

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRONICA**



**“MEJORA DE LA EFICIENCIA Y REDUCCION DE GASTOS DE OPERACIÓN DEL
SISTEMA DE ENERGIA DE LA RED DE BANDA ANCHA DE LA INTEGRACIÓN
AMAZÓNICA LORETO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRONICO
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TELECOMUNICACIONES**

AUTORES: Br. Spencer Juan Saúl Saavedra Caballero
Br. Yúriko Stéfany Cano Orencio

ASESOR:

Ing. Marco Tulio Trujillo Silva

TRUJILLO - PERÚ

2016

ACREDITACIONES

TÍTULO: “MEJORA DE LA EFICIENCIA Y REDUCCION DE GASTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGIA DE LA RED DE BANDA ANCHA DE LA INTEGRACIÓN AMAZÓNICA LORETO”

AUTOR (ES): Br. Spencer Juan Saúl Saavedra Caballero

Br. Yúriko Stéfany Cano Orencio

APROBADO POR:

Ing. Filiberto Azabache Fernández

PRESIDENTE

N° CIP 97916

Ing. Lenin Llanos León

SECRETARIO

N° CIP 139213

Ing. Guillermo Evangelista Adrianzen

VOCAL

N° CIP 187682

Ing. Marco Tulio Trujillo Silva

ASESOR

N° CIP 82929

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “**MEJORA DE LA EFICIENCIA Y REDUCCION DE GASTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGIA DE LA RED DE BANDA ANCHA DE LA INTEGRACIÓN AMAZÓNICA LORETO**”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándonos de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, 09 de Julio del 2016.

Br. Spencer Juan Saúl Saavedra Caballero

Br. Yúriko Stéfany Cano Orencio

Dedicatoria

A nuestros padres, por la semilla de superación que han sembrado en nosotros, por su apoyo emocional y dedicación cuando los necesitamos.

Padres:

Alejandro Hipólito Cano Chauca

Dabrina Rosalía Orencio Moya

Juan Saúl Saavedra Samamé

Ruby del Rosario Caballero de Saavedra

Agradecimientos

A Dios por darnos día a día las fuerzas y sabiduría para aprender y salir adelante en todo momento, salud y su infinito amor.

A la Universidad Privada Antenor Orrego, por brindarnos la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el grado académico de Ingenieros.

*A nuestro director de escuela: **Ing. Filiberto Melchor Azabache Fernández**, por el apoyo constante y la motivación para desarrollarnos como buenos profesionales y llevar en alto el nombre de nuestra alma mater.*

A nuestros profesores por brindarnos lo conocimiento necesarios en cada curso que nos permiten desarrollarnos en el ambiente laboral.

A nuestras familias, por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios.

*A nuestro asesor: **Ing. Marco Tulio Trujillo Silva**, quien nos brindó su valiosa y desinteresada orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.*

Y a todas las personas que en una u otra forma nos apoyaron en la realización de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo de investigación se centra en realizar una mejora de la eficiencia y reducción de gastos de operación del sistema de energía de la red de banda ancha de la Integración Amazónica Loreto.

En el primer capítulo del presente trabajo, se aborda la problemática actual del sistema de energía de la red de banda ancha de IAL, en cuanto a los reportes de constantes alarmas y deficiencias de diseño de dicho sistema, exponemos nuestros objetivos y damos a conocer la importancia de dar solución, debido a lo costoso que resulta atender estas alarmas por la dificultad de accesos a los nodos.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico y un sustento valido del porque la elección de realizar una mejora de la eficiencia y reducción de gastos de operación del sistema de energía y también reforzar las soluciones que estamos proponiendo.

En el tercer capítulo, se procede con el desarrollo de la solución, donde detallamos el reemplazo de equipos para una mejora en el sistema y a la vez se evidencia los gastos ocasionados por correctivos y su reducción de los mismos con las nuevas propuestas, exponiendo el por qué nuestras soluciones harán un sistema más eficiente.

En el cuarto capítulo, se realiza el análisis de los resultados, donde se evidencia la reducción de los gastos de mantenimiento correctivo, la mejora de la disponibilidad de los servicios, monitoreo más preciso del nivel de combustible y la escalabilidad del sistema.

