.0025	76,111.30

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: 51

TOTAL ENERGIA 84,887.44

DESCUENTO PROMOCION (CONSUMO 2019 VS 2020) 10,000.00

DESCUENTO 2020 10,000.00

IMPORTE POR FAVORABLES 100.00

IMPORTE POR CONSUMOS 176,036.50

IMPORTE POR SERVICIOS 0.00

SUB TOTAL		136,036.50
IGV 18%		24,177.79
TOTAL		176,036.50

DUPLICADO

IMPORTE NETO		176,036.50
---------------------	--	-------------------

ULTIMO DIA DE PAGO: 16 ene 2020

SON: CIENTO SETENTA Y SEIS MIL TREINTA Y SEIS CON 50/100 SOLES TOTAL S: 176,036.50

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

*Para leer más y más el año. Hacer clic en el enlace y ver más información en el sitio web.

LOCALIDAD	CUSCO	004-0020521
Cuenta	2	004-0570-001000
NOMBRE	S.M.I.C.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO	
DIRECCION	TRAPICHE SAN BENITO PATACOLLANA SON CIENTO SETENTA Y SEIS MIL TREINTA Y SEIS CON 50/100 SOLES	

SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S
004-0020521	8-16120	Diciembre 2019	31 Dic 2019	16 ene 2020	176,036.50

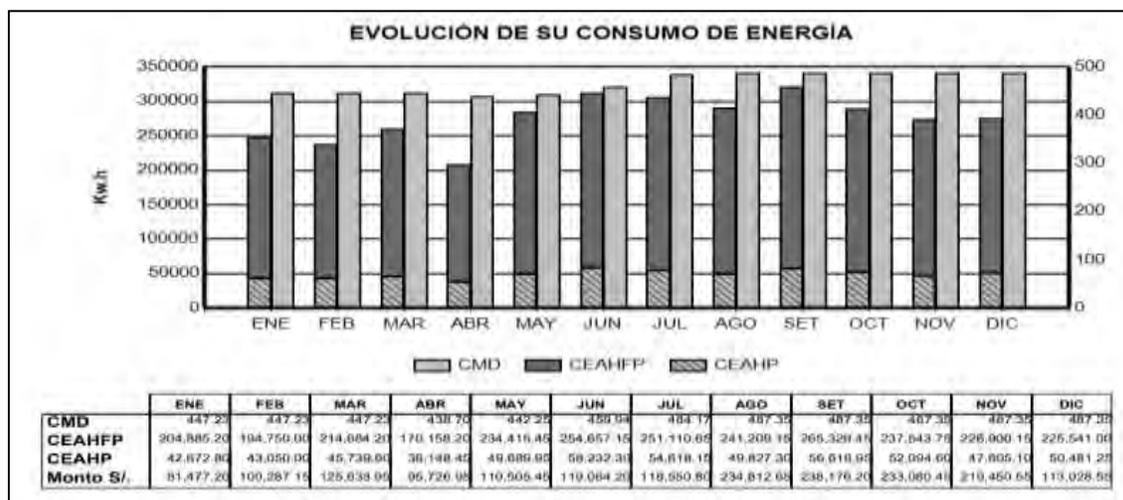
Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Tabla 3 - 4: Consumo del año 2018

2018	Energía Hora fuera pico (kWh)	Energía hora pico (kWh)	Energía Reactiva	Total (kWh)
ENERO	199888	41632	57184	241520
FEBRERO	265072	59694	77312	324766
MARZO	209448	44624	64200	254072
ABRIL	166008	37218	50264	203226
MAYO	228698	48478	54644	277176
JUNIO	248446	56812	41014	305258
JULIO	244986	53286	42804	298272
AGOSTO	235326	48612	40344	283938
SETIEMBRE	258858	55238	46938	314096
OCTUBRE	231750	50824	77536	282574
NOVIEMBRE	221366	46444	48054	267810
DICIEMBRE	220040	49250	22222	269290

Fuente: Depósito de datos SIELSE- División de ventas ELSE (Propia de los autores)

Figura 3 - 21: Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi, periodo Diciembre 2018.



Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Figura 3 - 22: Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2018

Para Consultar el número de Cliente es
004-0020521
RECIBO N° 8 - 14254

MIS FACTURADO: Diciembre 2018	
TOTAL: 332,479.10	
VENCIMIENTO: 21 ene 2019	
EMISIÓN: 03 Ene 2019	

NOMBRE S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO	REC-204540894	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PREBIO: TRAPICHE-SAN BONIFACIO-PATACOCELLANA ESPINAR	ALIMENTADOR: CUSCO ESPINAR-CONDORO TL-01 (1455)	SISTEMA: TRAFANCO 3 Fases ELIOTRONICO	ANTERIOR: 26/11/2018
RECEPTE: GEORIE-YAURI	RECIBO: 004-03-70-401000	MEDIDOR: 07pas140	ACTUAL: 26/12/2018
	Sec. Tránsito: +	CONEXION: C5-2 Aires	LECTURA: CORRECTA

TARIFA: MT3	POTENCIA CONTRATADA (KW): 200 (0)	HP: 200 (0)	HFP: 300 (0)	NIVEL DE TENSION (V): 230V
-------------	-----------------------------------	-------------	--------------	----------------------------

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO A CUENTA	FACTORADO	USUARIOS	PRECIO INSTALADO	TOTAL S/
ENERGIA 2018-12-01	22,877.87%	23,797.87%	920.0000	208,0000	228,740.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.1100	25,157.87
ENERGIA 2018-12-01	9,348.33%	9,184.42%	-163.9100	208,0000	91,844.22	0.0000	0.0000	0.0000	0.2200	20,368.64
ENERGIA 2018-12-01	0.0000%	0.0000%	0.0000	208,0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ENERGIA 2018-12-01	0.0000%	0.0000%	0.0000	208,0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ENERGIA 2018-12-01	0.0000%	0.0000%	0.0000	208,0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: 51,366 kWh

TOTAL ENERGIA 25,157.87

REEMBOLSO POR CORTO (Acceso a la red de distribución) 0.11

TARIFA 2018 20,368.64

SUPERAVANCE CONSERVACION 100.00

RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA CONEXION 17.00

VARIACION ESTADISTICA 54.84

SUB TOTAL	30,600.07
CON IVA	28,000.01
INTERES FINANCIERO	18.07
IMPORTE DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA CONEXION	17.00
RECIBIDO DEL MES	0.00
TOTAL MES	112,024.25
RENTA (12/12/18) - 12/12/18	22,589.88

DUPLICADO

SON: TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE CON (0/100)	TOTAL S/ 332,479.10
---	----------------------------

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

Ultimo día de pago: **21 ene 2019**

Empresa Nacional de Energía Eléctrica

Evite el CORTE pagando este recibo hasta el 21 ene 2019 Pasada esa fecha su suministro será cortado.

LOCALIDAD: CUSCO	D04-0020521
Código: /	004-03-70-001000
NOMBRE: S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO	
DIRECCION: TRAPICHE-SAN BONIFACIO-PATACOCELLANA	SON TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE CON (0/100)

SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
004-0020521	8-14254	Diciembre 2018	03 Ene 2019	21 ene 2019	332,479.10

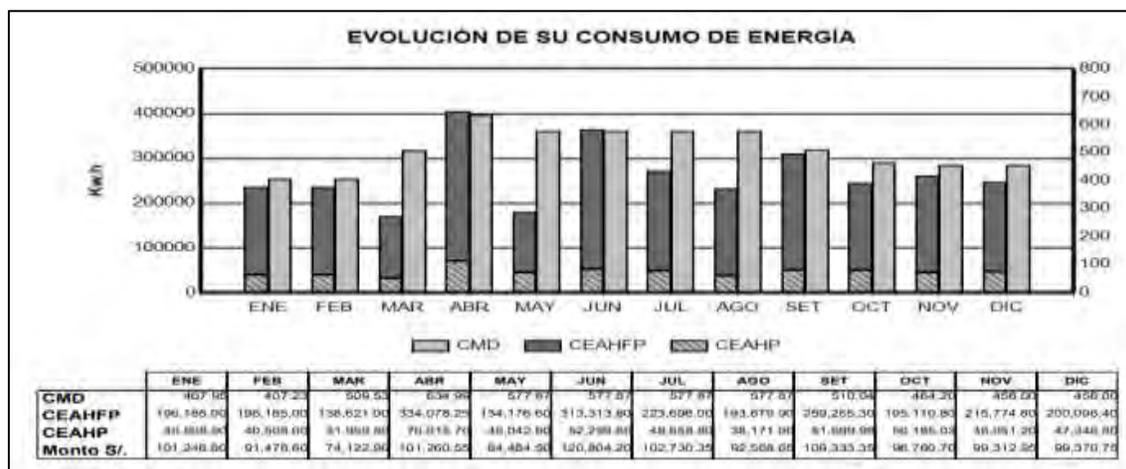
Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Tabla 3 - 5: Consumo del año 2017

2017	Energía Hora fuera pico (kWh)	Energía hora pico (kWh)	Energía Reactiva	Total (kWh)
ENERO	191400	39520	0	230920
FEBRERO	191400	39520	0	230920
MARZO	135240	31180	32760	166420
ABRIL	193664	42760	66976	236424
MAYO	130904	43944	61360	174848
JUNIO	305672	51024	34288	356696
JULIO	218240	47472	47392	265712
AGOSTO	188956	37240	34318	226196
SETIEMBRE	252932	50439	52930	303371
OCTUBRE	190352	48961	55936	239313
NOVIEMBRE	210512	44928	60736	255440
DICIEMBRE	195216	46192	66208	241408

Fuente: Depósito de datos SIELSE- División de ventas ELSE (Propia de los autores)

Figura 3 - 23: Fracción del recibo de energía Mina Antonio Raimondi, periodo Diciembre 2017.



Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Figura 3 - 24: Recibo de energía Mina Antonio Raimondi periodo Diciembre 2017.

Para Consultar el número de Cliente es

004-0020521

RECIBO N° 8 - 12481

MES FACTURADO: Diciembre 2017	
TOTAL: 99,370.75	
VENCIMIENTO: 15 ene 2018	
EMISION: 27 Dic 2017	

NOMBRE S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		R.U.C. 2045290046	TIPO DE CLIENTE	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PRECIO TRAPICHE-CAS BUREFACHO-PATACCOLLANA ESPINAR			SISTEMA TRIFASICO + HIB. ELECTRONICO	ANTERIOR 23/11/2017
DPTO / PROV CUSCO/ESPINAR-CONDORO		405-ZONA SIQUANE MAYORES	MEIDIDOR 0766819	ACTUAL 23/12/2017
ALIMENTADOR TI-01 (1435)		RUTA 806-05-70-001000	CONEXION Cb.2 Aerea	LECTURA CORRECTA
SISTEMA RED009 - TAMB		Sec. Tigeo: 1		

TARIFA	MI 3	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	200.00	HP	200.00	HFP	200.00	NIVEL DE TENSION (V)	23 KV
--------	------	--------------------------	--------	----	--------	-----	--------	----------------------	-------

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA BUNA (ZONA RURAL)	2,142,489	2,102,995	-39,494	0.92	450,199.49		305,145.45	WH	0.180	54,927.18
ENERGIA BUNA (ZONA URBANA)	2,088,943	2,222,700	133,757	0.95	47,144.20		44,889.59	WH	0.220	9,874.62
ENERGIA BUNA (ZONA URBANA)	2,035,497	2,169,254	133,757	0.95	47,144.20		44,889.59	WH	0.220	9,874.62
SERVICIO DE MANTENIMIENTO		2,000	2,000	0.00	450.20		450.20	WH	22.740	10,237.78
SERVICIO DE MANTENIMIENTO		2,000	2,000	0.00	450.20		450.20	WH	22.740	10,237.78

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: 3,428.14

TOTAL ENERGIA 90,099.12

LIBERARAL CONDORO (ELECTRICA SA) (S/ 0.180) 1,181.20

CARGO FICD 12,014

INTERES COMPENSATORIO 101.50

IMPORTE TOTAL A PAGAR 99,370.75

SUB-TOTAL	99,370.75
IMPORTE	29,850.88
IMPORTE MONETARIO	29.88
IMPORTE DE LA ELECTRICIDAD BUNA	9,874.62
IMPORTE DEL MES	0.00
IMPORTE DEL ANTERIOR	0.00
TOTAL MES	99,370.75

DUPLICADO

MENSAJES AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 17510 FOSE, Mismo S/ 2,500.00

IMPORTE DEL IMPORTE: 41,500.00

IMPORTE DEL IMPORTE: 415.00

IMPORTE DEL IMPORTE: 200

IMPORTE DEL IMPORTE: 4,000

IMPORTE DEL IMPORTE: 10,000

IMPORTE DEL IMPORTE: PRESENTE EN PUNTO

TOTAL MES 99,370.75

SUB-TOTAL 99,370.75

IMPORTE 29,850.88

IMPORTE MONETARIO 29.88

IMPORTE DE LA ELECTRICIDAD BUNA 9,874.62

IMPORTE DEL MES 0.00

IMPORTE DEL ANTERIOR 0.00

(*) Adic. a tarifa de Recargo

TERMINO DIA DE PAGO 15 ene 2018

SON: NOVENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA CON 75/100 SOLES **TOTAL S/ 99,370.75**

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

LOCALIDAD: CUSCO	004-0020521
Casilla: 2	006-05-70-001000
NOMBRE: S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO	
DIRECCION: TRAPICHE-CAS BUREFACHO-PATACCOLLANA	SON: NOVENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA CON 75/100 SOLES

SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
004-0020521	8-12-081	Diciembre 2017	27 Dic 2017	15 ene 2018	99,370.75

Fuente: Área de clientes mayores Electro Sur Este.

Tabla 3 - 6: Consumo energético promedio conforme recibos de energía

Promedio	
9718,025	kWh-día
291540,738	kWh-mes
3498488,85	kWh-año

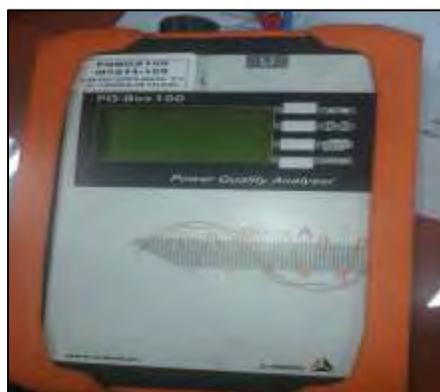
Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis Energético datos tomados del Analizador de Redes A-Eberle, modelo PQ-Box Expert, Datos extraídos de la herramienta METERCAT.

3.3.1 Analizador de Redes A-Eberle, modelo PQ-Box Expert

Es un instrumento multifuncional con capacidad de analizar la red de electricidad, medir la potencia de electricidad, registrar algún fenómeno transitorio, modelo PQ-Box Expert, de la marca A-Eberle, con serie M1521-104 El PQ-Box 100 fue diseñado para ser empleado de manera móvil y transportable (categoría de protección IP65) y logra adecuarse a medir las redes públicas (CAT IV) al igual que a fin de medir el entorno industrializado por medio de tensiones de medida alcanzando una equivalencia igual a 690V.

Figura 3 - 25: A-Eberle, modelo PQ-Box Expert



Fuente: Tomado de Electro Sur Este S.A.A.

La finalidad de desarrollar dicho instrumento fue el alcance de facilidades de manejo. Por medio del PQ-Box 100 al ser empleado de manera móvil y transportable de categoría de protección IP65 y se diseñó a fin de efectuar medidas sobre la red pública (CAT IV) e industrial con máximas tensiones de medidas equivalente a 690V. Acatando las exigencias de la normativa IEC061000-4-30 del medidor de categoría A sobre los siguientes puntos:

Tabla 3 - 7: *Datos del instrumentador en el voltaje*

Parámetro	Clases
Sincronización del tiempo	A
Protocolización de eventos	A
Desequilibrios de tensión	A
Frecuencias	A
Armónico y armónico intermedio	A
Etiquetar valores de medida en caso de eventos	A
Determinación de los intervalos de tiempo	A
Precisión de la medida de tensión	A

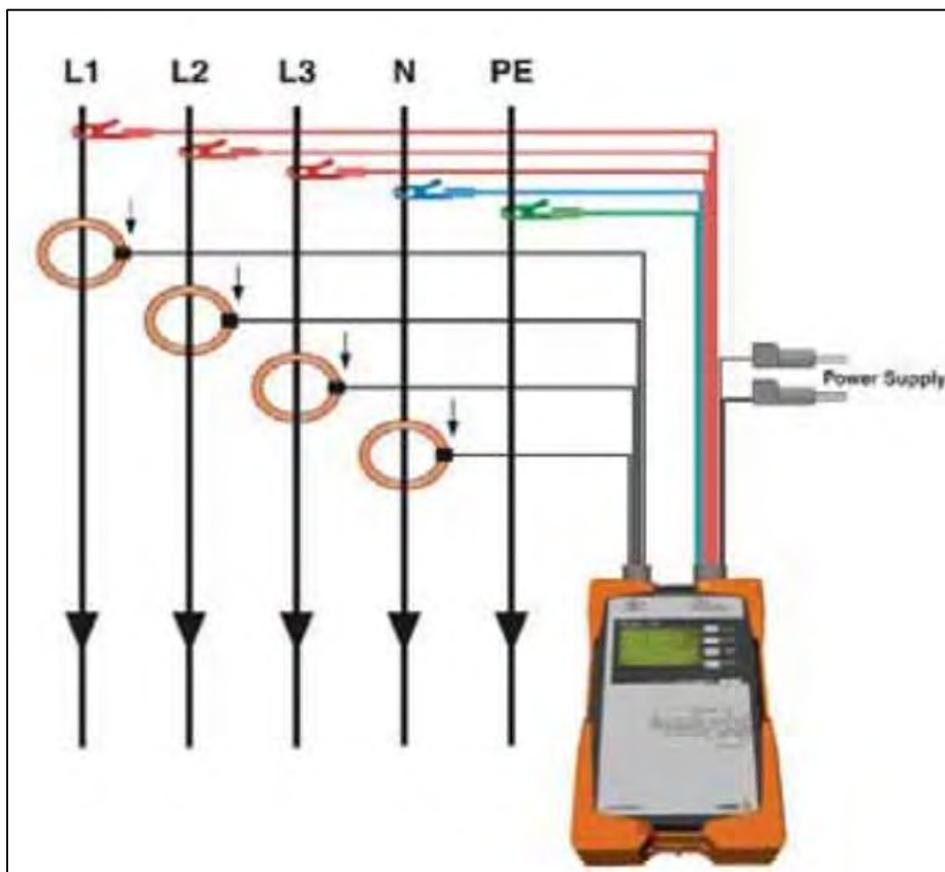
Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Conexión del PQ-Box 100

Para la medición sobre parámetros eléctricos empleando el analizador en mención se debe realizar la conexión de siete clavijas del grupo de tenazas para corriente, siendo que el dispositivo reconoce de manera automática estas mismas de medio estándar, en ese sentido, los intervalos de medida son ajustados de modo automático. Posterior a ello, se debe garantizar que las tenazas y los cables se encuentren de modo conectado de manera correcta, esto quiere decir que se

encuentren en la dirección correspondiente. A continuación, se muestra la conexión de tensión para redes trifásicas de bajas tensiones:

Figura 3 - 26: Diagrama de tensión para red trifásica de baja tensión

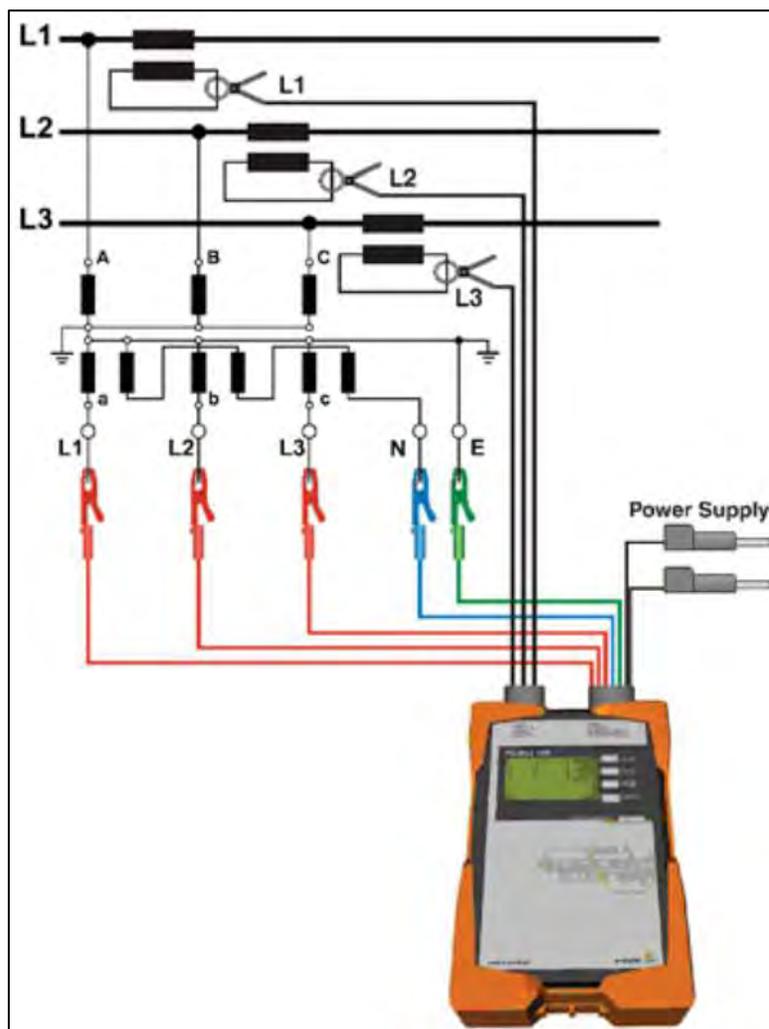


Fuente: Se visualiza la conexión del analizador de redes en red trifásica de baja tensión

En la figura se visualiza la conexión del suministro eléctrico conectado al analizador de redes, la cual posee una conexión de red trifásica de 4 conductores.