Abstract

This research focuses on improving the efficiency and reducing the operating expenses of the broadband network power system of Amazon Integration Loreto.

In the first chapter, current problems of AIL broadband network power system are discussed. They are regarding the reports of constant alarms and design deficiencies in the system. The importance of giving solutions to these problems, normally expensive due to the difficult access to the nodes, are found in the chapter as well as the objectives of the research.

In the second chapter, the theoretical framework is presented, with a valid support for the choice of making improvements on the efficiency and reducing the operating costs of the power system, and a reinforcement to the solutions we are proposing.

In the third chapter, the solution is approached. Detailed information regarding the replacement of equipment to improve the system, expenses incurred by the correctives, and costs reduction thanks to the new proposal are shown. Ending with an explanation why our proposal would make a more efficient system.

In the fourth chapter, results are analyzed. The costs reduction of the corrective maintenance is evident, there is an improvement in the availability of services, a more accurate fuel level monitoring and system scalability.

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 11 |
| 1.2. Delimitación del problema..... | 12 |
| 1.3. Características y análisis del problema..... | 12 |
| 1.4. Formulación del Problema..... | 16 |
| 1.5. Formulación de la Hipótesis..... | 16 |
| 1.6. Objetivos del estudio..... | 16 |
| 1.7. Justificación del Estudio..... | 16 |
| 1.7.1. Importancia de la investigación..... | 16 |
| 1.7.2. Viabilidad de la investigación..... | 17 |
| 1.8. Limitaciones del estudio..... | 17 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 18 |
| 2.1. Antecedentes..... | 18 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 25 |
| 2.1.1 Sistema Híbrido:..... | 25 |
| 2.1.2 Rectificador:..... | 26 |
| 2.1.3 Convertidor Solar (convertor DC/DC):..... | 28 |
| 2.1.4 Controlador de Carga con MPPT:..... | 28 |
| 2.1.5 Inversor:..... | 30 |
| 2.1.6 Conversión fotovoltaica:..... | 31 |
| 2.1.7 Célula Fotoeléctrica:..... | 31 |
| 2.1.8 Panel o Módulo Fotovoltaico:..... | 31 |
| 2.1.9 Banco de Baterías:..... | 33 |
| 2.1.10 Grupo Electrónico:..... | 34 |
| 2.3. Definición de términos..... | 35 |
| 2.3.1 Tensión:..... | 35 |
| 2.3.2. VAC (Voltaje Alterno):..... | 36 |
| 2.3.3. VDC (Voltaje continuo):..... | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.3.4. | Corriente: | 36 |
| 2.3.5. | Potencia: | 36 |
| 2.3.6. | MPPT (Maximum Power Point Tracker): | 36 |
| 2.3.7. | MTBF (Mean Time Between Failures):..... | 37 |
| 2.3.8. | PDU (Power Distribution Unit):..... | 37 |
| 3. | MATERIAL Y MÉTODOS..... | 38 |
| 3.1. | Material..... | 38 |
| 3.1.1 | Población..... | 38 |
| 3.1.2. | Muestra | 38 |
| 3.1.3. | Unidad de Análisis | 38 |
| 3.2. | Método | 38 |
| 3.2.1. | Nivel de Investigación | 38 |
| 3.2.2. | Diseño de Investigación..... | 38 |
| 3.2.3. | Variables de estudio y operacionalización | 40 |
| 3.2.4. | Técnicas e Instrumentos de recolección de datos..... | 42 |
| 3.2.5. | Técnicas de Procesamiento de datos..... | 42 |
| 3.2.6. | Técnicas de análisis de datos | 45 |
| 4. | RESULTADOS | 46 |
| 5. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 65 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 67 |
| 7. | RECOMENDACIONES..... | 67 |
| 8. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |
| | ANEXOS | 70 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Ejemplo de cotización por mantenimiento correctivo. | 15 |
| Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente..... | 40 |
| Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente..... | 41 |
| Tabla 4: Tabla comparativa de Inversor Cotek e Inversor Veda..... | 51 |
| Tabla 5: Alarma de pulso de encendido de GE - GE apagado | 56 |
| Tabla 6: Resumen OPEX Mantenimiento para correctivos por descarga de baterías de los GE. | 57 |
| Tabla 7: CAPEX de Análisis en los 6 meses. | 58 |
| Tabla 8: OPEX Generado por mantenimiento Correctivo y Preventivo | 58 |
| Tabla 9: OPEX por Mantenimiento Preventivo | 58 |
| Tabla 10: VAN al 6° mes(S/.) VALOR ACTUAL NETO..... | 59 |
| Tabla 11: Resumen de Gastos para correctivos por descarga de baterías de los GE. | 65 |

Índice de Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Ubicación de Nodos de la Red de Transporte IAL | 11 |
| Gráfico 2: Diagrama General de Nodos | 13 |
| Gráfico 3: Diagrama General Repetidoras | 14 |
| Gráfico 4: Esquema gráfico de operación de rectificador Eltek. | 25 |
| Gráfico 5: Rectificador flatpack2 HE Eltek. | 26 |
| Gráfico 6: Rectificador flatpack2 HE Eltek. | 27 |
| Gráfico 7: Conversor solar flatpack2 HE Eltek. | 28 |
| Gráfico 8: Curva de producción de Panel Solar. | 29 |
| Gráfico 9: Inversor Cotek SE350 | 30 |
| Gráfico 10: Paneles Solares..... | 32 |
| Gráfico 11: Banco de Batería BAE 1050Ah | 33 |
| Gráfico 12: Grupo Electrógeno Olympian GEP 9.5-4 | 35 |
| Gráfico 13: Relación de Variables | 39 |
| Gráfico 14: Cargador de Batería con Micropack DC/DC (-48V/12V) | 46 |
| Gráfico 15: Diagrama actual de la conexión de baterías del GE. | 47 |
| Gráfico 16: Diagrama con la conexión de cargador de baterías de GE. | 48 |
| Gráfico 17: Conexión de Mircropack..... | 48 |
| Gráfico 18: Hoja técnica de Micropack | 49 |
| Gráfico 19: Funciones de T2S..... | 52 |
| Gráfico 20: Conexiones T2S | 53 |
| Gráfico 21: Inversor Veda 1000VA | 54 |
| Gráfico 22: Resistencia para medir nivel de combustible..... | 55 |
| Gráfico 23: Distribución Actual de equipos en Rack de Energía | 60 |
| Gráfico 24: Itms de distribución DC | 60 |
| Gráfico 25: Diseño mecánico de PDU DC..... | 61 |
| Gráfico 26: Distribución de equipos en Rack de Energía con nuevo PDU..... | 62 |
| Gráfico 27: Curva de Gastos operativos en 6 meses..... | 66 |

1.2. Delimitación del problema

- ✓ El estudio de nuestra investigación cubrió los 11 nodos de transporte como Iquitos, Indiana, Orellana, Oran, Huanta, Santa Elena de Imasa, Buen Jesus, San Pablo de Loreto, Chimbote, San Pedro de Palo Seco y Bellavista Callaru
- ✓ El objeto de estudio fue el sistema de energía que comprende Paneles Solares, Sistema Rectificador, Banco de Baterías, Inversor y Grupo Electrónico.
- ✓ El tiempo estimado de la investigación fue de 6 meses.
- ✓ Se estudió la mejora de la eficiencia y la reducción de gastos.

1.3. Características y análisis del problema

Características de la problemática

- a. Caídas de sistemas que interrumpen la comunicación
- b. Ineficiente operación del sistema de respaldo de energía
- c. Insuficientes sistemas de monitoreo y control
- d. Altos costos por los sistemas de gestión.
- e. Insuficientes puntos de energía para alimentar nuevo equipos.

Análisis de las características de la problemática

- a. Caídas de sistemas que interrumpen la comunicación en varios puntos de la red, debido que se usó un inversor integral Cotek s350 y s600 de 48VDC de entrada, lo cual al haber una falla en este inversor, por ser integral, se produce el corte del sistema de energía AC estabilizada.
- b. Ineficiente operación del sistema de respaldo de energía y de la gestión de alarmas.