Por otro lado, el PQ-Box 100 para la medición de transformadores secundarios para alguna red de alta y media tensión también realizan la medición de L – L en los siguientes valores que son 100 V a 280 V en CA 140 V a 240 V CC, para ello se debe realizar la siguiente conexión:

Figura 3 - 27: Diagrama de conexión a transf. secundarios en redes de alta y media tensión



Fuente: Se visualiza la conexión al transformador secundario en redes de alta y media tensión

3.3.2 Extracción de datos del analizador de redes

Mediante la Herramienta METERCAT, se extrajo los datos tomados por uno de los analizadores de red A-Eberle, modelo PQ-Box Expert, dichos datos se exhiben por medio de la tabla presente:

Tabla 3 - 8: *Consumo energético de un mes*

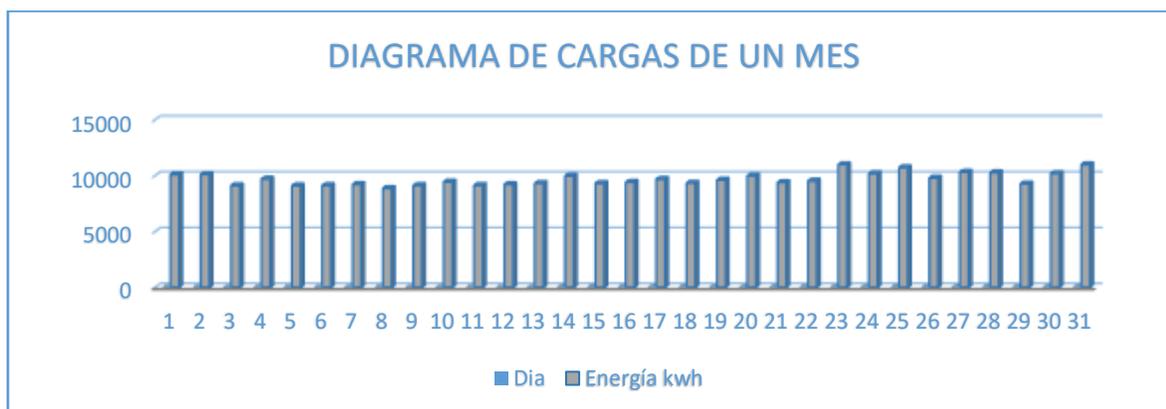
Dia	Energía kWh
1	10100.4988
2	10107.0565
3	9095.91506
4	9690.10856
5	9098.12386
6	9117.04049
7	9203.84555
8	8856.22138
9	9116.13806
10	9438.74347
11	9125.5577
12	9202.94312
13	9311.9909
14	9969.40598
15	9302.91504
16	9405.91225
17	9673.22025
18	9332.19671
19	9603.07145
20	9973.75483
21	9381.01381
22	9527.12992

23	10991.0327
24	10184.3215
25	10714.2449
26	9794.4809
27	10314.1682
28	10269.8976
29	9268.55399
30	10193.1739
31	10977.1095

Fuente: Base de datos Analizador de redes A-Eberle, modelo PQ-Box Expert Datos extraídos METERCAT (Propia de los autores)

Posteriormente, se logra ver en la figura 3-28 de la energía consumida a lo largo de un mes, esta se realizó tomando medidas de cargas cada 15 minutos, por un promedio de un mes. El gráfico muestra los datos obtenidos en kWh a lo largo de un mes. A la vez, se logra apreciar consumo promedio de 9688.38 kWh por día.

Figura 3 - 28: *Diagrama de cargas de un mes*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se aprecia figura con detalles de consumo de energía de un mes por día.

Por otro lado, se ha identificado un consumo promedio en kWh por día de 9688.38 en la medición realizada desde el 15 de mayo hasta el 16 de junio del 2021, por lo que los datos se corroboran con lo obtenido en el presente mes a fin de identificar su compatibilidad con el recibo de energía eléctrica que resulto ser 9718.03, siendo la diferencia causa de que no se tome el mes completo.

Luego de ello, se expresa la energía consumida a lo largo de un día, considerando los valores hallados en la medición cada 15 minutos, se pasaron a horas, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 3 - 9: *Consumo energético de un día*

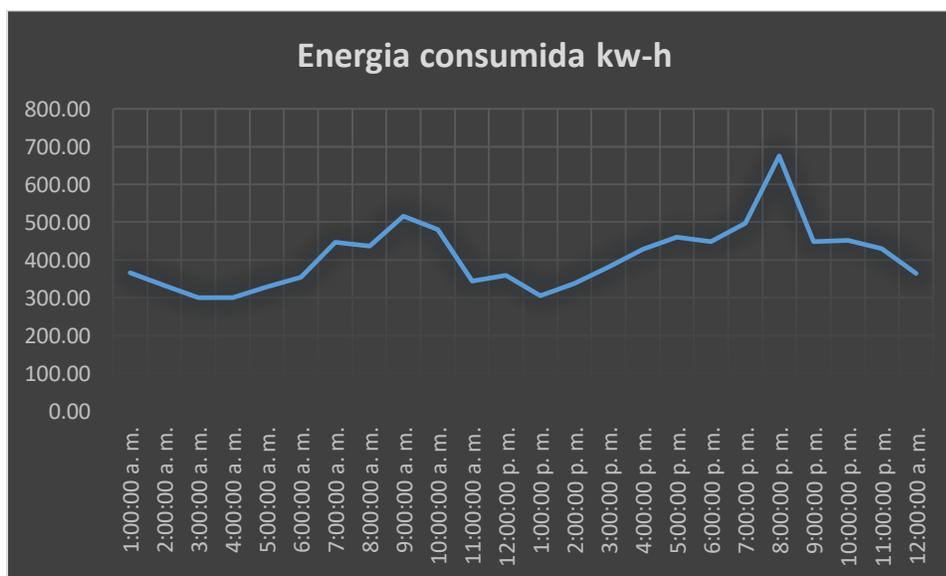
Horas	Energía consumida
	kWh
01:00:00	366.77
02:00:00	331.74
03:00:00	300.20
04:00:00	300.87
05:00:00	329.16
06:00:00	353.78
07:00:00	446.93
08:00:00	436.27
09:00:00	516.38
10:00:00	480.91
11:00:00	343.73
12:00:00	358.50
13:00:00	305.15
14:00:00	336.59

15:00:00	381.71
16:00:00	429.02
17:00:00	460.68
18:00:00	449.34
19:00:00	497.10
20:00:00	675.15
21:00:00	448.52
22:00:00	452.01
23:00:00	429.64
00:00:00	364.34

Fuente: Elaboración propia

De igual manera en el gráfico, se indica la fluctuación de la energía consumida en kWh a lo largo del día.

Figura 3 - 29: *Consumo energético de un día*



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se logra evidenciar un pico de consumo a las 20 horas.

3.4 Comparación consumo de energía recibo de energía con el analizador de redes

Luego de haber obtenido los valores tomados del recibo de energía y del analizador de redes se exhibe la siguiente tabla:

Tabla 3 - 10: *Comparación consumo de energía día, mes y año, recibo de energía vs analizador de redes*

	Analizador de redes	Energía
9718.03	9688.38	kWh-día
291540.74	290651.4	kWh-mes
3498488.85	3487816.8	kWh-año

3.5 Demanda de Potencia en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi-Espinar al año 2021

Para determinar la demanda de la mina se tomaron datos tomados del recibo de energía, así mismo se tomaron datos tomados del analizador de redes, los cuales son comparadas para fines de estudio.

3.5.1 *Demanda de Potencia Recibo de Energía*

Para obtener dichos datos se verifico los recibos de energía del suministro Antonio Raimondi – Espinar, el cual se exhibe por medio de la presente Tabla:

Tabla 3 - 11: *Demanda de potencia de recibos de energía (kW)*

2021	MDHFP	MDHP	MD (kW)
ENERO	492.346	480.896	492.346
FEBRERO	405.951	392.419	405.951
MARZO	468.405	468.405	468.405
ABRIL	556.882	499.632	556.882
MAYO	556.882	499.632	556.882
JUNIO	515.246	513.164	515.246
JULIO	513.164	537.104	537.104
AGOSTO	520.450	515.246	520.450
SETIEMBRE	514.205	502.755	514.205
OCTUBRE	499.632	493.387	499.632
NOVIEMBRE	492.346	482.978	492.346
PROMEDIO			463.29

Fuente: recibos de energía del año 2021, Facturación sistema SIELSE

Comentario: se aprecia un promedio de consumo de potencia de 463.29 kW.

3.5.2 Demanda de Potencia tomada del analizador de redes

Realizada el descargo de lecturas con la herramienta METERCAT se evalúa la carga tomada cada 15 minutos, para dicho análisis se toma la fecha 04 de abril del 2021.

Sobre los datos alcanzados se logra el promedio igual a 396.5 KW de potencia consumida de la mina.

Tabla 3 - 12: *Perfil de carga de un día y factor de potencia*

Fecha/Hora	Hora	+P/kW	+Q/kVAr	F.P.	Máxima Demanda
4/04/2021	00:15:00	328.1958	0.52	1.000	328.72
4/04/2021	00:30:00	328.9244	0.31	1.000	329.24
4/04/2021	00:45:00	332.4635	1.25	1.000	333.71

4/04/2021	01:00:00	332.9839	1.25	1.000	334.23
4/04/2021	01:15:00	331.1103	0.52	1.000	331.63
4/04/2021	01:30:00	331.6307	1.25	1.000	332.88
4/04/2021	01:45:00	328.0917	1.46	1.000	329.55
4/04/2021	02:00:00	322.2626	8.95	1.000	331.21
4/04/2021	02:15:00	299.3628	43.41	0.990	342.77
4/04/2021	02:30:00	371.1849	46.53	0.992	417.71
4/04/2021	02:45:00	373.6831	35.81	0.995	409.49
4/04/2021	03:00:00	364.2109	32.68	0.996	396.90
4/04/2021	03:15:00	360.3596	33.00	0.996	393.36
4/04/2021	03:30:00	367.9582	41.84	0.994	409.80
4/04/2021	03:45:00	375.0363	60.68	0.987	435.72
4/04/2021	04:00:00	381.2817	60.37	0.988	441.65
4/04/2021	04:15:00	377.5344	58.39	0.988	435.93
4/04/2021	04:30:00	384.0921	60.37	0.988	444.46
4/04/2021	04:45:00	383.988	60.27	0.988	444.26
4/04/2021	05:00:00	385.2371	60.68	0.988	445.92
4/04/2021	05:15:00	379.304	52.36	0.991	431.66
4/04/2021	05:30:00	390.5457	63.39	0.987	453.94
4/04/2021	05:45:00	384.5085	58.81	0.989	443.32
4/04/2021	06:00:00	366.8132	32.06	0.996	398.87
4/04/2021	06:15:00	367.0213	33.00	0.996	400.02
4/04/2021	06:30:00	363.0659	34.45	0.996	397.52
4/04/2021	06:45:00	361.8168	33.41	0.996	395.23
4/04/2021	07:00:00	363.8986	33.62	0.996	397.52
4/04/2021	07:15:00	364.8355	33.62	0.996	398.46
4/04/2021	07:30:00	369.6236	43.72	0.993	413.34

4/04/2021	07:45:00	381.3858	61.00	0.987	442.38
4/04/2021	08:00:00	381.9062	61.62	0.987	443.53
4/04/2021	08:15:00	377.7426	59.54	0.988	437.28
4/04/2021	08:30:00	379.9285	61.10	0.987	441.03
4/04/2021	08:45:00	379.4081	60.58	0.987	439.99
4/04/2021	09:00:00	375.3485	61.10	0.987	436.45
4/04/2021	09:15:00	374.8281	54.75	0.989	429.58
4/04/2021	09:30:00	365.0436	25.50	0.998	390.55
4/04/2021	09:45:00	360.7759	21.34	0.998	382.11
4/04/2021	10:00:00	366.9173	34.04	0.996	400.95
4/04/2021	10:15:00	381.698	59.64	0.988	441.34
4/04/2021	10:30:00	382.0103	59.75	0.988	441.76
4/04/2021	10:45:00	376.5976	57.67	0.988	434.26
4/04/2021	11:00:00	354.6346	23.42	0.998	378.05
4/04/2021	11:15:00	347.9729	18.01	0.999	365.98
4/04/2021	11:30:00	345.9952	16.86	0.999	362.86
4/04/2021	11:45:00	363.8986	54.02	0.989	417.92
4/04/2021	12:00:00	364.1068	53.61	0.989	417.71
4/04/2021	12:15:00	364.0027	56.83	0.988	420.84
4/04/2021	12:30:00	367.3336	54.86	0.989	422.19
4/04/2021	12:45:00	206.8268	38.51	0.983	245.34
4/04/2021	13:00:00	131.9861	49.86	0.935	181.85
4/04/2021	13:15:00	334.9616	16.65	0.999	351.62
4/04/2021	13:30:00	343.3929	37.68	0.994	381.07
4/04/2021	13:45:00	351.1997	53.92	0.988	405.12
4/04/2021	14:00:00	359.631	58.60	0.987	418.23
4/04/2021	14:15:00	358.1737	25.92	0.997	384.09

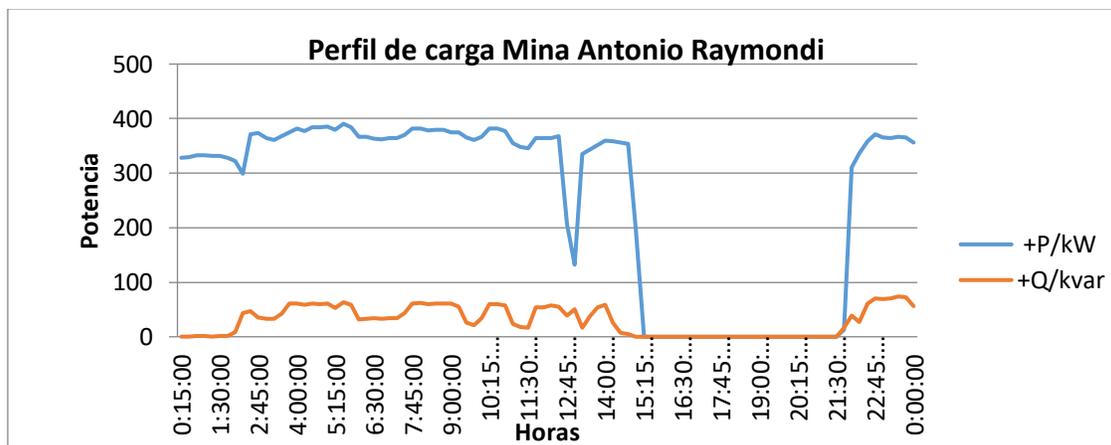
4/04/2021	14:30:00	356.6123	6.97	1.000	363.59
4/04/2021	14:45:00	353.2815	4.68	1.000	357.97
4/04/2021	15:00:00	197.9792	0.00	1.000	197.98
4/04/2021	15:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	15:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	15:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	16:00:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	16:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	16:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	16:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	17:00:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	17:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	17:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	17:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	18:00:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	18:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	18:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	18:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	19:00:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	19:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	19:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	19:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	20:00:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	20:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	20:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	20:45:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	21:00:00	0	0.00	0.000	0.00

4/04/2021	21:15:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	21:30:00	0	0.00	0.000	0.00
4/04/2021	21:45:00	13.42761	17.07	0.618	30.50
4/04/2021	22:00:00	310.6046	38.51	0.992	349.12
4/04/2021	22:15:00	335.7943	26.96	0.997	362.75
4/04/2021	22:30:00	358.486	60.89	0.986	419.38
4/04/2021	22:45:00	370.7686	70.16	0.983	440.93
4/04/2021	23:00:00	365.0436	69.64	0.982	434.68
4/04/2021	23:15:00	363.8986	70.36	0.982	434.26
4/04/2021	23:30:00	366.7091	73.80	0.980	440.51
4/04/2021	23:45:00	365.8764	72.45	0.981	438.32

Fuente: Base de datos Analizador de redes (Elaboración propia)

Comentario: Se aprecia un promedio de potencia de la mina de 396.5 kW

Figura 3 - 30: Perfil de carga de un día



Fuente: Propia de los autores

Comentario: Ello exhibe el perfil de carga de un día, además se aprecia una caída entre las 15:15 y 21:30 horas, lo que demuestra una interrupción por falla, perjudicando la producción de la Mina

3.5.3 Comparación de demanda de energía recibo de energía vs analizador de redes

Luego de haber obtenido los valores tomados del recibo de energía y del analizador de redes se exhibe por medio de la presente tabla:

Tabla 3 - 13: Comparación Potencia, recibo de energía vs analizador de redes

Recibo de Energía	Analizador de redes	Potencia
463	396.5	kW

Fuente: Propia de los autores

Comentario: Logra ser apreciada la diferencia sobre el consumo de potencia, debido a que la muestra de medición del analizador de redes fue tomada en un periodo de tiempo de un día.

Teniendo los valores hallados como consideración, se determinó que lo más factible es crear un sistema para alimentar la baja tensión y no un cambio de todo el suministro por energía renovable, puesto que, la carga requerida por la mina es muy alta.

3.4 Cargas del Campamento Minero

Las cargas tomadas que existen dentro del campamento se resumen en la siguiente tabla, dividiéndose en dos grandes áreas, el tema de iluminación y por otro lado el confort.

Tabla 3 - 14: *Cuadro de cargas de la unidad minera*

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y HORAS OPERACION MES DE NOVIEMBRE - 2021 DE PLANTA ANTONIO RAIMONDI								
ITE M	CENTRO COSTOS	EQUIPOS POR SECCIONES O ÁREAS	POT. INSTALADA		POT. OPERACIÓN		HORAS	ENERGÍA
			POT. (HP)	POT. (kW)	It(A)	POT. (kW)	OPERACIÓN N	ACT. kWh
1		SECCIÓN LAVADO						
1.1	95100307	Faja transportadora N° 05	5.0	3.7	4.1	2.50	479.92	1199.62
1.2	95100104	Tambor lavador 4' x 15'	4.0	3.0	3.5	2.13	479.92	1024.06
1.3	95100307	Faja transportadora N° 06	3.0	2.2	3.3	2.01	479.92	965.55
		TOTALES	12.0	8.9	10.90	6.65		3189.23
2		SECCIÓN CHANCADO						
2.1	95100206	Chancadora de quijadas 10"x16" Set 1 1/2" (ARC)	20.0	14.9	15	9.14	260.20	2379.52
2.2	95100205	Chancadora de quijadas 10"x16" Set 1 1/2"(Fortaleza)	20.0	14.9	17	10.36	260.20	2696.79

2.3	95100204	Chancadora de quijadas 10" X 20"	20.0	14.9	18	10.97	260.20	2855.42
2.4	95100203	Faja transportadora N° 01	4.0	3.0	5.3	3.23	260.20	840.76
2.5	95100301	Zaranda vibratoria 4' X 6'	5.0	3.7	5.68	3.46	260.20	901.04
2.6	95100305	Chancadora cónica TELSMITH 2'	25.0	18.6	12	7.32	287.17	2100.93
2.7	95100302	Chancadora cónica SYMONS 2'	25.0	18.6	18	10.97	287.17	3151.39
2.8	95100302	Bomba de aceite	3.0	2.2	2.2	1.34	287.17	385.17
2.9	95100302	Resistencias de inmersión			2.2	1.34	287.17	385.17
2.10	95100303	Faja transportadora N° 02	4.0	3.0	4.3	2.62	287.17	752.83
		TOTALES	126.0	94.0	99.68	60.77		16449.02
3		SECCIÓN MOLIENDA						
3.1	95301101	Faja transportadora N° 03	6.0	4.5	2.1	1.28	473.91	606.74
3.2	95301103	Molino de Bolas 5' X 5' Comesa	35.0	26.1	53	32.31	484.11	15642.66
3.3	95301104	Bomba espasa 4" X 3" N° 01 - A	18.0	13.4	11.18	6.82	484.11	3299.71
3.4	95301104	Bomba espasa 4" X 3" N° 01 - B	15.0	11.2	14	8.54	484.11	4132.02
3.5	95301117	Molino hardinge 5' Ø X 32"	75.0	55.9	46.3	28.23	480.37	13559.62
3.6	95301120	Bomba espasa 4" X 3" N° 02	10.0	7.5	10.12	6.17	480.37	2963.79
3.7	95301119	Molino Chino 5' X 12'	120.0	89.5	65	39.63	484.48	19199.05
3.8	95301504	Bomba espasa 5" X 4" N° 03 Desc.	40.0	29.8	22.7	13.84	484.48	6704.90
		Molino 5 X12						

3.9	95301125	<i>Clasificador helicoidal de 3,40 X 0.80 m.</i>	4.0	3.0	4.83	2.94	484.48	1426.64
			TOTALES	323.0	240.9	229.2	139.75	67535.13
					3			
4		SECCIÓN FLOTACIÓN						
4.1	95301201	<i>Dosificador de reactivos de flotación N° 01</i>	3.00	2.24	2.30	1.40	484.22	678.99
4.2	95301201	<i>Dosificador de reactivos de flotación N° 02</i>	1.00	0.75	0.70	0.43	484.22	206.65
4.3	95301201	<i>Acondicionador Cal.</i>	7.50	5.59	7.10	4.33	484.22	2096.00
4.4	95301204	<i>Banco 02 celdas Denver 18 SCV N° 01 (parte baja) N° 01</i>	10.00	7.46	8.00	4.88	484.22	2361.69
4.5	95301204	<i>Banco 02 celdas Denver 18 SCV N° 01 (parte baja)N°02</i>	10.00	7.46	8.50	5.18	484.22	2509.30
4.6	95301205	<i>Banco 02 celdas Denver 18 SCV N° 02(parte alta)N°01</i>	10.00	7.46	9.00	5.49	312.00	1711.94
4.7	95301205	<i>Banco 02 celdas Denver 18 SCV N° 02(parte alta)N°02</i>	10.00	7.46	7.00	4.27	312.00	1331.51
4.8	95301121	<i>Bomba 4" X 3" N° 03 Alimt. D6-3</i>	15.00	11.19	9.60	5.85	484.22	2834.03

4.9	95301207	Banco de 02 celdas Denver N° 01 - Cleaner	7.50	5.59	12.00	7.32	484.22	3542.54
4.10	95301207	Banco de 02 celdas Denver N° 02 - Cleaner	6.60	4.92	6.50	3.96	484.22	1918.87
4.11	95301207	Banco de 02 celdas Denver N° 03 - Cleaner	7.50	5.59	6.00	3.66	484.22	1771.27
4.12	95301111	Bomba 2,1/2" X 2" N° 01 espumas Cleaner	7.50	5.59	5.89	3.59	484.22	1738.80
4.13	95301112	Bomba 2,1/2" X 2" N° 02 Concentrado	6.60	4.92	6.00	3.66	484.22	1771.27
4.14	95301214	Celda agitair N° 24 N° 01	15.00	11.19	8.00	4.88	488.3	2381.59
4.15	95301214	paleta de agitair N° 01	3.00	2.24	2.50	1.52	484.22	738.03
4.16	95301122	Bomba 4" X 3" N° 04 Desc. agitair N° 01	10.00	7.46	6.00	3.66	484.22	1771.27
4.18	95301214	paleta de agitair N° 02	3.00	2.24	2.67	1.63	484.22	788.21
4.19		Blower N° 02 (Hechizo)	15.00	11.19	10.10	6.16	484.22	2981.64
4.20	95301217	Celda circular 6' x 7'	15.00	11.19	16.00	9.75	483.90	4720.26
4.22	95301220	Celda circular WS 8' X 8' N° 01	30.00	22.37	14.00	8.54	483.90	4130.23
4.23	95301221	Celda circular WS 8' X 8' N° 02	40.00	29.83	15.50	9.45	483.90	4572.75
4.24	95301224	Celda China Sub - A 140 N° 01	24.00	17.90	16	9.75	483.90	4720.26
4.26	95301224	Celda China Sub - A 140 N° 02	24.00	17.90	16.8	10.24	483.90	4956.28

4.27	95301224	<i>Paleta N° 01, Bco. Chinas N° 01</i>	4.00	2.98	1.78	1.09	0.00	0.00
4.28	95301209	<i>Bomba Denver SRL 2",1/2" X 2" N° 03</i>	7.50	5.59	6.80	4.15	483.90	2006.11
4.29		<i>Bomba Denver SRL 2",1/2" X 2" N° 05</i>	7.50	5.59	7.00	4.27	483.90	2065.11
4.31	95301225	<i>paleta N° 02, Bco. Chinas N° 02</i>	4.00	2.98	3.00	1.83	483.90	885.05
4.32		<i>Banco de 02 celdas Denver N° 04 - Cleaner</i>	7.50	5.59	6.40	3.90	483.90	1888.11
4.33		<i>Banco de 02 celdas Denver N° 05 - Cleaner</i>	7.50	5.59	6.30	3.84	483.90	1858.60
TOTALES			38.00	238.03	227.4	138.66		64936.35
					4			
5	SECCIÓN FILTRADO							
5.1	95301212	<i>Bomba 3"x3" N° 01 (concentrado)</i>	15.0	11.2	11.4	6.95	490.1	3406.28
5.2	95301403	<i>Bomba Denver SRL 2 1/2 x 2 N° 04 Concentrado</i>	7.5	5.6	6.06	3.69	525.89	1942.93
5.3		<i>agitador de floculante</i>	5.5	4.1	4.7	2.87	300	859.63
5.4	95301401	<i>Espesador 15'Ø x 8'</i>	3.0	2.2	3.1	1.89	525.89	993.91
5.5	95301402	<i>Bomba de Diafragma dúplex 2.5" Ø</i>	3.0	2.2	2.2	1.34	457.28	613.33
5.6	95301407	<i>Filtro de 6'Ø x 2 discos</i>	1.0	0.7	2.5	1.52	457.28	696.97
5.7		<i>Bomba de Vacío 750 CFM</i>	50.0	37.3	40.8	24.87	457.28	11374.52

5.8	95301405	Soplador	2.0	1.5	1.2	0.73	457.28	334.54
		TOTALES	87.0	64.9	71.96	43.87		20222.11
6		SECCION RELAVE Y RECUPERACIÓN DE AGUA						
6.1	95301506	Bomba Denver 5"x4" N° 1- B	40.0	29.8	34.46	21.01	483.9	10166.27
6.2	95301508	Bomba Warman 6"x4" AHS N° 01- A	75.0	55.9	81	49.38	462.4	22834.60
6.3	95301510	Bomba Warman 5"x4" VULCO N° 01 (Intermedio)	40.0	29.8	34.8	21.22	480.4	10192.31
6.4	95301511	Bomba Warman 5"x4" AHS N° 02 RELAVE 2	40.0	29.8	29.87	18.21	426.2	7761.38
6.5	95301601	Bomba Hidrostral 32-160 N° 01 PM - 02	7.5	5.6	7	4.27	234.30	999.91
6.6	95301602	Bomba Hidrostral 32-160 N° 02 (río Luli)	7.5	5.6	5	3.05	45.00	137.17
6.7	95301612	Bomba Hidrostral 32-160 N° 03 chisquetes	7.5	5.6	6.23	3.80	7.8	29.63
6.8		Bomba Hidrostral 32-160 N° 04 PM - 02	12.5	9.3	9	5.49	0.00	0.00
6.9	95301603	Bomba Hidrostral 40-125 N° 1 Geopoza	12.5	9.3	9.04	5.51	513.28	2828.87
6.10	95301604	Bomba Hidrostral 40-125 N° 2 PM 05	12.5	9.3	11.3	6.89	0.00	0.00
6.11	95301610	Bomba Hidrostral 40-160 N° 01 Relave N° 02	20.0	14.9	14.86	9.06	476.24	4314.55
6.12	95301611	Bomba Hidrostral 40-160 N° 02 Geopoza	20.0	14.9	15.05	9.18	392.28	3599.34

		<i>TOTALES</i>	<i>295.0</i>	<i>220.0</i>	<i>257.6</i>	<i>157.06</i>	<i>62864.04</i>	
					<i>1</i>			
7		MANTENIMIENTO						
7.1	95401002	<i>Máquina de soldar SOLANDINAS 600</i>			35	21.34	121.65	2595.80
		A.						
7.2	95401002	<i>Máquina de soldar SOLANDINAS 440</i>			32	19.51	121.65	2373.30
		A.						
		TOTALES			67.0	40.8		4969.10
8		LABORATORIO QUÍMICO						
8.1	96121003	<i>Extractor de gases vía húmeda</i>	1	0.7	1.5	0.57	162.00	92.49
8.2	96121003	<i>Plancha de ataque vía húmeda</i>		1.89	7	2.66	224.00	596.78
8.3	96121002	<i>Mufla de fundición N° 1</i>		4.59	17	4.59	289.66	1329.54
8.4	96121002	<i>Mufla de fundición N° 2</i>		4.59	17	4.76	170.67	812.39
8.5	96121002	<i>Extractor de gases vía seca</i>	3	2.2	6	1.83	0.00	0.00
8.6	96121001	<i>Plancha de secado de muestras N° 01</i>		2.64	12	2.64	114.73	302.89
		(hechizo)						
8.7	96121001	<i>Plancha de secado de muestras N° 02</i>		3.3	15	3.30	341.32	1126.36
		(hechizo)						
8.8	96121001	<i>Plancha de secado de muestras N° 03</i>		3.52	16	3.52	443.26	1560.28
		(hechizo)						

8.10	96121001	Chancadora de quijadas primaria 7x12	3	2.2	8	2.44	168.56	411.06
8.11	96121001	Chancadora de quijadas secundaria 6x8	3	2.2	7	2.13	134	285.93
8.12	96121001	Chancadora de rodillos	7.5	5.6	9	2.74	256	702.33
8.13	96121001	Pulverizador de anillos	1.5	1.1	1.5	0.46	156	71.33
8.14	96121001	Compresora de aire	3	2.2	4	1.22	265.00	323.12
8.15	96121001	Bomba hidrostal 1"x1"	0.75	0.6	1	0.30	8.00	2.44
TOTALES						122	33.17	7616.93
9	SALA DE PESAJE / LABORATORIO							
	QUÍMICO							
9.1	96121004	Estufa		2	6.00	1.32	385.00	508.20
9.2	96121004	Balanzas		0.5	1.00	0.22	38.10	8.38
9.3	96121004	Computadora		0.5	2.00	0.44	498.00	219.12
					9.00	1.98		735.70
10	EQUIPOS PULPERA							
10.1	95301116	Molino de Bolas 3 x 3	20	14.9	12.00	7.32	48.18	352.48
10.2	95100207	Chancadora Quijadas 9" X 12"	10	7.5	8.00	4.88	38.65	188.51
10.3		Plancha de Secado			6.00	4.57	117.18	535.80
					26.00	16.77		1076.79

<i>11</i>		CAMPAMENTOS E ILUMINACIÓN					
<i>11.1</i>	96111202	<i>Laboratorios iluminación</i>	1.2	3	0.81	342.00	277.02
<i>11.2</i>	96111202	<i>Laboratorios tomarcorriente</i>	1.5	4	1.12	342.00	383.04
<i>11.3</i>	96111202	<i>Oficinas iluminación</i>	1	3	0.91	480.00	438.96
<i>11.4</i>	96111202	<i>Oficinas tomarcorriente</i>	3	5	1.10	346.00	380.60
<i>11.5</i>	96111202	<i>Dormitorio iluminación</i>	0.8	2	0.44	126.00	55.44
<i>11.6</i>	96111202	<i>Dormitorio tomarcorriente</i>	0.8	2	0.44	180.00	79.20
<i>11.7</i>	96111202	<i>Comedor iluminación</i>	1.2	3.9	1.19	580.00	689.53
<i>11.8</i>	96111202	<i>Comedor tomarcorriente</i>	5	12.5	3.81	580.00	2210.03
<i>11.9</i>	96111202	<i>Iluminaciones exteriores</i>	10	33	10.06	240.00	2414.27
<i>11.10</i>	96111202	<i>Baños</i>	0.6	1.5	0.46	180.00	82.30
<i>11.11</i>	96111202	<i>Centro de computo</i>	6	20.5	6.25	326.00	2037.19
<i>11.12</i>	96111202	<i>Comunicaciones</i>	0.8	3	0.91	720.00	658.44
<i>11.13</i>	96111202	<i>Equipos de calefacción</i>	25	45	13.72	245.00	3360.77
			56.9	93.4	41.22	320	9706.02
		TOTAL, CONSUMO DE ENERGÍA		1214.	524.75		259300.43
		DE TODA LA PLANTA		2			

Fuente: Tomado de los registros de la unidad minera

Como se observa por medio de la tabla anterior, se presenta un consumo 259,300.43 kWh, por lo que a fin de reducir el gasto energético y no afectar la productividad de la misma, se alimentará el área de campamento, ya que, la carga necesaria es menor.

3.6 Cargas del campamento e iluminación

A continuación, se visualiza el cuadro de cargas del campamento:

Tabla 3 - 15: Cuadro de cargas del campamento de la unidad minera

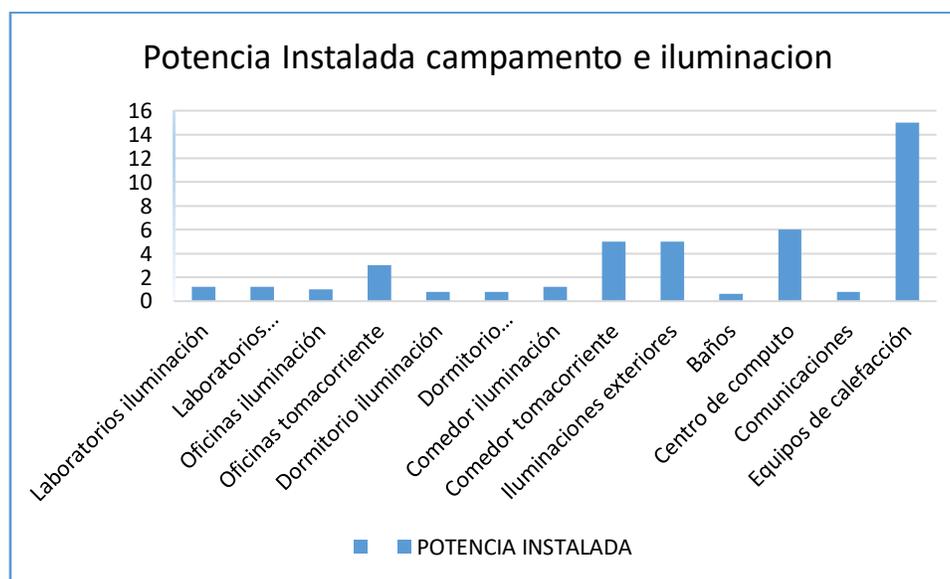
CAMPAMENTOS E ILUMINACIÓN							
ITEM	CENTRO	EQUIPOS POR SECCIONES O ÁREAS	POT.	POT. OPERACIÓN		HORAS	ENERGÍA ACT.
			INSTALADA				
	COSTOS		POT. (kW)	It(A)	POT. (kW)	OPERACIÓN	kWh
11.1	96111202	Laboratorios iluminación	1.2	3	0.81	242.00	196.02
11.2	96111202	Laboratorios tomacorriente	1.2	4	1.12	126.00	141.12
11.3	96111202	Oficinas iluminación	1	3	0.91	242.00	221.31
11.4	96111202	Oficinas tomacorriente	3	8	1.76	242.00	425.92
11.5	96111202	Dormitorio iluminación	0.8	4	0.88	126.00	110.88
11.6	96111202	Dormitorio tomacorriente	0.8	3	0.66	180.00	118.80
11.7	96111202	Comedor iluminación	1.2	3.9	1.19	324.00	385.19
11.8	96111202	Comedor tomacorriente	5	8	2.44	324.00	790.12
11.9	96111202	Iluminaciones exteriores	5	10	3.05	224.00	682.82

11.10	96111202	Baños	0.6	1.5	0.46	180.00	82.30
11.11	96111202	Centro de computo	6	12	3.66	326.00	1192.50
11.12	96111202	Comunicaciones	0.8	3	0.91	586.00	535.89
11.13	96111202	Equipos de calefacción	15	32	9.75	245.00	2389.88
			41.6	63.4	27.60	320	4882.88

Fuente: Tomado de los registros de la unidad minera – cargas de campamento e Iluminación.

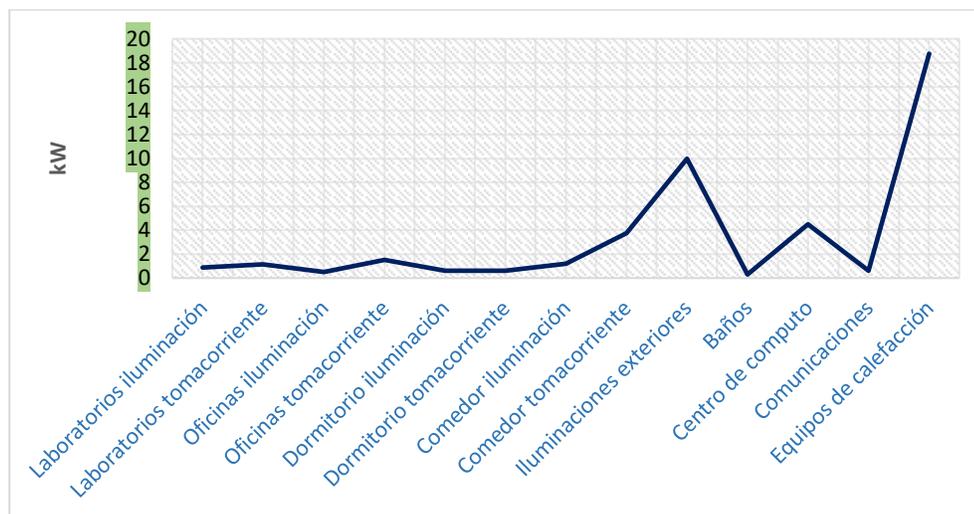
Seguidamente, en forma de gráfica de barras se expresa la potencia instalada en el campamento, considerando todos los equipos que se utilizan a lo largo del día. La figura siguiente, muestra la potencia instalada, acompaña a la anterior, mostrando la carga generada de los diferentes equipos que se encuentran en las instalaciones.