El actual sistema de respaldo de energía de los equipos de telecomunicación usa un sistema híbrido conformado por:

- **Nodos de transporte (11 sitios)**
 - 24 módulos fotovoltaico REC 250W (4 arreglos de 6 paneles)
 - 01 Sistema Flatpack2 48vdc 8kW rect + 6kW solar - Smartpack 2

- 01 inversor Cotech s600 – 248
- 01 banco de baterías BAE de 1050 Ah (24 baterías de 2V. c/u)
- 01 grupo electrógeno Olympian 9.5 kVA, el tanque de combustible tiene 02 alarmas de contacto seco, nivel alto y bajo de combustible.

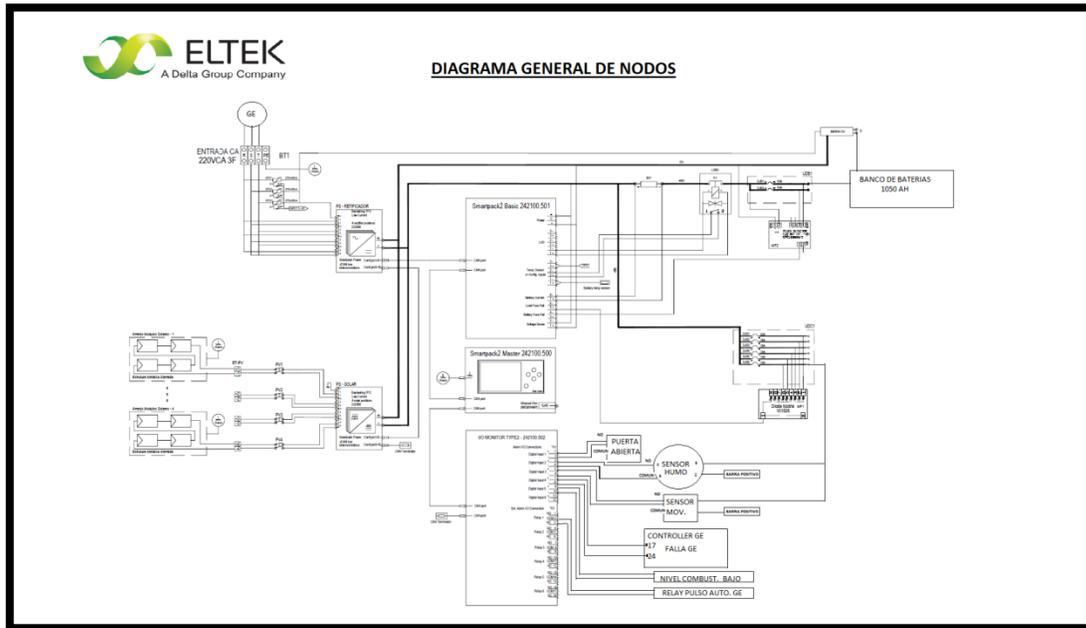


Gráfico 2: Diagrama General de Nodos

Fuente: Elaboración propia

- **Nodo de distribución (8 sitios)**
 - 12 módulos fotovoltaico Rec 250W (2 arreglos de 6 paneles)
 - 01 sistema Flatpack2 48vdc - 6kw solar - Smartpack 2
 - 01 inversor Cotech sk350 – 248
 - 01 banco de baterías BAE de 660 Ah (24 baterías de 2V. c/u)