Figura 3 - 31: *Potencia instalada*



Fuente: Propia de los autores

Comentario: Por medio de ello se exhibe el detalle de carga de instalaciones de la mina Antonio Raymondi, además se aprecia que la mayor carga corresponde a la de calefacción, debido a que la mina tiende a situarse por medio de la zona muy fría y con poco tiempo de iluminación natural.

Tabla 3 - 16: *Máxima demanda de la mina Antonio Raimondi*

Fuente: *Elaboración Propia*

Comentario: el gráfico muestra detalle de carga de instalaciones de la mina Antonio Raymondi, se aprecia que la mayor carga corresponde a la de calefacción propia de la mina.

3.7 Consumo del Campamento cargas seleccionadas

Finalmente la siguiente figura, expresa el consumo de las cargas seleccionadas para realizar el diseño de autogeneración.

Tabla 3 - 17: *Consumo energético de cargas seleccionadas*

CAMPAMENTOS E ILUMINACIÓN					
IT.	CENTRO	EQUIPOS POR SECCIONES O	POT.	HORAS	ENERGÍA
	COSTOS	ÁREAS	INSTALAD	OPERACIÓN	ACT.
			POT. (kW)		kWh
1	96111202	Laboratorios iluminación	0.81	242.00	196.02
2	96111202	Laboratorios tomacorriente	1.12	126.00	141.12
3	96111202	Oficinas iluminación	0.91	242.00	221.31
4	96111202	Oficinas tomacorriente	1.76	242.00	425.92
5	96111202	Dormitorio iluminación	0.88	126.00	110.88

6	96111202	Dormitorio tomacorriente	0.66	180.00	118.80
7	96111202	Comedor iluminación	1.19	324.00	385.19
8	96111202	Comedor tomacorriente	2.44	324.00	790.12
			9.77		2389.36

Fuente: Propia de los autores

Por medio de la tabla N° 3.18 se muestra el consumo sobre las cargas seleccionadas por mes y por día en kWh y Wh Para el desarrollo del diseño de autogeneración.

Tabla 3 - 18: *Consumo de energía de la carga seleccionada*

CONSUMO DE ENERGÍA DE LA CARGA SELECCIONADA		
	en kWh	en Wh
CONSUMO UN MES	2389.36	2,389,360
CONSUMO POR DÍA	79.64	79,645.3
MAXIMA DEMANDA (kW)	9.77 kW	10 kW

De esta forma, en los siguientes capítulos, se utilizarán los datos encontrados a razón de efectuar el adecuado dimensionamiento sobre dicho sistema fotovoltaico.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

LOCALES

4.1 Radiación Solar

Se utilizó un programa dado por la NASA, llamado POWER, para poder obtener los datos necesarios sobre la radiación, temperatura y velocidad del viento, usando las coordenadas de la mina.

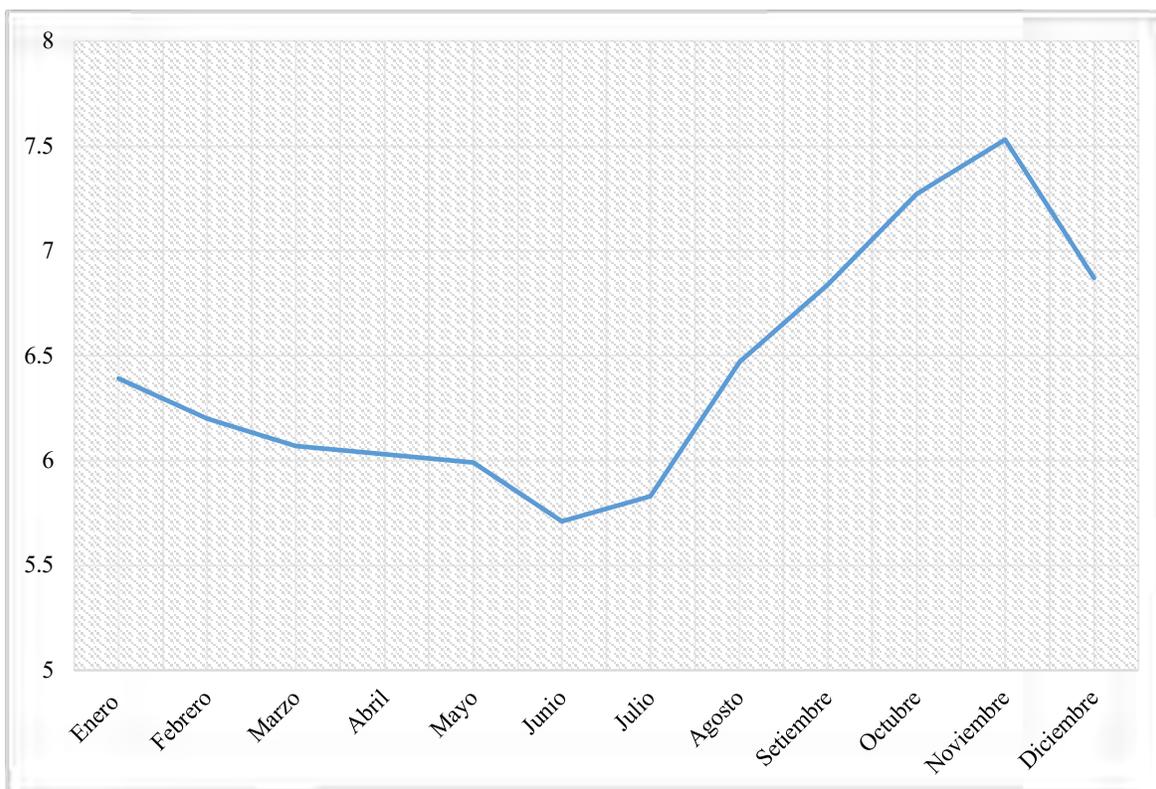
La radiación incidente en la superficie horizontal encontrada por el programa POWER se puede observar en la siguiente figura, teniendo en cuenta que la unidad de medida es kWh/m²/día.

Tabla 4 - 1: *Radiación solar promedio durante un año*

Mes	Radiación kWh/m ² /día
Enero	6,39
Febrero	6,20
Marzo	6,07
Abril	6,03
Mayo	5,99
Junio	5,71
Julio	5,83
Agosto	6,47
Setiembre	6,84
Octubre	7,27
Noviembre	7,53
Diciembre	6,87

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 - 1: Gráfico de radiación solar en kWh/m2/día



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: Se exhibe la existencia del incremento sobre la radiación solar, partiendo del segundo trimestre del año.

4.2 Temperatura

La temperatura que nos muestra POWER, está tomada a 2 metros del nivel del suelo. Por lo que se puede visualizar detalladamente la temperatura máxima y mínima a través de los meses.

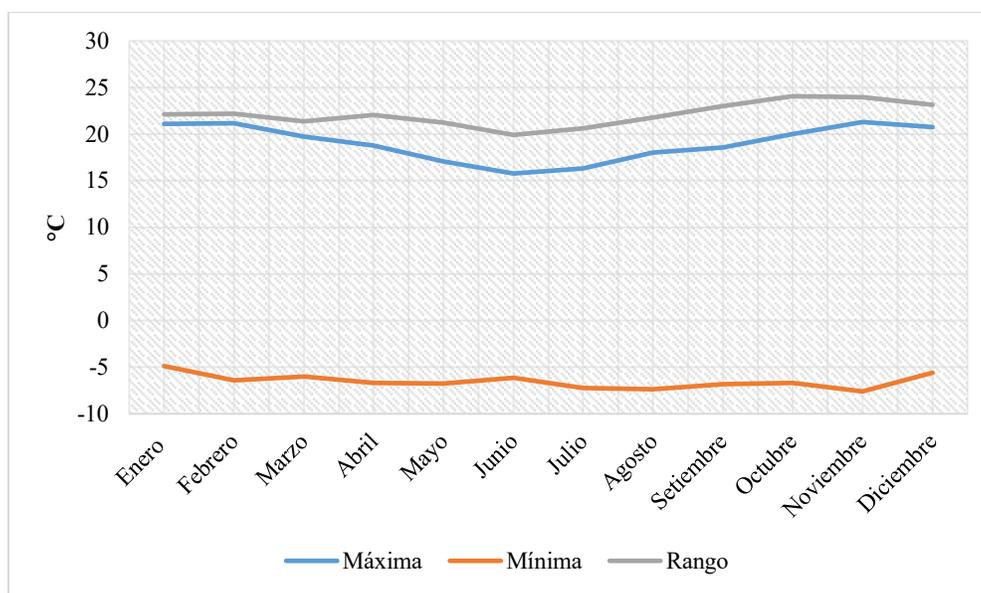
Tabla 4 - 2: Temperatura durante un año

Mes	Máxima (°C)	Mínima(°C)	Rango(°C)
Enero	21,08	-4,88	22,1
Febrero	21,16	-6,41	22,21
Marzo	19,73	-5,99	21,37
Abril	18,78	-6,7	22,03

Mayo	17,07	-6,74	21,24
Junio	15,78	-6,14	19,92
Julio	16,35	-7,2	20,63
Agosto	18,01	-7,35	21,75
Setiembre	18,6	-6,82	23,01
Octubre	20,04	-6,67	24,07
Noviembre	21,3	-7,6	23,95
Diciembre	20,77	-5,59	23,16

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 - 2: Comparación de temperatura máxima, mínima y rango



Fuente: Propia de los autores

Comentario: Logra ser exhibido el rango de temperatura varía desde los 19 hasta los 24 °C aproximadamente.

4.3 Velocidad del Viento

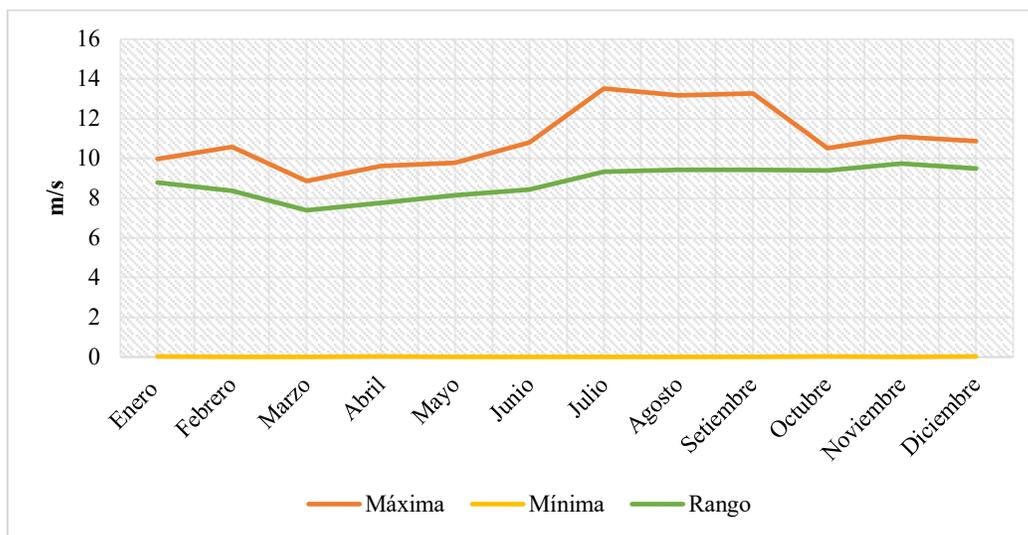
Se tomaron los valores dados por POWER a una altura de 10 metros. Por lo que se puede visualizar la variación entre la velocidad máxima y mínima durante un año.

Tabla 4 - 3: *Velocidad promedio del viento durante un año*

Mes	Máxima(m/s)	Mínima(m/s)	Rango(m/s)
Enero	9,98	0,03	8,8
Febrero	10,57	0,02	8,36
Marzo	8,86	0,02	7,39
Abril	9,61	0,03	7,75
Mayo	9,77	0,01	8,16
Junio	10,81	0,02	8,42
Julio	13,52	0,02	9,34
Agosto	13,17	0,02	9,43
Setiembre	13,26	0,01	9,42
Octubre	10,52	0,03	9,41
Noviembre	11,08	0,02	9,74
Diciembre	10,88	0,03	9,5

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 - 3: Comparación de velocidad del viento máxima, mínima y rango



Fuente: Elaboración Propia

Comentario: se puede apreciar un rango de velocidad 7 a 9 m/s aproximadamente.

CAPÍTULO V

EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA DE AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Teniendo en consideración la evaluación de los recursos encontrados, se estableció como mejor opción, realizar un sistema fotovoltaico puesto que, un sistema de aerogeneradores ocuparían un espacio mucho mayor, a la vez al ser zona montañosa carece de aire para mover el aerogenerador.

5.1 Lugar de Instalación de los Módulos Fotovoltaicos

Estos mismos tendrán que instalarse en el patio de la planta de la mina Antonio Raimondi, situado en la comunidad del distrito de Condoroma, Provincia de Espinar.

Figura 5 - 1: *Ubicación de la planta Mina Antonio Raimondi*



Fuente: Área GIS-ELSE

Comentario: Ubicación de los módulos fotovoltaicos y el centro de control.

5.2 Evaluación de la Radiación Solar

5.2.1 *Evaluación de la radiación solar en el Distrito de Condoroma.*

A fin de abordar dicho punto se identificó la zona ubicada la planta Mina Antonio Raimondi, corresponde al distrito de Condoroma, Provincia de Espinar. se utilizó el GPS Garmin tomando los puntos para situar dichas coordenadas geográficas y cierta base de datos logró

exportarse a Sun Earth Tools.com (2014), admitiendo su localización y efectuando uno de los pequeños planos de ubicación del punto referencial, identificando por parámetros: la altura, longitud y latitud; ello se exhibe por medio de la figura 5-1, sirviendo para la evaluación de la radiación solar del mismo.

5.2.2 Trayectoria del sol en la Mina Antonio Raimondi

Subsiguientemente logró ser definida la trayectoria del sol sobre la planta de la mina Antonio Raimondi, facilitando la elección adecuada del Azimut y abordando la óptima orientación sobre las estructuras de medio fotovoltaico, concluyendo que la orientación estuvo por el Norte.

Figura 5 - 2: Trayectoria del sol con respecto al lugar

The screenshot shows the Sun Earth Tools interface. At the top, there are two input fields for coordinates: the first contains "-15.2624416, -71.0809034" and the second contains "-15.26244160,-71.08090340". Below these fields is a blue button labeled "ejecutar". To the right of the button are three checked options: "Solar Disk", "Analemma", and "Solstice".

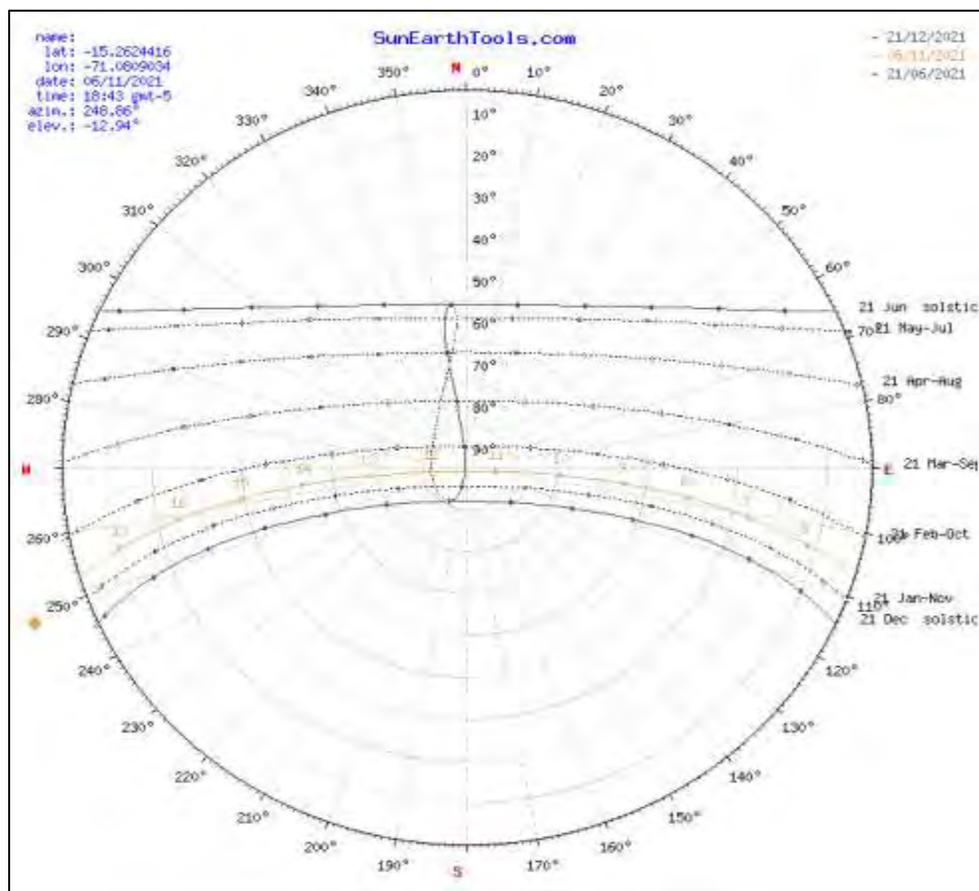


Fuente: Google Earth Pro - Sun Earth Tools.com, 2014 (Propia de los autores).

Comentario: Trayectoria del sol en relación al lugar.

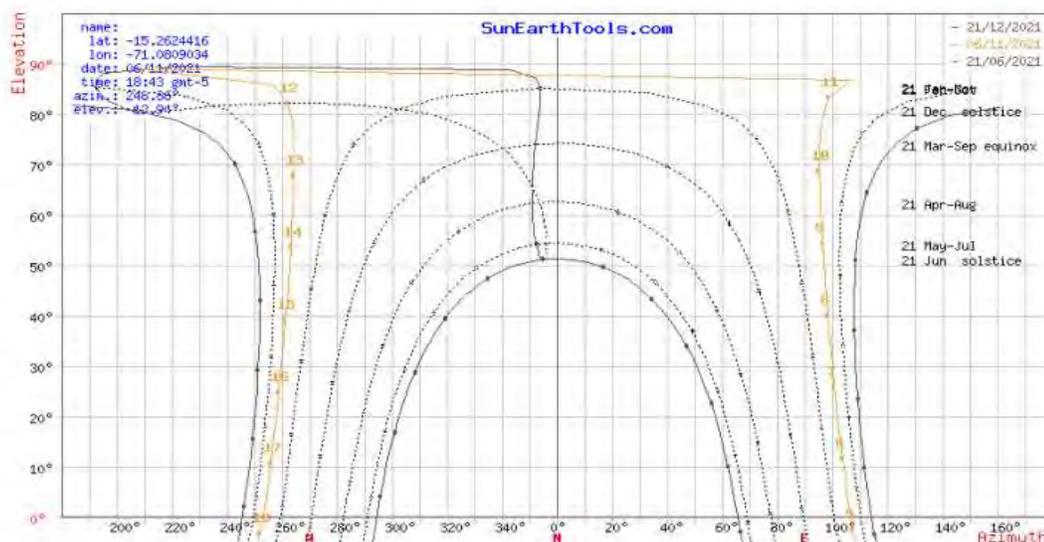
La figura 5-2, expone la ubicación del sol por coordenada polar, además que la ilustración N° 82 se muestra por medio de la coordenada cartesiana, representada por anillos concéntricos, la elevación solar se observa en diversos círculos de medio concéntrico desde 0° hasta los 90°. En cuanto al azimut (que señala la dirección del sol sobre el plano horizontal abordando una posición específica), se presenta como el ángulo que abarca el círculo desde 0° hasta los 360°, siendo el horizonte correspondiente al anillo más externo. La orientación norte se establece con el azimut igual a 0°, por otro lado, el sur tiene un azimut igual a 180°. Las distintas trayectorias solares en el firmamento quedan delimitadas por las de los días de solsticio (21 de diciembre y 21 de junio). El segundo indica la altitud del sol, trazada por medio del eje X, y el azimut por medio del eje Y.

Figura 5 - 3: *Trayectoria del sol en coordenadas polares*



Fuente: Sun Earth Tools.com, 2014 (Propia de los autores).

Figura 5 - 4: Trayectoria del sol en coordenadas cartesianas



Fuente: Sun Earth Tools.com, 2014 (Propia de los autores).

Comentario: Trayectoria del sol en coordenadas cartesianas.