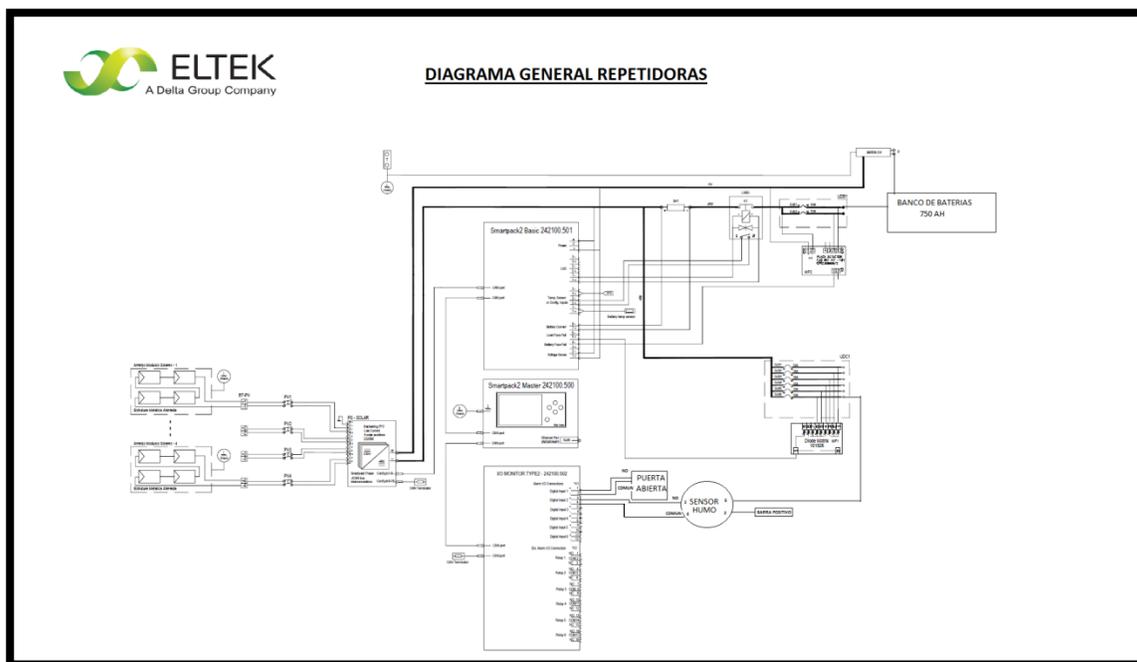


Gráfico 3: Diagrama General Repetidoras
Fuente: Elaboración propia

Pero dicho sistema en las condiciones descritas, está afrontando problemas, tales como:

- **Descarga de baterías de GE hasta niveles que no permitan encenderlo ante cualquier problema de energía**, debido a la falta de instrucción al personal de la zona que tiene accesos a las estaciones, que por curiosidad presionan el botón de parada de emergencia, ocasionando que el GE no encienda a los 15 días del ejercicio de rutina y a la vez no permita la recarga de batería del mismo, por lo que la batería llega en muchos caso a 2 voltios y por cuestiones técnicas, el reemplazo de la misma.
- **Falta de combustible en los GE**, por la implementación de los tanques de combustible con 02 niveles de alarmas de contacto seco (nivel alto y bajo), que no precisa en qué momento se acabará el combustible para poder desplazar a OyM para la recarga debida.

c. Insuficientes sistemas de monitoreo y control:

- No se tiene monitoreado remotamente el nivel de combustible del tanque del GE, debido a que se eligió para el proyecto dos niveles de contacto seco, lo cual no permite tener control del nivel de combustible.

- Los inversores carecen de gestión web para el reporte de sus alarmas, debido al modelo elegido para el proyecto.

d. Altos Costos de horas/hombre y transporte para OyM (Área de Operación y Mantenimiento GILAT), por los desplazamientos ocasionados debido a alarmas y caídas de servicios generadas por el inadecuado uso de los equipos y a una ineficiente selección de inversores.

Tabla 1: Ejemplo de cotización por mantenimiento correctivo.

| CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR UNIT | TOTAL |
|-------|------|--|--------------|--------------|
| 2 | SITE | Mano de obra mantenimiento // 2 TECNICOS POR SITE x dos días= 2 | S/. 140.00 | S/. 280.00 |
| 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR POR CADA VIAJE(HASTA 10 SITES) | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 4 | GLB | VIATICOS //2 TECNICO * 2 DIAS= 4 | S/. 80.00 | S/. 320.00 |
| | | | TOTAL | S/. 5600.00 |

Fuente: Cotización Proveedores de Proyecto

e. Insuficientes puntos de energía para alimentar nuevo equipos.

Al inicio del proyecto se diseñó 4 salidas en DC, las cuales fueron utilizadas por 04 equipos de TX. Para instalar nuevos equipo se, requieren nuevo puntos de energía, los cuales no se tienen.

1.4. Formulación del Problema

¿Cuál será la mejora de la eficiencia y reducción de gastos de operación del sistema de energía de la red de banda ancha de la integración amazónica Loreto?

1.5. Formulación de la Hipótesis

La mejora de la red reduce los gastos operativos, incrementa la eficiencia del sistema de energía de la red de comunicaciones IAL.