5.2.3 Posición del sol en el cielo respecto al instituto.

A fin de conocer la posición del sol en el cielo sobre cada uno de los lugares de la superficie terrestre en cualquier tiempo del día, se efectuó por medio del software Sunearthtools.com (2014).

Tabla 5 - 1: Determinación de la posición del sol sobre la planta de la Mina Antonio Raimondi

Sol posición	Elevación	Azimut	Latitudes	Longitudes
06/11/2021 18:43 GMT-5	-12.94°	246.86°	15.2624416°S	71.080903°W
Crepúsculo	Sunrise	Puesta de Sol	Azimut Sunrise	Azimut Puesta de Sol
Crepúsculo -0.833°	05:06:17	17:49:53	106.95°	252.89°
Crepúsculo civil -6°	04:43:47	18:12:22	108.53°	251.3°
Náutica crepúsculo -12°	04:17:23	18:38:49	110.6°	249.21°
El crepúsculo astronómico -18°	03:50:38	19:05:39	113°	246.79°
La luz del día	Hh:mm:ss	Diff. Dd+1	Diff.dd -1	Mediodía
08/11/2021	12:43:36	00:00:43	-00:00:43	11:28:05

Fuente: Sun Earth Tools.com, 2014 (Propia de los autores).

Tabla 5 - 2: *Estimación del azimut y elevación sobre el campamento minero Antonio Raimondi*

Fecha	06/11/2021 GMT-5	
Coordinar	-15.2625271, -71.0808838	
Ubicación	-15.26252710, -7108088380	
Hora	Elevación	Azimut
05:06:17	-0.833°	106.95°
6:00:00	11.66°	103.74°
7:00:00	25.8°	100.83°
8:00:00	40.07°	98.46°
9:00:00	54.42°	96.56°
10:00:00	68.82°	95.43°
11:00:00	83.2°	98.68°
12:00:00	82.24°	262.05°
13:00:00	67.85°	264.44°
14:00:00	53.46°	263.23°
15:00:00	39.13°	261.29°
16:00:00	24.87°	258.87°
17:00:00	10.75°	255.91°
17:49:53	-0.833°	252.89°

Fuente: Sun Earth Tools.com, 2014 (Propia de los autores).

5.3 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Para realizar el dimensionamiento de forma adecuada, primero se debe conocer la irradiación global corregida GHI'. Para esto es necesario hallar el factor de sombra, de inclinación y de irradiación. Considerando todo esto tenemos:

5.3.1 Factor de Inclinación

Para hallar el factor de inclinación se utiliza una tabla, este factor depende de la ubicación de los paneles, específicamente de la latitud.

Tabla 5 - 3: Comparación de costo de sistema eólico vs. sistema fotovoltaico

Latitud	Factores de inclinación K		
	15°	20°	25°
0 – 5°	0.99	0.97	0.94
5 -10°	1.01	1.00	0.98

Fuente: Propia de los autores.

Por medio de este caso, por la latitud se escogió el un factor $I_{\text{inclinación}}$ de 1,01.

5.3.2 Factor de irradiación

Es necesario resolver lo siguiente:

$$K_{\text{irradiación}} = 1 - \left(1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\text{opt}})^2\right)$$

$$K_{\text{irradiación}} = 0,99$$

5.3.3 Factor de sombra

Varía entre 0,75 y 1,20, por temas teóricos se tomó el valor de 1. Con esto tenemos lo siguiente:

$$K_{\text{sombra}} = 1$$

Una vez que ya tenemos todos los factores, podemos desarrollar la siguiente ecuación:

$$GHI' = K_{inclinación} \times K_{irradiación} \times K_{sombra} \times GHI$$

Teniendo en cuenta que el GHI es la irradiación global menor durante el año, de esta norma tenemos:

$$GHI' = 1,01 \times 0,99 \times 1 \times 5,71kW/m^2/día$$

$$GHI' = 5,7094kW/m^2/día$$

5.3.4 Cálculo de las horas solar pico (HSP)

Las horas disponibles del sol se mide en horas solar pico, este valor se halla dividiendo la irradiación global entre 1000 W/m^2 . Este valor se utilizará posteriormente para determinar la cantidad de paneles necesarios.

$$HSP = \frac{5709,4Wh/m^2}{1000W/m^2}$$

$$HSP = 5,7094 \text{ h}$$

5.3.5 Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{MP} \times HDP_{crit} \times P_r}$$

Donde:

N_{mod} : número de módulos fotovoltaicos.

C_{ed} : consumo estimado diario en Wh-día.

HDP_{crit} : horas solar pico del mes con menor radiación.

P_r : eficiencia de la instalación.

De esta manera tenemos:

$$N_{mod} = \frac{29687,5}{150 \times 5,7094 \times 0,95}$$

$$N_{mod} = 36,49 \approx 37$$

Teniendo en cuenta la necesidad de una potencia requerida de aproximadamente 10 kW conforme tabla N° 3.20 se consideró la cantidad de 37 paneles solares del modelo Policristalino ERA de 150W 12V.

5.3.6 Conexión de los paneles fotovoltaicos

5.3.6.1 Conexión en Serie

Considerando una tensión de 48V en corriente continua para trabajar, con la finalidad de disminuir la corriente que desemboca en los terminales de las placas fotovoltaicas.

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

Siendo:

N_s : Número de módulos en serie.

V_{PANEL} : Tensión nominal sobre los módulos (de acuerdo al fabricante)

V_{BAT} : Tensión nominal sobre el sistema.

Con esto hallamos lo siguiente:

$$N_s = \frac{48}{18,3} = 2,62 \approx 3$$

5.3.6.2 Conexión en paralelo

La cantidad de paneles en paralelo se halló utilizando la siguiente fórmula:

$$N_p = \frac{N_{mod}}{N_s}$$

Donde:

N_p : Cantidad sobre los paneles.

N_{mod} : Cantidad sobre los módulos.

N_s : Cantidad sobre los módulos en serie.

$$N_p = \frac{37}{3} = 12,33 \approx 13$$

5.3.6.2.1 Máxima corriente a la entrada del regulador

La máxima corriente se halla con la siguiente ecuación:

$$I_{entrada} = 1,25 \times I_{mod} \times N_{paneles}$$

$$I_{entrada} = 1,25 \times 8,69 \times 37 = 401,91A$$

5.3.6.2.2 Máxima corriente esperada a la salida del regulador

La máxima corriente esperada a la salida, está dada por:

$$I_{salida} = \frac{1,25 \times P_{AC} / \eta_{inv}}{V_{BAT}}$$

$$I_{salida} = \frac{1,25 \times 150 \times \frac{37}{0,95}}{48} = 152,14A$$

Con el fin de reducir la corriente, se separarán en pequeños grupos de 4 paneles, esto nos daría un aproximado de 10 grupos. Con esta configuración, se seleccionó el regulador PWM LCD 50A 48V Must Solar. Se recalcularon las corrientes máximas con esta nueva configuración.

Por lo que la corriente de entrada al regulador será:

$$I_{entrada} = 1,25 \times 8,69 \times 4 = 43,45A$$

A su vez, la corriente de salida del regulador será la siguiente:

$$I_{salida} = \frac{1,25 \times 150 \times \frac{4}{0,95}}{48} = 16,45A$$

5.3.7 Baterías

5.3.7.1 Autonomía

Considerando la ubicación del campamento minero, se estimó una autonomía de 4 días.

5.3.7.2 Profundidad de descarga

Usualmente, con el fin de proteger la vida útil de regular y de las baterías, se debe parar la carga antes de llegar al 100%. En las baterías de gel, las cuales son las que se utilizaron, se considera el valor de 0,8.

5.3.7.3 Capacidad

Para hallar la capacidad, es necesario hallar un valor comercial, puesto que este usualmente está dado en Watts-hora, sin embargo, en los diferentes catálogos se muestra en Amperios-hora.

Por lo que se necesitan los siguientes valores:

Ced: Energía medio diario.

Cn: Capacidad nominal sobre el banco de baterías (Ah)

N: Periodo de autonomía en días.

PDmax,d: Profundidad sobre la descarga máxima.

PDmax,e: Profundidad sobre la descarga máxima estacional.

Vbat: Voltaje de la batería.

De esta forma tenemos, la capacidad de función de descarga máxima:

$$C_{nd} = \frac{618,49}{PD_{MAX,d}}$$

$$C_{nd} = \frac{Q_{Ah}}{0,20}$$

$$C_{nd} = 3092,45Ah$$

De la misma forma, se calculó la descarga máxima estacional:

$$C_{ne} = \frac{Q_{Ah} \times N}{PD_{MAX,e}}$$

$$C_{ne} = \frac{618,49 \times 4}{0,80}$$

$$C_{ne} = 3092,45Ah$$

5.3.7.4 Cantidad

Considerando que se trabajó con 48V dentro del sistema, y que la capacidad nominal de las baterías escogidas es igual a 300Ah, se halló el número de baterías a emplear.

$$\text{Cantidad de grupos de baterías} = \frac{Cn}{\text{Capacidad nominal}}$$

$$\text{Cantidad de grupos de baterías} = \frac{3092,45Ah}{300Ah} = 10,31 \approx 11$$

Teniendo en cuenta la tensión de trabajo (48V), se hicieron 11 grupos de 4 baterías cada uno, esto dio un total de 44 baterías necesarias para alimentar al sistema.

Vida Útil de baterías

La vida útil de las baterías dependerá de sus ciclos de descarga y sobre el tipo de baterías a utilizar:

Batería de litio, para una batería de 6000 ciclos de descarga 20 años.

Baterías de Gel. vida útil 12 años aproximadamente.

Baterías estacionarias, vida útil de 15 años aproximadamente.

Para el caso nuestro se considera la depreciación, de no considerar dicho concepto representaría una disminución en la utilidad de implementar un sistema fotovoltaico.

5.3.8 *Inversor*

Se debe tener en consideración la potencia con la que cuenta y agregar un 35% más. Sabiendo que la potencia instalada es de 10kW conforme tabla N° 3.20.

Tenemos lo siguiente:

$$P_{inv} \geq P_{instalada} \times 1,35$$

$$P_{inv} \geq 10 \times 1,35 \approx 13,5kW$$

Teniendo en cuenta la potencia necesaria para el inversor, se consideró apropiada la instalación de 3 equipos Victron Multiplus 48V 5000VA 70A para satisfacer la necesidad requerida y tener un pequeño margen si se desea aumentar los equipos.

5.3.9 *Conductores*

5.3.9.1 *Caída de tensión*

Se sabe que el Pliego de condiciones técnicas del IDEA tiene las normas necesarias para la selección de conductores. Esta indica que en los conductores de corriente continua debe existir una caída de tensión máxima del 1,5%. Por lo que se estableció lo siguiente para cada sección:

De los paneles a los reguladores: $\Delta V\%$ es 1,5%

De los reguladores a las baterías: $\Delta V\%$ es 1,5%

De las baterías a los inversores: $\Delta V\%$ es 1,5%

A su vez, se tiene la longitud de los tramos:

De los paneles a los reguladores: 7m

De los reguladores a las baterías: 5m

De las baterías a los inversores: 5m

5.3.9.2 Selección del conductor

Utilizando la corriente que tiende a pasar por medio del conductor y a su vez la caída de tensión de ello, se halló la sección de los conductores seleccionados.

$$I = N_{\text{paneles}} \times I_{sc}$$

$$\Delta V = \Delta V\% \times V_{MP}$$

Se utilizó lo siguiente:

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

De donde se obtuvo:

De los paneles a los reguladores: 34mm²

De los reguladores a las baterías: 22mm²

De las baterías a los inversores: 22mm²

5.4 Características técnicas del sistema fotovoltaico propuesto

De acuerdo con los valores obtenidos en los cálculos anteriores, se plantea el resumen de las características técnicas del sistema fotovoltaico propuesto.

Figura 5 - 5: Características técnicas del sistema fotovoltaico

CARACTERÍSTICAS SISTEMA FOTOVOLTAICO	
FACTOR DE INCLINACION	1.01
FACTOR DE IRRADIACION	0.99
FACTOR DE SOMBRA	1
GHI (irradiación global menor durante el año)	5,7094kw/m2/dia
HSP (hoaras solar pico)	5,7094 h
N° de paneles fotovoltaicos (modelo Policristalino EcoGreen de 150W 42V.	37
CONEXIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS	
en serie	3
en paralelo	13
REGULADOR PWM LCD 50A 48V Must Solar	
corriente de entrada al regulador	43.45 A
corriente de salida del regulador	16.45 A
BATERIA (GEL 12V 300Ah Tensite)	44
capacidad nominal	300Ah
Capacidad de descarga maxima	3092.45 Ah
capacidad de descarga maxima estacional	3092.45 Ah
INVERSOR	
equipo Victron Multiplus 48V 5000VA 70A	
Pot. Inver	13.5 kw

Fuente: elaboración propia.

Tiempo de vida: Respecto al tiempo promedio de vida útil sobre los paneles fotovoltaicos varían dentro desde los 20 hasta los 25 años, conforme pruebas realizadas como la prueba de Light Induced Degradation (LID), la degradación inducida por luz.

Pérdidas del sistema Fotovoltaico: El sistema de pérdidas del sistema dependerá de sombreado, disparidad, temperatura, polvo y suciedad, rendimiento de AC/DC del inversor, cableado de CA/DC, irradiación y reflejo, que sumando dichas pérdidas estarían dentro de un 15% según informe INERGY.

Calidad de producto en sistemas fotovoltaicos: Para mejorar la calidad del producto es necesario reducir las corrientes armónicas producidas por las cargas, se puede agregar un transformador en serie, también se pueden agregar filtros desviando así las corrientes de entrada por ejemplo agregar un filtro de derivación Shunt.

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA DE AUTOGENERACIÓN

6.1 Análisis de la inversión

Se consideraron los siguientes factores:

- Costo de equipos.
- Costo de instalación.
- Costo de operación y mantenimiento.

Para plantear la inversión en soles se realizó la cotización con la empresa AutoSolar energía del Perú S.A.C.

Figura 6 - 1: Cotización de kit solar empresa Autosolar

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 006824	1	26/06/2021

CLIENTE	RUC/DNI	AGENTE	CONDICIÓN DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
34607	11	guido.yance@autosolar.pe - I		5 días, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
** KIT SOLAR AISLADO **						
1002324	Panel Solar JA SOLAR 545W 24V Mono PERC Half-Cell	23	690,77	15.887,71		15.887,71
2008122	Regulador SmartSolar MPPT RS 450V 200A Victron	1	5.099,20	5.099,20		5.099,20
1700580	Monitorización Victron Cerbo GX	1	1.289,33	1.289,33		1.289,33
3004087	Inv/Carg Quattro 10000VA 48V 140-100A VICTRON	1	11.378,20	11.378,20		11.378,20
1880904	Batería Litio Pylontech US3000C 48V 3.5kWh	18	1.675,30	30.155,40		30.155,40
1881004	Gabinete de piso 1.63m 32RU - baterías - Cableado y accesorios por valorar. - Envíos por Shalom o Marvisur (pago destino)	2	2.025,00	4.050,00		4.050,00

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V.	R.E.
	18,00	67.859,84				67.859,84	12.214,77	

TOTAL: S/. 80.074,61

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
PARA DÓLARES: 3,975

COMPRAS DEL DÍA DE HOY SERÁN PROCESADAS AL DÍA SIGUIENTE LABORAL.
GARANTÍA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO PARA EMPRESAS: MARVISUR - SHALOM
NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO LO INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

HORARIO DE ALMACÉN PARA RECEJO DE MATERIALES
Lunes a viernes solo en el siguiente horario:
Primer horario es de 9:00 a.m. - 1:00 p.m.
Segundo horario es de 2:00 p.m. - 6:00 p.m.

FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA
BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298 BCP DÓLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390
INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563
BBVA SOLES: 00110397010001329070 / CCI: 01139700010001329070
BBVA DÓLARES: 00110397010001330479 / CCI: 01139700010001330479

AutoSolar

Fuente: Empresa AutoSolar Energía del Perú S.A.C.

Cotización que dio resultado a la siguiente tabla, con los costos detallados:

Tabla 6 - 1: Equipos para instalación de sistema de autogeneración.

EQUIPOS	CANTIDAD	COSTO C/U	COSTO TOTAL
Paneles	37	S/603,76	S/22 339,12
Regulador	10	S/333,02	S/3 330,20
Baterías Tesnte 300 Ah	44	S/1 686,08	S/74 187,52
Inversor	3	S/8 275,73	S/24 827,19
Total			S/124 684,03

Fuente: Propia de los autores

Comentario: Los costos unitarios fueron extraídos de cotización Auto Solar Energía del Perú S.A.C.

Tabla 6 - 2: Costo de instalación del sistema de autogeneración

CARGO	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO MENSUAL SUB TOTAL
Ingeniero supervisor	1	3822	S/3822,35
Ingeniero de seguridad	1	2882	S/2882,26
Asistente mecánico eléctrico	1	2569	S/3 200,22
Técnico de instalación	3	2235	S/6713,49
Operarios	3	2258	S/6774,58
Total			S/22 800,00

Fuente: Propia de los autores.

Para la elaboración de la tabla N° 6-2, se realizaron análisis de costos unitarios de personal considerando la provisión de beneficios sociales y gastos administrativos y seguros correspondientes, el cual se detalla en la siguiente figura.

Figura 6 - 2: Costo de persona mensual

COSTO DE PERSONAL MENSUAL																
ZONA	ESPINARCUSCO SISTEMA FOTOVOLTAICO															
Categoría	Remuneración Básica	Horas Trabajadas	Total Remune Básica	N° de trabajadores	Provisión de Beneficios			ESSALUD Mensual	SCTR Salud	Valor de Venta	Gastos Adm. [4.50%]	Uniforme	SCTR Pensión [0.6%]	Examen Ocupa	SUB TOTAL PLANILLA	Total Planilla [S]
					CTS [9.72%]	Vacación [8.33%]	Gratificac [16.67%]	[9%]	[1.04%]							
Ingeniero supervisor	2,400.00	240.00	2,400.00	1.00	233.28	199.92	400.08	270.00	27.56	3,531.84	211.91	50.00	15.60	13.00	3,822.35	3,822.35
Supervisor de Seguridad	1,800.00	240.00	1,800.00	1.00	174.96	149.94	300.06	202.50	20.28	2,548.74	156.92	50.00	11.70	13.00	2,882.36	2,882.36
Asistente mecánico eléctrico	1,600.00	240.00	1,600.00	1.00	155.52	133.28	266.72	180.00	18.03	2,384.55	141.27	50.00	10.40	13.00	2,569.22	2,569.22
Tecnico de instalacion operarios	1,400.00	240.00	1,400.00	3.00	136.08	116.62	233.38	157.50	15.77	2,062.35	103.12	50.00	9.10	13.00	2,237.57	6,713.49
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8,600.00	1,440.00	8,600.00		835.92	716.36	1,433.62	967.50	97.41	12,698.83	738.97	275.00	55.90	76.00	13,807.69	22,800.00

Fuente elaboración propia.

El tiempo de instalación es de un mes, mientras que el gasto en flete se consideró de S/7 000,00, ello se exhibe por medio de la presente tabla:

Tabla 6 - 3: Costo de instalación del sistema de autogeneración

Año 0	Costo
Componentes del sistema fotovoltaico	S/124 684,03
Recursos humanos	S/22 800,00
Gastos en transporte	S/7 000,00
Total	S/154 484,03

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Costos del Sistema de Autogeneración

6.2.1 Costo de Mantenimiento

Se estimó un 5% de la inversión inicial para realizar el mantenimiento adecuado para mantener en buenas condiciones las instalaciones.

Tabla 6 - 4: *Costo de mantenimiento*

%	INVERSIÓN TOTAL	MANTENIMIENTO
5%	S/154,684,03	S/.7 734,20

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Depreciación

Se realizó el costo estimado de depreciación de los diferentes equipos que se utilizaron en la instalación del sistema de autogeneración conforme tasas de depreciación aceptadas por la SUNAT, para el caso se tomó el 5%

Tabla 6 - 5: *Depreciación anual*

Equipos	Costo total	Depreciación anual
Paneles	S/22 339,12	S/1 116,95
Regulador	S/3 330,20	S/166,51
Baterías	S/74 187,52	S/3 709,37
Inversor	S/24 827,19	S/1 241,36
Total	S/124 684,03	S/6 234,20

Fuente: Elaboración propia

6.3 Ingresos

6.3.1 Bono de Carbono

Es un bono que se da por cada kWh generado de forma limpia, impidiendo la emisión de gases por efecto invernadero.