1.6. Objetivos del estudio

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la mejora de la eficiencia y reducción de gastos de operación del sistema de energía de la red de banda ancha de la integración amazónica Loreto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Rediseñar el sistema de recarga de batería de los GE.
- Recomendar un sistema inversor con diferentes características que cubran las deficiencias del inversor existente.
- Proponer un sistema de monitoreo más preciso del nivel de combustible.
- Cubrir un estudio más detallado para evitar gastos innecesarios de desplazamiento de personal.
- Proponer la instalación de una Unidad de Distribución DC con 19 puntos de conexión.

1.7. Justificación del Estudio

1.7.1. Importancia de la investigación

1.7.1.1. Académica:

Cumplir con las normas de la Universidad Privada Antenor Orrego, para optar el título de Ingeniero de Electrónico.

1.7.1.2. Operativo:

Con las soluciones planteadas, el área de operación y mantenimiento tendrá menor reporte de averías.

1.7.1.3. Económico:

Al realizar las mejoras en la red, se evitara gastos excesivos de desplazamiento de personal para la solución de averías mencionadas en la problemática.

1.7.1.4. Social:

Impacto en la gestión de la población, permitiendo el acceso a internet e intranet a colegios, hospitales y municipalidades, facilitando el uso de programas para cada institución.

1.7.2. Viabilidad de la investigación

Se tuvo participación directa del proyecto IAL desarrollado por Gilat, por lo que se cuenta con la información y la experiencia laboral necesaria para el diseño e implementación de la solución técnica operativa.

Actualmente se mantiene contacto con el área de OyM, la cual nos refleja los problemas que presenta dicha red y nosotros proponemos la solución con los equipos que se tiene en el mercado.

1.8. Limitaciones del estudio

- La información brindada por el área de OyM de Gilat del proyecto IAL, nos permita poder realizar los análisis correspondientes.
- De acuerdo a las condiciones meteorológicas, tendremos accesos para realizar las encuestas en las diferentes comunidades seleccionadas, esto quiere decir que por crecida del río, lluvias torrenciales, etc., las comunidades sean inaccesibles o se encuentren incomunicadas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

✓ “Diseño de la red para el proyecto de banda ancha rural Juliaca - San Gabán”

Autor: Eduardo Enrique, Rangel Espinoza

Lugar: Juliaca - Puno

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tipo de publicación: Tesis para obtener el título de Ingeniero de las Telecomunicaciones

Año de publicación: 2013

Conclusiones:

- Los requerimientos técnicos del proyecto presentados en el capítulo 2 para las empresas de electrificación San Gabán y REP, así como para las 281 localidades beneficiarias se cumplen sobre la cantidad limitada de cuatro (04) hilos de fibra óptica gracias a la tecnología DWDM implementada sobre infraestructura de alta tensión en las condiciones ambientales y geográficas de la región Puno.
- La capacidad de la red de transporte requerida para el año 2021 (fin del horizonte de evaluación) por la población objetivo del proyecto es de 43,316 Gbps, aproximadamente cuatro (04) veces la capacidad requerida en el año 2012 con 12,230 Gbps.
- Los criterios de selección de equipamiento y fibra óptica utilizados en las secciones 3.2.2 y 3.1.1 permiten un margen mínimo de 11,95 dB sobre el tramo de mayor distancia (7,15 dB sobre la norma), lo cual permite ahorros en CAPEX debido a que no se requiere la instalación de equipos en configuración OLA (Optical Line Amplifier).
- Se presenta una nueva metodología de cálculo del máximo subsidio para proyectos de inversión pública subyacente al cálculo del costo mensual por Mbps de la red de transporte.

- En el análisis económico a precios sociales se observa que la red es rentable con una VAN social positivo de S/. 112.992.648 y una TIR de 181,1%; lo cual a su vez justifica el máximo subsidio calculado de S/. 26.990.629 que debe pagar el estado.