6.3.1.1 Antecedente del pago de bono de carbono.

San Juan Lachao Pueblo Nuevo, pertenece a uno de los estados de Oaxaca, situado sobre la región costa del país de México, aborda ser una comunidad indígena, que ejecuta el manejo

forestal y ha obtenido bienes económicos vendiendo bonos de carbono por medio de distintas empresas; así como también a la municipalidad de Palo Alto; siendo uno de los líderes sobre la venta de bonos de carbono mediante diversos proyectos forestales. “Con dicho recurso se puede alcanzar mucho más por nuestros bosques”, indica Gaspar Salinas, presidente del Comisariado de Bienes Comunales de esta localidad.

En estos últimos 20 años, con el apoyo de distintas organizaciones, estos bosques han eliminado alrededor de 240 000 toneladas de CO₂ de la atmósfera, indica Carlos Marcelo Pérez, quien es director técnico de la Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas del estado de Oaxaca (ICICO), asociación civil el cual congrega a 12 comunidades que realizan la búsqueda de la venta de los bonos de carbono. Según el Banco Mundial, esta cantidad de dióxido de carbono ha permitido tener una ganancia de millones de mexicanos al transcurrir un año, dado que las emisiones *per cápita* sobre este país, son de alrededor de cuatro toneladas de CO₂.

Figura 6 - 3: *San Juan Lachao Pueblo Nuevo*



Fuente: Cortesía ICICO/San Juan Lachao Pueblo Nuevo.

En el año de 2014, la comunidad conformó un programa piloto de generación de créditos de carbono de la Reserva de Acción Climática (CAR), organización, ubicada en California, cuya función principal es la de impulsar y formar en enfoques de mercado para abordar el cambio climático, a razón de beneficiar la sociedad, la economía y los ecosistemas. ICICO también formó parte técnica de este proyecto.

A los seis años de dar inicio a este proyecto, San Juan Lachao Pueblo Nuevo, ha vendido alrededor de 30 084 bonos de carbono (bono con equivalencia a 1 tonelada de capturada tras el paso de un año), a un costo por tonelada de \$8, cifras según datos sobre la ICICO. Esta venta de bonos de carbono ha contribuido a la comunidad la obtención de una ganancia de alrededor de 4 500 000 pesos (\$210 000); para un proyecto el cual se ejecuta aproximadamente en 2388 hectáreas de bosques. En el 2023, los bonos de carbono serán completamente funcionales del Sistema de Comercio de Emisiones de México, ya que llegará a obligar a las empresas industriales a remover sus emisiones de CO₂ que exceden, por medio de la obtención de créditos de carbono.

En el Perú, los bonos de carbono se le conoce como Unidades de Reducción de Emisiones (URE). Este tiene un valor aproximado de \$70 por cada 1000kg de CO₂ no generados. Esto multiplicado con el tipo de cambio, da el valor obtenido finalmente.

OSINERMINING, MINEM, MINAM, elaboraron el informe al año de emisiones de gases de efecto invernadero correspondiente al año 2012 (Anexo XI), la conclusión obtenida es que, debido a la variedad de combustibles empleados al generar electricidad y a la red eléctrica diversificada que posee el Perú, se alcanza un total de igual a 128 g de CO₂ / kWh

Al tener conocimiento sobre la mina el cual tiende a generar un promedio igual a 79.64 kWh conforme tabla N° 3.20 a fin de generar un abastecimiento al consumo de la mina llevando al siguiente cálculo: $128 \text{ g de CO}_2 / \text{kWh} \times 79.64 \text{ kWh} = 10\,193.9 \text{ g de CO}_2$

Logrará disminuirse la emisión de gases de efecto invernadero con una equivalencia igual a 10,193.9 *g de CO2* por hora en la mina.

Cálculo por día de emisión de gases: $10\,193.9\text{ g de CO}_2 \times 24 = 244,654\text{ g de CO}_2$ por día

Logrará dejarse emitir 244,654 *g de CO2* para cada día

Calcular por año: $244,654\text{ g de CO}_2 \times 365 = 89\,292\,739\text{ g de CO}_2$ por año No se emitirían 89 292 .7 *kg de CO2* por año.

Tabla 6 - 6: *Ingreso por Bono de Carbono*

CO₂ eq (kg) por año	URE x 1000 kgCO₂ en \$	Ingreso por bono de carbono por Año en \$	Ingreso por bono de carbono por Año en S/.
89,292.70	70	6,249.60	23436

Fuente: *Elaboración propia*

6.3.2 *Ingresos por Energía Eléctrica*

Se estimó un ahorro significativo al no utilizar energía suministrada, 2389.36 KW/h conforme tabla N° 3.20 por lo que se realizó el cálculo del costo de kWh ahorrado, usando la tarifa con la que cuenta la empresa minera.

Tabla 6 - 7: *Ingreso por Costo de kWh*

Tarifa	Consumo anual (kWh)	Ingreso por kWh en Soles por mes	Ingreso por kWh en Soles por Año
S/0,83	2389.36	1983.2	23,798.4

Fuente: *Elaboración propia*

6.4 Flujo de caja

Figura 6 - 4: *Flujo de caja*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión													
Instalación de sist. Antropometría	S/ 154,484.03												
Total de inversión	S/ 154,484.03												
Egresos:													
Mantenimiento		S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20
Depreciación		S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20
Total de egresos	S/ 154,484.03	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40
Beneficios:													
Bono de carbono		S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00	S/ 23,436.00
Costo kWh		S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40
Total de beneficios	S/ -	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40	S/ 47,234.40
Flujo de caja	-S/ 154,484.03	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00	S/ 33,266.00
Utilidad acumulada	-S/ 154,484.03	-S/ 121,218.03	-S/ 87,952.03	-S/ 54,686.03	-S/ 21,420.04	S/ 11,845.96	S/ 45,111.96	S/ 78,377.96	S/ 111,643.96	S/ 144,909.96	S/ 178,175.96	S/ 211,441.96	S/ 244,707.96
Valor actual neto (VAN)	S/ 145,450.68												
TIR	18.8%												
TMAR	5.0%												
B/C	3.04												

Fuente: Propia de los autores.

Por medio de la tabla 6.8 se exhibe desde el año 0, el cual sería el año de implementación del sistema, hasta el año 12. Teniendo como resultado los indicadores económicos, un VAN de S/. 145,460.68; un TIR de 18,8%; un TMAR de 5,0% y una relación costo beneficio de 3.04; que quiere decir que por cada sol invertido se tendrá un beneficio de S/. 3.04.

Así mismo conforme la tabla 6.8 flujo de caja, se recuperará la inversión a partir del año 7.

6.5 Flujo de caja sin bono de carbono

Se puede observar el impacto económico sin considerar el bono de \$ 70, que se paga por dejar de emitir 1000 Kg. de CO2.

Figura 6 - 5: Flujo de caja sin ingreso de bono de carbono

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión													
Instalación de sist. Autogeneración	S/ 154,484.03												
Total de inversión	S/ 154,484.03												
Egresos													
Mantenimiento		S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20	S/ 7,734.20				
Depreciación		S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20	S/ 6,234.20				
Total de egresos	S/ 154,484.03	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40	S/ 13,968.40				
Beneficios													
Bono de carbono		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -				
Costo kWh		S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40				
Total de beneficios	S/ -	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40	S/ 23,798.40				
Flujo de caja	-S/ 154,484.03	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00	S/ 9,830.00				
Utilidad acumulada	-S/ 154,484.03	-S/ 144,654.03	-S/ 134,824.03	-S/ 124,994.03	-S/ 115,164.04	-S/ 105,334.04	-S/ 95,504.04	-S/ 85,674.04	-S/ 75,844.04	-S/ 66,014.04	-S/ 56,184.05	-S/ 46,354.05	-S/ 36,524.05
Valor actual neto (VAN)	-S/ 62,328.79												
TIR	-3.9%												
TMAR	5.0%												
B/C	1.75												

Fuente: Propia de los autores

De acuerdo con la tabla 21, se exhibe que sin considerar los ingresos por bono de carbono se tendría un VAN negativo S/. 62, 328.79 y

Una TIR de -3.9% lo que indicaría que para un horizonte de 12 años el proyecto no sería viable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Dentro del análisis del consumo energético de la mina, se puede apreciar que la tarifa contratada es la de MT3, esta cuenta con ciertas características, dentro de las que tenemos un cargo fijo mensual, un cargo por actividades en horas punta y fuera de horas punta, cargo por potencia activa generada, por empleo de las redes de distribución y por energía reactiva. A su vez, se realizaron revisiones documentales para poder llegar a un promedio de energía consumida en kWh por día, mes y año, dentro de lo que tenemos 9 684,99; 290 549,56 y 3 486 594,68; respectivamente. Por lo que, para estudios del caso, se consideró adecuado tomar como zona a suministrar energía el campamento, donde se obtuvo un gasto energético de 79,645.3Wh-día.
- Para la disponibilidad de recursos se utilizó el programa que brinda la NASA, el cual se llama POWER, donde se encontró la radiación solar, teniendo el pico más alto entre noviembre y diciembre, con un valor de 7,5 kWh/m²/día; a su vez se halló el rango de temperatura el cual entre 19 a 24 grados Celsius; y finalmente se encontró la velocidad del viento a una altura igual a 10m, la cual tiene un rango de velocidad de 7 a 9 m/s.
- Considerando el desarrollo del segundo objetivo, se concluyó que utilizar un sistema de autogeneración eólica ocuparía mucho espacio y a su vez, se dificultará la instalación en la zona, por lo que se seleccionó un sistema fotovoltaico. Posterior al cálculo de las horas solar pico, realizó el cálculo del número de paneles necesarios a razón de alimentar la carga, para lo que se seleccionó el modelo de paneles Policristalino EcoGreen con una potencia de 150W y 24V, obteniendo que se necesitaran 37 paneles. Seguido de esto, se seleccionan los reguladores que se utilizaran, para este caso se optó por usar los PWM LCD 50A 48V,

- para poder soportar la corriente de entrada y salida sin ningún problema. Siguiendo con el proceso, se calculó un número de 44 baterías del modelo de GEL 12V 300Ah Tensite. Finalmente se seleccionó el inversor, para el caso se utilizaron 3 equipos del modelo Victron Multiplus 48V 5000VA 70A.
- Para realizar el análisis económico, se consideró el proyecto a 12 años, teniendo en cuenta la inversión inicial, donde se consideraron los gastos de los equipos e instalación de los mismos, se le agregó también los gastos anuales que se tendrán de operación y mantenimiento. Dentro de los ingresos se consideró los ingresos del bono de carbono y el ahorro que tendrá la empresa al no pagar esa cantidad de energía que se generará. Con estos datos se calcularon los indicadores económicos, teniendo un VAN de S/. 145,460.68; un TIR de 18,8% y una relación costo beneficio de 3,04.
 - Se concluye que realizar un sistema de autogeneración para electrificar cierta parte del campamento es viable, puesto que, al realizar la instalación se redujeron en gran medida los gastos por consumo energético y, al no ser instalado en toda la zona minera ni todo el campamento, garantiza una confiabilidad alta, al no tener equipos que necesiten atención especial en el sistema.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio para la posibilidad de utilizar un sistema híbrido, de esta forma reducir costos o producir mayor cantidad de energía.
- Se recomienda implementar el sistema solar fotovoltaico en otros equipos, con el fin de reducir los costos, considerando las cargas de cada equipo.
- Se recomienda mantener el sistema solar fotovoltaico en buen estado, considerando cada mantenimiento, así como la limpieza de los paneles para mantener la eficiencia de la producción de la energía.
- Considerar la utilización de otro tipo de paneles fotovoltaicos para el aprovechamiento de energía solar.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Energías Renovables. (2023). *Inversiones en renovables baten récord, pero necesitan gran aumento y distribución más equitativa*. Obtenido de Bnamericas: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/inversiones-en-renovables-baten-record-pero-necesitan-gran-aumento-y-distribucion-mas-equitativa>
- Alan, A., Díaz, R., García, C., & Valdez, R. (2017). *Planeamiento estratégico del sector distribución de energía eléctrica*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- AutoSolar. (2015). *AutoSolar.pe*. Obtenido de [https://autosolar.pe/?gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7QwkSuqm-3CGgNnMKQ3MiC7OMH9shHz7gpxmPCJAe7jNYQA7RDNGVFncAtQsEALw_wcB&gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7QwkSuqm-3CGgNnMKQ3MiC7OMH9shHz7gpxmPCJAe7jNYQA7RDNGVFncAtQsEALw_wcB](https://autosolar.pe/?gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7QwkSuqm-3CGgNnMKQ3MiC7OMH9shHz7gpxmPCJAe7jNYQA7RDNGVFncAtQsEALw_wcB&gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7QwkSuqm-3CGgNnMKQ3MiC7OMH9shHz7gpxmPCJAe7jNYQA7RDNGVFncAtQsEALw_wcB&gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7QwkSuqm-3CGgNnMKQ3MiC7OMH9shHz7gpxmPCJAe7jNYQA7RDNGVFncAtQsEALw_wcB)
- Ayllu Solar. (2018). *Manual sobre instalaciones de plantas fotovoltaicas*. SERC CHILE. Obtenido de https://ayllusolar.cl/wp-content/uploads/2018/05/manual_instalaciones_fotovoltaicas.pdf
- Barreto, P. (2017). *Suministro alternativo de energía eléctrica mediante paneles solares, para autoconsumo domiciliario en el sector urbano de Chimbote*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- Bueno, M., Rodríguez, L., & Rodríguez, P. (2016). Análisis de costos de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano. *Redalyc*, 34(2), 397-419. doi:<https://doi.org/10.14482/inde.33.2.6368>

- Casa Lima CORP. (2020). *Norma EC.010 Redes de distribución de energía eléctrica*. Obtenido de <https://grupocasalima.com/es-ec/blog/norma-ec-010-redes-de-distribucion-de-energia-electrica/>
- Consejo Europea. (2021). Reforma del mercado de la electricidad. *Consejo de la Union Europea*, 2-6.
- Consejo Europeo. (2021). Reforma del mercado de la electricidad. *Consejo de la Union Europea*, 2-6.
- Cortés, C., Gómez, G., Betancur, F., Carvajal, S., & Guerrero, N. (2020). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *Tecnológicas*, 23(47).
- Cruz, G., & Silva, J. (2014). *Análisis del mercado del sistema eléctrico de la ciudad del Cusco en un horizonte de 20 años*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Dirección General de Electricidad. (2015). *Especificación técnica del sistema fotovoltaico y sus componentes para electrificación rural*. Norma DGE, Ministerio de Energía y Minas. Obtenido de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/EETT%20Sistemas%20Fotovoltaicos%20y%20Componentes.pdf>
- Eirin, M., Messina, D., Contreras, R., & Salgado, R. (2022). Estudio sobre políticas energéticas para la promoción de las energías renovables en apoyo a la electromovilidad. *CEPAL*, 7-63. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a38a4e8f-59fb-4daa-a973-646528bdf4a9/content>
- Eurostat Statistics Explained. (2018). Electricity price statistics. *Electricity prices for non-household consumers*. doi:ISSN, 2443-8219.

- Fiestas, H. (2018). *Optimización productiva del mercado eléctrico peruano 2017-2040*. Piura: Universidad de Piura.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2007). *Guía básica de la Generación Distribuida*. Madrid: Gráficas Elisa.
- García, P. (2022). *Energía solar fotovoltaica para todos*.
- Gianola, A. (2018). Energía producida en el mar o extraída de él. 40-61. Obtenido de <https://cutt.ly/uXARYZ7>
- Gomez, V., Hernández, C., & Rivas, E. (2018). Visión General, Características y Funcionalidades de la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid). *Scielo*, 29(2), 89-103. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v29n2/0718-0764-infotec-29-02-00089.pdf>
- Gonzales, C., & Espinel, J. (2019). *Determinantes del precio de la energía eléctrica en el mercado de energía de Colombia*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Santa Fe: McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A. Obtenido de <https://cutt.ly/IXARmPe>
- IRENE. (2019). *Renewable power generation costs in 2018*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf
- Lamigueiro, O. (2020). *Energía Solar Fotovoltaica*. CreativeCommons. Obtenido de <https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>
- León, R., Ybarra, C., & Hernández, J. (2015). Autogeneración de energía eléctrica una alternativa para disminuir los gastos por consumo en los horarios punta. *Revista de electronica*,

- eléctrica y sistemas computacionales*, 68-71. Obtenido de https://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/documents/v1/v1_art12.pdf
- Mamani, D. (2021). *Integración de una energía renovable como generación distribuidora en la operación del sistema eléctrico de Sicuani y su evaluación de impacto ambiental en la región de Cusco - 2018*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Marcial, A. (2018). *Energía eólica*.
- Mayorga, J. (25 de 09 de 2020). *Mongobay*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2020/09/mexico-oaxaca-lidera-generacion-de-bonos-de-carbono-en-sector-forestal/>
- MINEM. (2018). *Plan energético nacional 2014-2025*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Plan energético Nacional 2014-2015*. Obtenido de https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=10&idTitular=6397
- Ministerio de Energía y Minas. (2016). *Tarifas Eléctricas en el Perú*. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2015/com2015enemin.nsf/pubweb/389AD906020DCA4405257F960071F3B8/\\$FILE/PPT-MEM2016.PDF](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2015/com2015enemin.nsf/pubweb/389AD906020DCA4405257F960071F3B8/$FILE/PPT-MEM2016.PDF)
- New Line. (2020). *Red de distribución eléctrica de México*. Obtenido de <https://corpnewline.com/transformadores.htm>
- Nyemb, N., & Novikova, O. (2019). El impacto de las pequeñas y medianas empresas de Camerún en el desarrollo del sistema energético. *En E3S Web de Conferencias*, 140, 30.
- Osinergmin. (2020). *Diagramas unifilares de transmisión de distribución eléctrica*. Lima: Osinergmin.

- Portillo, J. (2015). *Estudio para el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Quispe, A. (2014). *evaluación de la rentabilidad en la aplicación de sistemas de tipo smart grid en macrosistemas de distribución eléctrica bajo el contexto del SNIP*. Perú.
- Rubiños, S. (2015). *Planeamiento de la generación distribuida en redes de distribución de energía eléctrica en el Perú*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Sánchez, C. (2020). *Centrales termoeléctricas*. UNED.
- SunearthTools. (2014). *SunearthTools.com*. Obtenido de https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & Vilches, C. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima: Osinermin.
- Vargas, L., Haas, J., Reyes, L., Salinas, F., & Morata, D. (2020). *Generación de energía eléctrica con fuentes renovables*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=0Pp6EAAAQBAJ&pg=PA127&dq=formas+de+generaci%C3%B3n+energ%C3%A9tica+2018&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj59vT9Pb7AhXbLrkGHWuiCJ8Q6AF6BAGLEAI#v=onepage&q=formas%20de%20generaci%C3%B3n%20energ%C3%A9tica%202018&f=false>
- Vásquez, A., Tamayo, J., & Salvador, J. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Lima: Osinermin.
- Vega, K., Piedra, J., & Richmond, G. (2019). Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos medianet una interfaz gráfica. *Tecnología en Marcha*, 32(3), 66-78.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de Consistencias

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
General	General	Principal			Tipo: Aplicada
En la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi existen problemas de elevado costo de energía eléctrica y confiabilidad del sistema eléctrico debido al incumplimiento de los valores mínimos establecidos en la norma técnica de calidad de servicio eléctrico (023-2006-EM).	Realizar el análisis del impacto económico de la autogeneración y confiabilidad del sistema eléctrico de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar.	La autogeneración y confiabilidad del sistema eléctrico para la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar es viable económicamente.	Independiente: Autogeneración en la distribución eléctrica.	Potencia instalada Data de energías disponibles en la localidad. Selección de equipos.	Nivel: Descriptivo Diseño: No experimental Población y muestra: La mina Antonio Raimondi
Específicas	Específicas	Específicas			
¿Cómo se va a diagnosticar el consumo de energía eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar?	Diagnosticar la situación actual del consumo de energía eléctrica de la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar.	El análisis del consumo eléctrico contribuye en determinar el estado actual			

		que presenta la empresa de estudio.			
¿De qué manera se evalúa la disponibilidad de los recursos energéticos locales para la implementación de un sistema de autogeneración?	Identificar los recursos renovables para la implementación de un sistema de autogeneración en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar -2021.	La evaluación de los recursos energéticos de la zona determinó cual es la energía renovable idónea para la generación distribuida.	Dependiente: Impacto económico Impacto de confiabilidad del sistema Eléctrico.	Precio del MW/h	TECNICAS: Observación Facturas emitidas por Electro Sur Este. Base de datos SENAMHI y NASA.
¿Qué aspectos se considera para la selección de equipos y componentes del sistema de autogeneración de energía eléctrica?	Seleccionar los equipos y componentes para el sistema de autogeneración de energía eléctrica.	La selección de los equipos y componentes para el sistema de autogeneración de energía eléctrica permite la autogeneración eléctrica.			
¿Resulta viable el análisis económico de la autogeneración de energía eléctrica en la mina S.M.R.L. Antonio Raimondi Espinar -2021?	4.Realizar la evaluación económica del sistema de autogeneración eléctrica.	El análisis económico resulta favorable para la implementación de un sistema de autogeneración eléctrica.			