Aportes:

- Dentro de los aportes del siguiente trabajo podemos rescatar atender las necesidades de las comunidades y negocios comprendidos en este tramo del territorio nacional, y los requerimientos de las empresas de electrificación rural del departamento de Puno, haciendo un análisis de rentabilidad a precios privados y sociales que permitió determinar la factibilidad y sostenibilidad del proyecto en el tiempo con el apoyo de una estructura de financiamiento público – privada.
- ✓ **“Diseño de una red rural de telecomunicación para aplicación en educación asistida por tecnología web en Purús –Ucayali”**,
Autor: Cynthia Karla, Villena Ávila
Lugar: Purús - Ucayali
Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú
Tipo de publicación: Tesis para obtener el título de Ingeniero de las Telecomunicaciones
Año de publicación: 2014

Conclusiones:

- Este proyecto plantea una solución al problema de acceso a educación de calidad en Purús. Con el acceso a Internet, se puede lograr una mejora del nivel educativo; con acceso a información de calidad para los centros educativos más alejados de esta localidad.

- Si bien el proyecto está planteado para trabajarse con algunos pocos puntos clientes, es necesario recalcar que el diseño de la red, permite que puedan crearse más puntos donde se pueda brindar el servicio; considerando que en toda la ribera del río se encuentran ubicadas 40 comunidades, muchas de las cuales tienen implementado un colegio, pero con servicios limitados y sin acceso a las TICs.
- Un proyecto de este tipo sugiere la creación de un grupo administrativo que compromete a 2 sectores estatales, el primero de ellos sería la UGEL del distrito que se encargaría de la parte de administración de la información educativa, mientras que el Municipio del Purús sería el encargado de velar por el pago de los costos generados por Operación y Mantenimiento del Sistema, así como la administración del personal técnico encargado. Pues una buena administración técnica e informativa define mejor el camino que debe seguir el proyecto.
- Este es un proyecto de índole social y para beneficio de la comunidad de Purús, por lo que no tendría ningún ingreso por renta del servicio. Es por ello que este proyecto debería financiarse por entidades estatales como el FITEL que desarrollan proyectos de este tipo.

Aportes:

- Dentro de los aportes del siguiente trabajo podemos rescatar el diseño de esta red de telecomunicaciones con el objetivo de brindar educación empleando las Tecnologías de la Información y Comunicación. Lo cual permitirá mejorar la calidad educativa en la zona evitando complicaciones.
- ✓ **“Diseño de un cargador de baterías de 12 voltios haciendo uso de un panel fotovoltaico aplicado en zonas rurales”,**
 Autor: José, San Miguel Caballa

Lugar: Barranca - Lima

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tipo de publicación: Tesis para obtener el título de Ingeniero Electrónico

Año de publicación: 2011

Conclusiones:

- Un sistema fotovoltaico para la recarga de las baterías de 12 voltios se presenta como buena alternativa de electrificación en los poblados que carecen de esta y que cuenten con un índice de irradiación solar apropiado.
- Se evitaría la dependencia de proveedores externos para realizar la recarga de las baterías; con lo que se tendría un abastecimiento continuo de energía eléctrica, sin racionalizar el uso de las cargas, en cada uno de los hogares de la comunidad.
- El indicador de estado de carga facilita de manera visual el monitoreo de la carga actual de la batería por parte del usuario. Además de saber cuándo se está consumiendo más de lo debido.
- Los dos valores agregados principales que sostendrían la competitividad del producto, a nivel nacional, serían: la personalización del diseño del cargador y dimensionamiento del panel fotovoltaico y la batería, según la máxima demanda de potencia actual o futura del usuario, y el suministro de un servicio de asesoría técnica de instrucción y mantenimiento del sistema.

Este sistema podrá ser aplicado en otras zonas rurales que tengan la misma necesidad de abastecimiento continuo de energía como la muestra utilizada en este trabajo, además de la cantidad de irradiación solar necesarias.

Aportes:

- Dentro de los aportes del siguiente trabajo podemos rescatar la disminución de los gastos al auto recargar sus propias baterías, seleccionando los componentes

adecuados como: la personalización del diseño del cargador y dimensionamiento del panel fotovoltaico y la batería; para realizar un diseño hecho a la medida de los requerimientos del usuario. También para obtener un producto que no solo base su comercialización en un menor costo del sistema sino también en la atención personalizada hacia los potenciales compradores.