Anexo B. Especificaciones de los Paneles Seleccionados

EOS POLY

by Eco Green Energy

330-350W

156.75 mm Cell - 72 cells

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

KEY FEATURES

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

72-Cell
POLYCRYSTALLINE MODULE

18.04%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

GRADE A
CELLS GUARANTEED



 French Quality Module



25
YEARS
OUTPUT POWER
WARRANTY



12
YEARS
PRODUCT
WARRANTY

ELECTRICAL DATA AT STC*

	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power output (Pmax)	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power tolerance	0~+5 W				
Module efficiency	17.01 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.93 V	38.15 V	38.42 V	38.68 V	38.93 V
Maximum power current (Imp)	8.70 A	8.78 A	8.85 A	8.92 A	8.99 A
Open circuit voltage (Voc)	46.11 V	46.32 V	46.58 V	46.85 V	47.12 V
Short circuit current (Isc)	9.10 A	9.16 A	9.23 A	9.31 A	9.38 A

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

Anexo C. Especificaciones de Reguladores Seleccionados



PC1500B Series

PWM - Regulador carga solar

Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.

Modelo: PC1500B-60DU

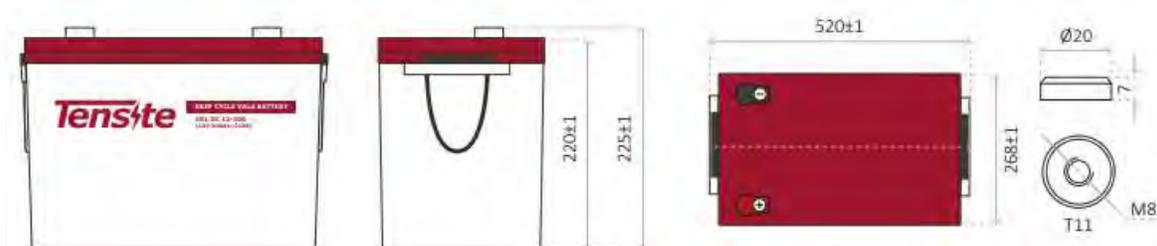
Modelo		PC1500B-10-20		PC1500B-30-40		PC1500B-50-60		PC1500B-6042D	
Entrada	Voltaje FV	±50V						±100V	
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto						48V	
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 1/ x 2/ x 3/ x 4 (0.5V)							
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A
	Autoconsumo	≤13mA						≤25mA	
	Caída de tensión circuito carga	≤0.24V						≤0.25V	
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.10V						≤0.10V	
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización							
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V-15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4							
	Voltaje Carga Absorción	2 horas duración		14.4V (13V-15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4					
	Voltaje Carga Equalización			14.6V (13V-15.5V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4					
	Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V-14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4							
	Reconexión Bajo Voltaje	12.6V (10V-14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4							
Salida USB	5V, 1A x2					No tiene			
Características físicas	Sección cableado	56mm ²		≥16mm ²		≥16mm ²		≥16mm ²	
	Temperatura trabajo	-30°C-65°C							
	Tamaño (L x W x H)	182 x 95 x 46.5mm				196 x 111 x 54mm			
	Peso neto	355g				407g			

Anexo D. Especificaciones de las Baterías



CHARACTERISTICS

DIMENSIONS



TECHNICAL SPECIFICATIONS

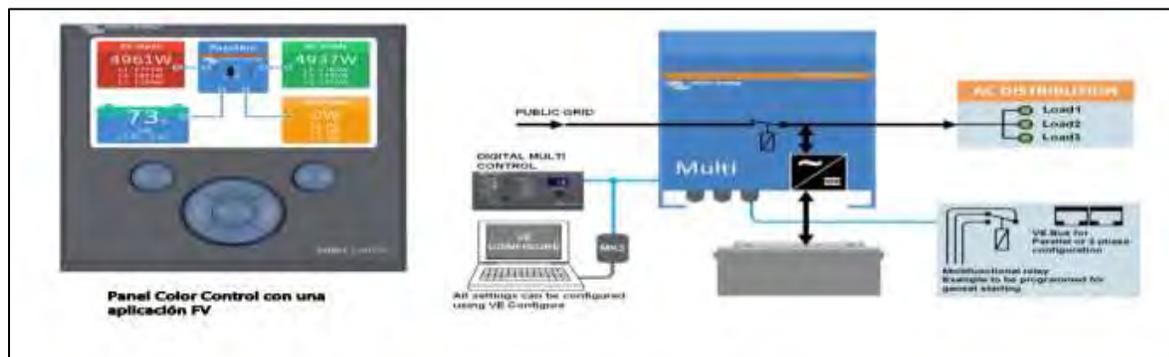
BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
	Cells Per battery		6	
DIMENSION	Length	Width	Height	Total Height
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
APPROX. WEIGHT	67.0 kg ± 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (25.0A)	5 hour rate (43.7A)	3 hour rate (66.2A)	1 hour rate (161.5A)
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

BATTERY DISCHARGE TABLE

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

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

Anexo E. Especificaciones de los Inversores



MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
PowerAssist		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Commutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)		9,5 – 17V		19 – 33V	38 – 66V		
Salida		Tensión de salida: 230 VAC ± 2%				Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)	
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)		800	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)		700	1000	1300	1600	2400	4000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)		650	900	1200	1400	2200	3700
Potencia cont. de salida a 65°C (W)		400	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)		1600	2400	3000	4000	6000	10,000
Eficacia máxima (%)		92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío (W)		8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)		5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15
CARGADOR							
Entrada CA		Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA			Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz	Factor de potencia: 1	
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)		14,4 / 28,8 / 57,6					
Tensión de carga de "flotación" (V CC)		13,8 / 27,6 / 55,2					
Modo de almacenamiento (VCC)		13,2 / 26,4 / 52,8					
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)		35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70
Corriente de carga de la batería de arranque (A)		4 (solo modelos de 12 y 24V)					
Sensor de temperatura de la batería		Sí					
GENERAL							
Salida auxiliar (5)		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí (16A)	Sí (25A)
Relé programable (6)		Sí					
Protección (2)		a – g					
Puerto de comunicación VE.Bus		Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema					
Puerto de comunicaciones de uso general		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí	Sí
On/Off remoto		Sí					
Características comunes		Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerada por aire) Humedad (sin condensación): máx 95%					
CARCARA							
Características comunes		Material y color: aluminio (azul RAL 5012)			Categoría de protección: IP 21		
Conexión de la batería		cables de batería de 1,5 metros		Pernos M8	Cuatro pernos MB (3 conexiones positivas y 3 negativas)		
Conexión 230 V CA		Conector G-ST18i			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm (6 AWG)	
Peso (kg)		10	10	10	12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)		375x214x110			520x255x125	362x258x218	444x328x240
ESTÁNDARES							
Seguridad		EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, IEC 62109-1					
Emisiones / Inmunidad		EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3					
Vehículos de carretera		Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4					
Anti-Isla		Visite nuestra página web					
<p>1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita</p> <p>2) Claves de protección:</p> <p>a) cortocircuito de salida</p> <p>b) sobrecarga</p> <p>c) tensión de la batería demasiado alta</p> <p>d) tensión de la batería demasiado baja</p> <p>e) temperatura demasiado alta</p> <p>f) 230 VCA en la salida del Inversor</p> <p>g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta</p> <p>3) Carga no lineal, factor de Cresta 3:1</p> <p>4) A 25 °C de temperatura ambiente</p> <p>5) Se desconecta si no hay Fuente CA externa disponible</p> <p>6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general.</p> <p>subtensión CC o señal de arranque/parada del generador</p> <p>Capacidad nominal CA 250V/4A</p> <p>Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 80VCC</p>							

Anexo F. Toma de medidas de consumo cada 15min durante 3 meses

Meter ID: "Date" "Time" "Int.Len" "kWh-Del" "kVARh-Del"	demanda activa		demanda reactiva		demanda total
02844119 "03/11/21" "06:15" 15 0.3513000000000000 0.0356000000000000	0.3513	3656681,7	0.0356	370560,4	4027242,1
02844119 "03/11/21" "06:30" 15 0.3508000000000000 0.0354000000000000	0.3508	3651477,2	0.0354	368478,6	4019955,8
02844119 "03/11/21" "06:45" 15 0.3482000000000000 0.0335000000000000	0.3482	3624413,8	0.0335	348701,5	3973115,3
02844119 "03/11/21" "07:00" 15 0.3480000000000000 0.0334000000000000	0.3480	3622332	0.0334	347660,6	3969992,6
02844119 "03/11/21" "07:15" 15 0.3540000000000000 0.0434000000000000	0.3540	3684786	0.0434	451750,6	4136536,6
02844119 "03/11/21" "07:30" 15 0.3639000000000000 0.0597000000000000	0.3639	3787835,1	0.0597	621417,3	4409252,4

02844119 "03/11/21" "07:45" 15 0.3526000000000000 0.0541000000000000	0.3526	3670213,4	0.0541	563126,9	4233340,3
02844119 "03/11/21" "08:00" 15 0.3650000000000000 0.0568000000000000	0.3650	3799285	0.0568	591231,2	4390516,2
02844119 "03/11/21" "08:15" 15 0.3596000000000000 0.0539000000000000	0.3596	3743076,4	0.0539	561045,1	4304121,5
02844119 "03/11/21" "08:30" 15 0.3538000000000000 0.0514000000000000	0.3538	3682704,2	0.0514	535022,6	4217726,8
02844119 "03/11/21" "08:45" 15 0.3635000000000000 0.0715000000000000	0.3635	3783671,5	0.0715	744243,5	4527915
02844119 "03/11/21" "09:00" 15 0.3719000000000000 0.0731000000000000	0.3719	3871107,1	0.0731	760897,9	4632005
02844119 "03/11/21" "09:15" 15 0.2848000000000000 0.0465000000000000	0.2848	2964483,2	0.0465	484018,5	3448501,7
02844119 "03/11/21" "09:30" 15 0.3277000000000000 0.0164000000000000	0.3277	3411029,3	0.0164	170707,6	3581736,9

02844119 "03/11/21" "09:45" 15 0.3356000000000000 0.0049000000000000	0.3356	3493260,4	0.0049	51004,1	3544264,5
02844119 "03/11/21" "10:00" 15 0.3326000000000000 0.0055000000000000	0.3326	3462033,4	0.0055	57249,5	3519282,9
02844119 "03/11/21" "10:15" 15 0.3408000000000000 0.0126000000000000	0.3408	3547387,2	0.0126	131153,4	3678540,6
02844119 "03/11/21" "10:30" 15 0.3427000000000000 0.0140000000000000	0.3427	3567164,3	0.0140	145726	3712890,3
02844119 "03/11/21" "10:45" 15 0.3413000000000000 0.0161000000000000	0.3413	3552591,7	0.0161	167584,9	3720176,6
02844119 "03/11/21" "11:00" 15 0.3598000000000000 0.0430000000000000	0.3598	3745158,2	0.0430	447587	4192745,2
02844119 "03/11/21" "11:15" 15 0.3631000000000000 0.0426000000000000	0.3631	3779507,9	0.0426	443423,4	4222931,3
02844119 "03/11/21" "11:30" 15 0.3573000000000000 0.0436000000000000	0.3573	3719135,7	0.0436	453832,4	4172968,1

02844119 "03/11/21" "11:45" 15 0.3606000000000000 0.0447000000000000	0.3606	3753485,4	0.0447	465282,3	4218767,7
02844119 "03/11/21" "12:00" 15 0.3805000000000000 0.0578000000000000	0.3805	3960624,5	0.0578	601640,2	4562264,7
02844119 "03/11/21" "12:15" 15 0.4132000000000000 0.0404000000000000	0.4132	4300998,8	0.0404	420523,6	4721522,4
02844119 "03/11/21" "12:30" 15 0.4164000000000000 0.0419000000000000	0.4164	4334307,6	0.0419	436137,1	4770444,7
02844119 "03/11/21" "12:45" 15 0.4129000000000000 0.0391000000000000	0.4129	4297876,1	0.0391	406991,9	4704868
02844119 "03/11/21" "13:00" 15 0.4114000000000000 0.0355000000000000	0.4114	4282262,6	0.0355	369519,5	4651782,1
02844119 "03/11/21" "13:15" 15 0.4239000000000000 0.0575000000000000	0.4239	4412375,1	0.0575	598517,5	5010892,6
02844119 "03/11/21" "13:30" 15 0.4306000000000000 0.0618000000000000	0.4306	4482115,4	0.0618	643276,2	5125391,6

02844119 "03/11/21" "13:45" 15 0.4371000000000000 0.0627000000000000	0.4371	4549773,9	0.0627	652644,3	5202418,2
02844119 "03/11/21" "14:00" 15 0.4331000000000000 0.0614000000000000	0.4331	4508137,9	0.0614	639112,6	5147250,5
02844119 "03/11/21" "14:15" 15 0.4283000000000000 0.0674000000000000	0.4283	4458174,7	0.0674	701566,6	5159741,3
02844119 "03/11/21" "14:30" 15 0.4230000000000000 0.0681000000000000	0.4230	4403007	0.0681	708852,9	5111859,9
02844119 "03/11/21" "14:45" 15 0.2944000000000000 0.0649000000000000	0.2944	3064409,6	0.0649	675544,1	3739953,7
02844119 "03/11/21" "15:00" 15 0.3748000000000000 0.0726000000000000	0.3748	3901293,2	0.0726	755693,4	4656986,6
02844119 "03/11/21" "15:15" 15 0.4072000000000000 0.0678000000000000	0.4072	4238544,8	0.0678	705730,2	4944275
02844119 "03/11/21" "15:30" 15 0.4203000000000000 0.0623000000000000	0.4203	4374902,7	0.0623	648480,7	5023383,4

02844119 "03/11/21" "15:45" 15 0.4177000000000000 0.0517000000000000	0.4177	4347839,3	0.0517	538145,3	4885984,6
02844119 "03/11/21" "16:00" 15 0.4005000000000000 0.0245000000000000	0.4005	4168804,5	0.0245	255020,5	4423825
⋮					
02844119 "07/02/22" "02:45" 15 0.3287000000000000 0.0562000000000000	0.3287	3421438,3	0.0562	584985,8	4006424,1
02844119 "07/02/22" "03:00" 15 0.3298000000000000 0.0419000000000000	0.3298	3432888,2	0.0419	436137,1	3869025,3
02844119 "07/02/22" "03:15" 15 0.3258000000000000 0.0597000000000000	0.3258	3391252,2	0.0597	621417,3	4012669,5
02844119 "07/02/22" "03:30" 15 0.3215000000000000 0.0409000000000000	0.3215	3346493,5	0.0409	425728,1	3772221,6
02844119 "07/02/22" "03:45" 15 0.3202000000000000 0.0447000000000000	0.3202	3332961,8	0.0447	465282,3	3798244,1

02844119 "07/02/22" "04:00" 15 0.3232000000000000 0.0405000000000000	0.3232	3364188,8	0.0405	421564,5	3785753,3
02844119 "07/02/22" "04:15" 15 0.3213000000000000 0.0326000000000000	0.3213	3344411,7	0.0326	339333,4	3683745,1
02844119 "07/02/22" "04:30" 15 0.3199000000000000 0.0466000000000000	0.3199	3329839,1	0.0466	485059,4	3814898,5
02844119 "07/02/22" "04:45" 15 0.3194000000000000 0.0392000000000000	0.3194	3324634,6	0.0392	408032,8	3732667,4
02844119 "07/02/22" "05:00" 15 0.3197000000000000 0.0504000000000000	0.3197	3327757,3	0.0504	524613,6	3852370,9
02844119 "07/02/22" "05:15" 15 0.3315000000000000 0.0397000000000000	0.3315	3450583,5	0.0397	413237,3	3863820,8
02844119 "07/02/22" "05:30" 15 0.3371000000000000 0.0330000000000000	0.3371	3508873,9	0.0330	343497	3852370,9
02844119 "07/02/22" "05:45" 15 0.3322000000000000 0.0412000000000000	0.3322	3457869,8	0.0412	428850,8	3886720,6

02844119 "07/02/22" "06:00" 15 0.3292000000000000 0.0464000000000000	0.3292	3426642,8	0.0464	482977,6	3909620,4
02844119 "07/02/22" "06:15" 15 0.3206000000000000 0.0406000000000000	0.3206	3337125,4	0.0406	422605,4	3759730,8
02844119 "07/02/22" "06:30" 15 0.3203000000000000 0.0507000000000000	0.3203	3334002,7	0.0507	527736,3	3861739
02844119 "07/02/22" "06:45" 15 0.3229000000000000 0.0429000000000000	0.3229	3361066,1	0.0429	446546,1	3807612,2
02844119 "07/02/22" "07:00" 15 0.3229000000000000 0.0756000000000000	0.3229	3361066,1	0.0756	786920,4	4147986,5
02844119 "07/02/22" "07:15" 15 0.3193000000000000 0.0643000000000000	0.3193	3323593,7	0.0643	669298,7	3992892,4
02844119 "07/02/22" "07:30" 15 0.3177000000000000 0.0413000000000000	0.3177	3306939,3	0.0413	429891,7	3736831
02844119 "07/02/22" "07:45" 15 0.3157000000000000 0.0311000000000000	0.3157	3286121,3	0.0311	323719,9	3609841,2

02844119 "07/02/22" "08:00" 15 0.3137000000000000 0.0447000000000000	0.3137	3265303,3	0.0447	465282,3	3730585,6
02844119 "07/02/22" "08:15" 15 0.3182000000000000 0.0392000000000000	0.3182	3312143,8	0.0392	408032,8	3720176,6
02844119 "07/02/22" "08:30" 15 0.3169000000000000 0.0348000000000000	0.3169	3298612,1	0.0348	362233,2	3660845,3
02844119 "07/02/22" "08:45" 15 0.3073000000000000 0.0230000000000000	0.3073	3198685,7	0.0230	239407	3438092,7
02844119 "07/02/22" "09:00" 15 0.2998000000000000 0.0175000000000000	0.2998	3120618,2	0.0175	182157,5	3302775,7
02844119 "07/02/22" "09:15" 15 0.3023000000000000 0.0230000000000000	0.3023	3146640,7	0.0230	239407	3386047,7
02844119 "07/02/22" "09:30" 15 0.3011000000000000 0.0154000000000000	0.3011	3134149,9	0.0154	160298,6	3294448,5
02844119 "07/02/22" "09:45" 15 0.3000000000000000 0.0147000000000000	0.3000	3122700	0.0147	153012,3	3275712,3

02844119 "07/02/22" "10:00" 15 0.3052000000000000 0.0191000000000000	0.3052	3176826,8	0.0191	198811,9	3375638,7
02844119 "07/02/22" "10:15" 15 0.3098000000000000 0.0301000000000000	0.3098	3224708,2	0.0301	313310,9	3538019,1
02844119 "07/02/22" "10:30" 15 0.3150000000000000 0.0327000000000000	0.3150	3278835	0.0327	340374,3	3619209,3
02844119 "07/02/22" "10:45" 15 0.3158000000000000 0.0276000000000000	0.3158	3287162,2	0.0276	287288,4	3574450,6
02844119 "07/02/22" "11:00" 15 0.3186000000000000 0.0261000000000000	0.3186	3316307,4	0.0261	271674,9	3587982,3
02844119 "07/02/22" "11:15" 15 0.2940000000000000 0.0264000000000000	0.2940	3060246	0.0264	274797,6	3335043,6

Para Consultar su número de Cliente en:

004-0020521

RECIBO ELECTRÓNICO N° S352 - 3375

MES FACTURADO:	Marzo-2022
TOTAL:	292,701.00
VENCIMIENTO:	18 abr 2022
EMISIÓN:	31 mar 2022

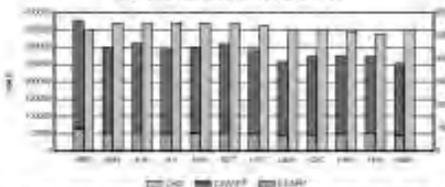
NOMBRE S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO	R.U.C. 3065420046	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PREDIO TRAPICHE- SAN BONIFACIO-PATAUCOLLANA- ESPINAR		SISTEMA TRIFASICO 4 hilos ELÉCTRICOS	ANTERIOR 27/02/2022
DPTO / PROV CUSCO/ESPINAR/CONDOROMA 400-ZONA SICJANI MAYORES	RUTA 006-03-70-001000	MEDIDOR 2844119	ACTUAL 27/03/2022
ALIMENTADOR T1-01 (1435)	Soc. Tipo: 4	CONEXION CS.2 Aeria	LECTURA CORRECTA
SISTEMA SED038 - YAUJI			
TARIFA MT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 200.00	NIVEL DE TENSION (V) 21k.v	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTURE	CONSUMO	CONSUMOS CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
Consumo energía eléctrica	1,092,247	1,782,389	690,142	1,380,000	407,377,000	101,713,000	88.5	9,779	37,882.7	37,882.7
Consumo agua potable	1,024,710	1,175,141	150,431	1,030,000	34,336,000	81,976,000	88.5	3,347	14,888.4	14,888.4
Consumo gas natural	970,070	1,004,046	33,976	1,030,000	39,410,000					
Consumo energía telefonía	0	0	0	1,000,000	320,000			29,10	21,240	21,240.0
Consumo gas combustible	0	0	0	1,000,000	341,000			311,00	82,310	82,310.0

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: S/ 1919.68

MES	2021	2022
ENER	1919.68	1919.68
FEB	1919.68	1919.68
MAR	1919.68	1919.68
ABR	1919.68	1919.68
MAY	1919.68	1919.68
JUN	1919.68	1919.68
JUL	1919.68	1919.68
AUG	1919.68	1919.68
SEPT	1919.68	1919.68
OCT	1919.68	1919.68
NOV	1919.68	1919.68
DIC	1919.68	1919.68

EVOLUCION DE SU CONSUMO DE ENERGIA



MES	2021	2022
ENER	1919.68	1919.68
FEB	1919.68	1919.68
MAR	1919.68	1919.68
ABR	1919.68	1919.68
MAY	1919.68	1919.68
JUN	1919.68	1919.68
JUL	1919.68	1919.68
AUG	1919.68	1919.68
SEPT	1919.68	1919.68
OCT	1919.68	1919.68
NOV	1919.68	1919.68
DIC	1919.68	1919.68

MENSAJES AL CLIENTE

Atenta a Decreto Ley 27510 FOSE, Anexo 2 3,277-41.

Último pago de CAR donde se realizó el pago del interés comprometido.

ORGANISMO DEL SERVIDOR	ALERTAS	NOVI
Empresa Hacia Futuro	01/23	00
Ministerio Desarrollo del Estado	01/23	00
Ministerio Hacia Futuro del Perú	10	00
Ministerio Utilización	0000	0000
Utilización	PRESENTE Y FUERA	

MENSAJES AL CLIENTE: 1

(*) Atención a favor de Banco

ÚLTIMO DÍA DE PAGO 18 abr 2022

TOTAL ENERGIA 129,340.49

ALUMBRADO PUNTO (Alumbrado 88: 2) (1:1001)	20,000.00
CARGO F.C.D	12.00
IMPUESTOS COMPENSATORIOS	200.00
RENTAS/RENTAS Y SERVICIOS DE SE CONSTRU	20.00

SUB TOTAL 122,470.58

CONTRIBUCION 27,235.62

CONTRIBUCION POR DISCRIMINADA	4,928.80
GRATIA	228,756.80
IMPUESTO MORTUARIO	0.00
LEY 27049 ELECTRIFICACION RURAL	2,000.00
RENTAS DEL MES	0.00
RENTAS DEL MES ADICIONALES	0.00

DUPLICADO

OTROS CONCEPTOS 148,078.80

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL SETECIENTOS UNO CON 00/100 SOLES TOTAL S/ 292,701.00

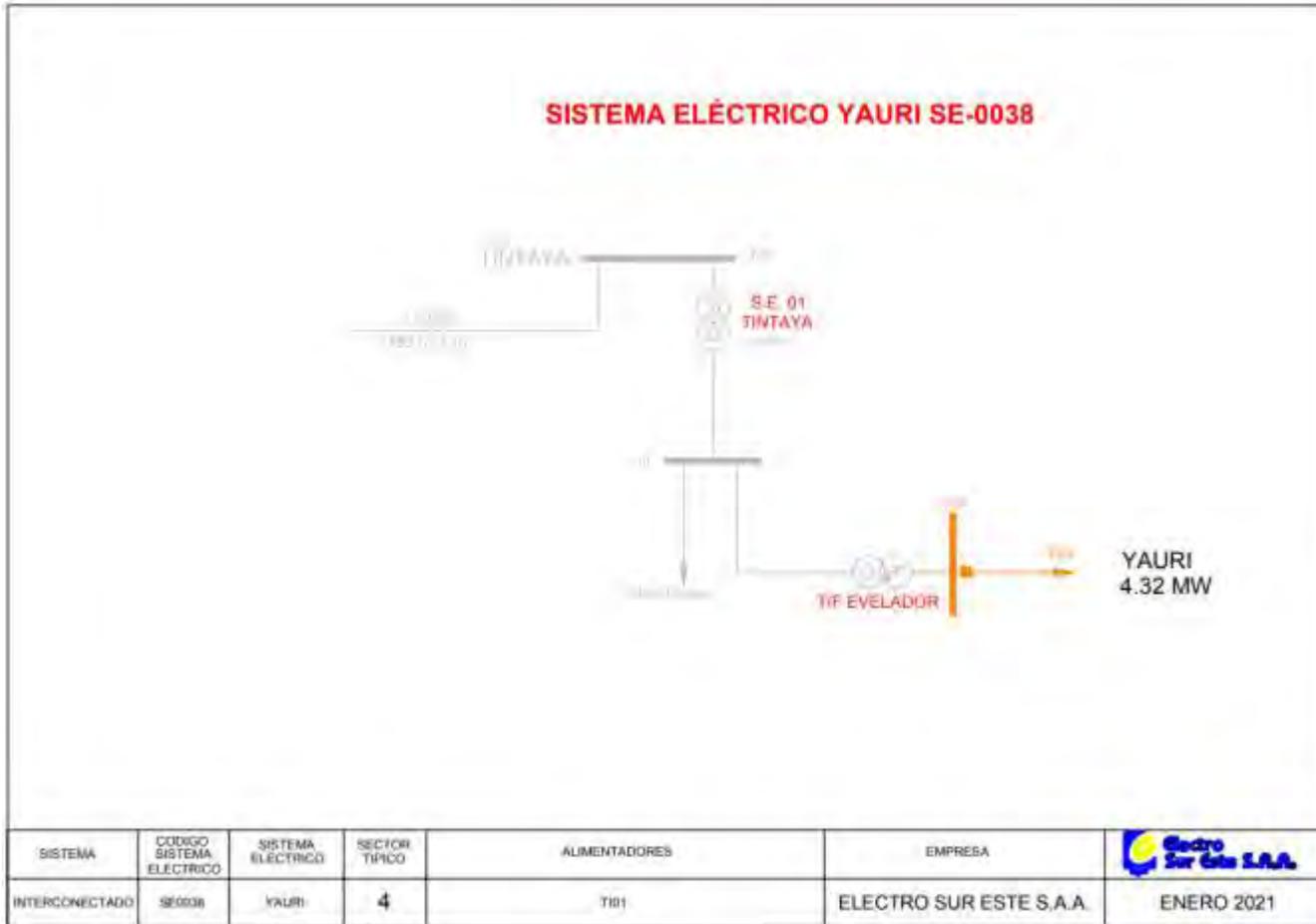
PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

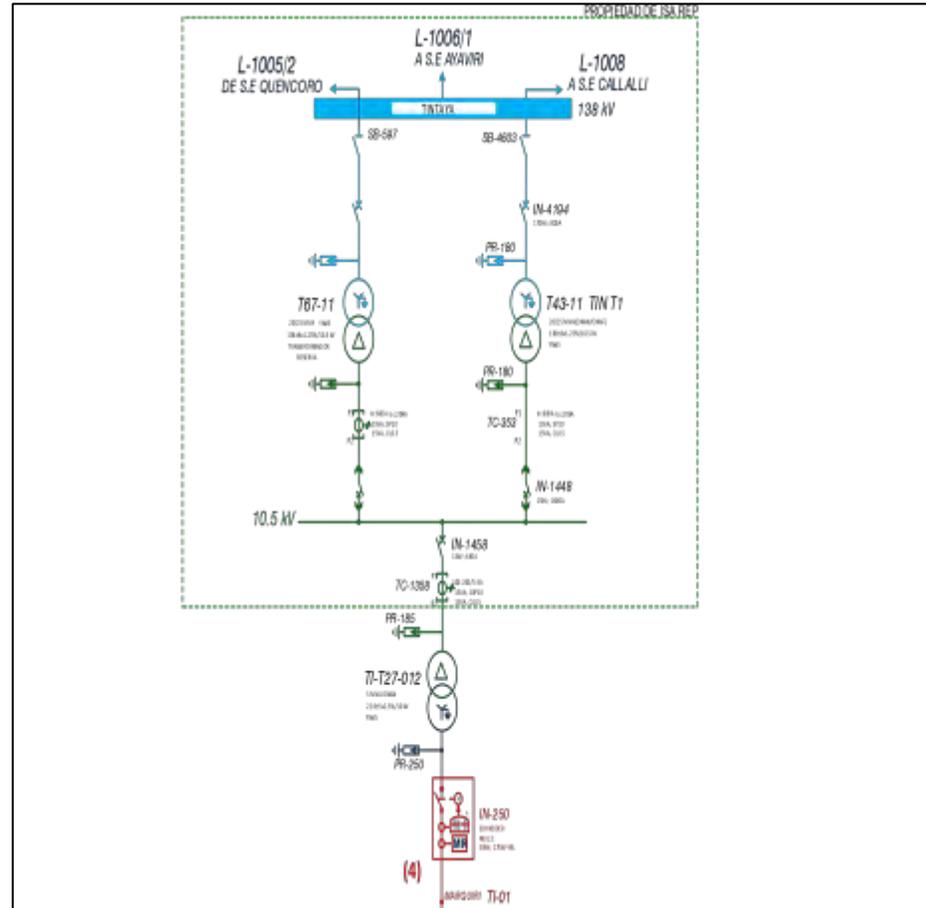
LOCALIDAD CUSCO	004-0020521	
Empresa -02	006-03-70-001000	
NOMBRE S.M.R.L. ANTONIO RAIMONDI CUSCO		
DIRECCION TRAPICHE- SAN BONIFACIO-PATAUCOLLASA	SON DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL SETECIENTOS UNO CON 00/100 SOLES	
SUMINISTRO	RECIBO N° 352 - 3375	MES FACTURADO Marzo-2022
		EMISION 31 mar 2022
		VENCIMIENTO 18 abr 2022
		TOTAL S/ 292,701.00

Anexo H. Comparación de hipótesis y resultados

Hipótesis	Resultados
<p>Con el análisis del consumo eléctrico se determina el estado actual que presenta la empresa de estudio.</p>	<p>Actualmente la empresa minera cuenta con una tarifa MT3, además que el consumo energético total es de 9 684,99 kWh-día, por otro lado, el consumo del campamento es de 65 200 Wh-día</p>
<p>La evaluación de los recursos energéticos de la zona determina, cuál es la energía renovable idónea para la generación distribuida.</p>	<p>Se determinó que la radiación solar es de 7,5 kWh/m²/día, la temperatura varía entre 19 y 24 grados, además que la velocidad del viento es de 7 a 9 m/s.</p>
<p>Se seleccionan los equipos correctos para el sistema de autogeneración de energía eléctrica con la energía renovable escogida.</p>	<p>Se determinó el uso de paneles policristalinos EcoGreen, regulador de PWM LCD 50 A 48V, baterías de GEL 12V 300Ah e inversores Victron Multiplus 48 V 5000VA 70A</p>
<p>El análisis de costos económico determina el impacto que existe.</p>	<p>No se cumple la hipótesis específica</p>

Anexo I. Diagrama unifilar de Yauri





Anexo J. Especificaciones técnicas del analizador A-Eberle, modelo PQ-Box Expert

1.1.Registro en intervalo libre

Registro en intervalo libre	
Tensión:	Valor medio, mínimo, máximo.
Corriente:	valor medio, valor máx.
Potencia:	P, Q, S, PF, cos phi, sin phi
Potencia reactiva de distorsión:	D
Energía:	P, Q, P+, P-, Q+, Q-
Flicker:	Pst, Plt, salida 5
Armónicos de tensión:	Hasta el orden 50
Armónicos de corriente:	Hasta el orden 50
Ángulos de fase de los armónicos:	Hasta el orden 50
	THD U y I; PWHD U e I; PHC
Grupos de Inter armónicos de tensión, corriente:	(Hasta 5 kHz)
Frecuencia:	Valores en 10/15/30 min.
	Tensión, P, Q, S, D, cos phi, sin phi

1.2. Modo en línea

Modo en línea
Imagen osciloscópica
Registrador de valores efectivos cada 10 ms
Armónicos de corriente - tensión
Grupos de Inter armónicos (U, I)
Dirección y ángulo de armónicos

1.3. Funciones de disparo (Rec A / Rec B)

Funciones de disparo (Rec A / Rec B)
Disparo manual con tecla
Disparo automático

Valores de medida / funciones		
PQ-Box 100	light (B1)	expert (B2)
Estadística normalizada, según EN50160 / IEC61000-2-2	x	x
Registro continuo de:		
Tensión: promedio, mín., máx.	x	x
Corriente: promedio, mín., máx.	x	x
Potencia: P, Q, S, PF, cos phi	x	x
Potencia reactiva de distorsión: D	x	x

Energía: P, Q, P+, P-, Q+, Q-	x	x
Flicker (Pst, Plt, salida 5)	x	x
Desequilibrio (U, I)	x	x
Armónicos de tensión/corriente, THD	50.	50.
Agrupación armónicos intermedios (U, I)	50.	50.
Señales de telemandos centralizados	x	x
Frecuencia	x	x
Modo online:		
Imagen osciloscopio	x	x
Valores efectivos	x	x
Armónicos tensión/corriente (hasta 5 kHz)	x	x
Agrupación armónicos intermedios (U, I)	x	x
Sentido del flujo de armónicos	x	x
Funciones de disparo:		
Disparo manual	x	x
Rebas. límite inferior valores efectivos (U, I)		x
Rebas. límite superior val. efectivos (U, I)		x
Salto valores efectivos (U, I)		x
Salto de fase		x
Disparo de envolvente		x

1.4. Diseño constructivo

El analizador no integra ningún componente rotativo, como por ejemplo un ventilador o disco duro, y ofrece un robusto diseño mecánico con clase de protección IP65, con lo cual es ideal para el uso en las condiciones ambiente más adversas. Gracias a la memoria de 512 Mbyte integrada, el PQ-Box 100 permite registrar y guardar los valores de medida durante un periodo máximo de un año. En caso de fallar la alimentación de red, la alimentación ininterrumpida integrada mantendrá operativo el analizador para unos minutos. La alimentación se puede realizar por medio de los cables de medida del instrumento, de manera que no se requiere ningún tomacorriente adicional. Con ayuda de la protección antirrobo, se puede asegurar adecuadamente el PQ-Box 100 en el lugar de medida.

1.5. Evaluación de los datos de medida

Los datos registrados se cargan al PC conectado por medio de una interfaz USB rápida. Una vez conectado el analizador, se alimenta automáticamente desde la interfaz USB rápida del PC. El software de evaluación que forma parte del suministro fue desarrollado a partir de la experiencia en la práctica y se puede instalar sin restricción alguna en cualquier PC deseado. El software entregado ofrece una amplia gama de opciones de evaluación, como por ejemplo el análisis de cargas y localización de fuentes de interferencias en una red, así como una serie de funciones en tiempo real, a la vez que permite automatizar la protocolización según EN50160/IEC61000-2-2. Las actualizaciones del software de evaluación se pueden descargar sin coste adicional desde nuestra página web.

1.6. Cara frontal del instrumento



1.7. Ejecuciones de hardware

- **4 entradas de tensión:** L1, L2, L3, N, PE; 400 V L-N; 690 V L-L AC / DC
- **4 entradas de corriente:** entrada 230 mV para tenazas de medida tipomini y tipo Rogowski
- **Velocidad de muestreo:** 10,24 kHz a 50 Hz
- **Sincronización automática con onda base:** 45 Hz a 65 Hz
- **Intervalos de medida:** ajustable en un rango de 1 s hasta 30 min
- **Memoria de datos:** 512 MB
- **Interfaces:** USB 2.0
- **Sincronización del tiempo:** DCF77 o radiorelojGPS
- **Dimensiones:** 220 x 146 x 57 mm
- **Peso:** 1,7 kg
- **Tipo de protección:** IP 65 IEC 61000-4-30: Clase A

- **Precisión:** < 0,1% Clase de aislamiento CAT IV **Convertidor**
A/D: 24 Bit
- **Resistencia climática / Funcionamiento:** -20°70°
- **Temperatura:** Almacenaje: -30°...80°
- **Display:** con iluminación de **ftb**
- **Tensión de alimentación:** 100 V...400 V AC o 100 V....220 VDC

Anexo K. Cotización de elementos para sistemas fotovoltaicos

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 006824	1	26/06/2021

CLIENTE	RUC/DNI	AGENTE	CONDICIÓN DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
34607		11 guido.yarce@autosolar.pe - I		5 días, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
** KIT SOLAR AISLADO **						
1002324	Panel Solar JA SOLAR 545W 24V Mono PERC Half-Cell	23	690,77	15.887,71		15.887,71
2008122	Regulador SmartSolar MPPT RS 450V 200A Victron	1	5.099,20	5.099,20		5.099,20
1700580	Monitorización Victron Cerbo GX	1	1.289,33	1.289,33		1.289,33
3004087	Inv/Carg Quattro 10000VA 48V 140-100A VICTRON	1	11.378,20	11.378,20		11.378,20
1880904	Bateria Lítio Pylontech US3000C 48V 3.5kWh	18	1.675,30	30.155,40		30.155,40
1881004	Gabinete de piso 1.63m 32RU - baterías - Cableado y accesorios por valorar. - Envíos por Shalom o Marvisur (pago destino)	2	2.025,00	4.050,00		4.050,00

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BRSE	I.G.V	R.E.
18,00	67.859,84					67.859,84	12.214,77	

COMPRAS DEL DÍA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANÍA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO PARA EMPRESAS: MARVISUR - SHALOM
NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO LO INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: S/. 80.074,61

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
PARA DÓLARES: 3.875

HORARIO DE ALMACÉN PARA RECOJO DE MATERIALES
Lunes a viernes solo en el siguiente horario:
Primer horario es de 9:00 a.m. - 1:00 p.m.
Segundo horario es de 2:00 p.m. - 6:00 p.m.

FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298 **BCP DÓLARES:** 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390
INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563
BBVA SOLES: 00110397010001329070 / CCI: 01139700010001329070
BBVA DÓLARES: 00110397010001330479 / CCI: 01139700010001330479

Firmado Autosolar