✓ **“Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP”,**

Autor: Paulo Daniel, Valdiviezo Salas

Lugar: Lima - Perú

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tipo de publicación: Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico

Año de publicación: 2014

Conclusiones:

- Los resultados económicos muestran que si no se toman en cuenta incentivos económicos gubernamentales o institucionales por generación de energía limpia, el proyecto no será rentable económicamente.
- La factibilidad del proyecto no debe ser una decisión netamente económica. Se deben tomar en cuenta varios factores como los citados a continuación:
 - Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
 - Fomentar el interés del uso e investigación de los recursos energéticos renovables (RER).
 - Estrategia de marketing institucional.
 - Adaptación para ser utilizado como un laboratorio experimental.

- Se requerirá una inversión inicial de cerca de S/. 70'000.00 tener operativa una instalación fotovoltaica aislada que sea capaz de suministrar suficiente energía eléctrica para 15 computadoras portátiles o su equivalente, en la PUCP.
- La implementación de esta instalación permitirá que los alumnos puedan acceder a registros históricos de datos de generación de energía fotovoltaica, y obtengan experiencia práctica del funcionamiento y capacidad de la misma.

Aportes:

- Dentro de los aportes del siguiente trabajo podemos rescatar el interés e investigación en energía renovable por parte de la comunidad con estudios superiores, mediante el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para abastecer a 15 computadoras portátiles en la PUCP. Definiendo los conceptos más relevantes, los principales fundamentos teóricos y las características de los equipos que conforman una instalación fotovoltaica aislada.
- ✓ **“Diseño de un sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras en una comunidad agrícola”,**
 Autor: Néstor José, Lazo Flores
 Lugar: Barranca - Lima
 Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú
 Tipo de publicación: Tesis para obtener el título de Ingeniero Electrónico
 Año de publicación: 2011

Conclusiones:

- El sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras para ser utilizado en la comunidad agrícola Micaela Bastidas es capaz de

cumplir a cabalidad con los requerimientos de 2 329 kg de forraje picado que la comunidad necesita por día para poder alimentar a la todo el ganado vacuno.

- El índice de incidencia solar debido a la ubicación en el mapa de Micaela Bastidas, favorece a la obtención de suficiente energía para alimentar al motor de picadora de 5HP y el controlador de carga. El sistema, en general, es capaz de suministrar hasta 6 528W de potencia; capacidad lo bastante grande como para poder ampliar el sistema a futuro.
- Mediante el sistema, se mejora la eficiencia y eficacia de las actividades realizadas en la comunidad; evitando el uso de motores diesel y eliminando los costos mensuales por el uso de estos; favoreciendo el ahorro de los pobladores y la recuperación de su inversión en 2 años y 4 meses; y por ende, promoviendo su desarrollo.
- El sistema es pensado en el bienestar y protección no sólo del ecosistema, sino también de las personas que operarían este sistema y los que están alrededor. Además, el sistema está orientado a facilitarles el trabajo sin requerir una preparación previa para poder hacerlo funcionar; está desarrollado y orientado para su uso práctico.
- La ubicación de ciertas localidades en el orbe, y sobre todo la posición del Perú en el mapa, deben contribuir al desarrollo de sistemas como este; que permitan obtener energía a partir de fuentes renovables, y por lo tanto, un desarrollo sustentable.
- Sistemas como el presentado, traen muchos beneficios y ventajas, tanto para los centros poblados donde se puedan implementar, como también para el ecosistema de estos lugares. Es una alternativa muy eficiente para el desarrollo de pueblos alejados, que con el apoyo de empresas privadas y el Estado podría convertirse en realidad.

Aportes:

- Dentro de los aportes del siguiente trabajo podemos rescatar la mejora de la eficiencia de las actividades realizadas por la comunidad, decrementando los costos a

través del sistema que se diseñó, para evitar el uso de los motores energizados por gasolina o diesel, se tiene que usar un motor eléctrico. Y el sistema será capaz de captar la suficiente energía para poder alimentar un motor de picadora de aproximadamente 5HP.

2.2. Bases teóricas

2.1.1 Sistema Híbrido:

Según la web de Inersol (2016) define un sistema híbrido como “Un sistema de energía que obtiene electricidad por varios métodos, bien por placas fotovoltaicas, generadores externos, aerogeneradores, turbinas hidráulicas, etc.”

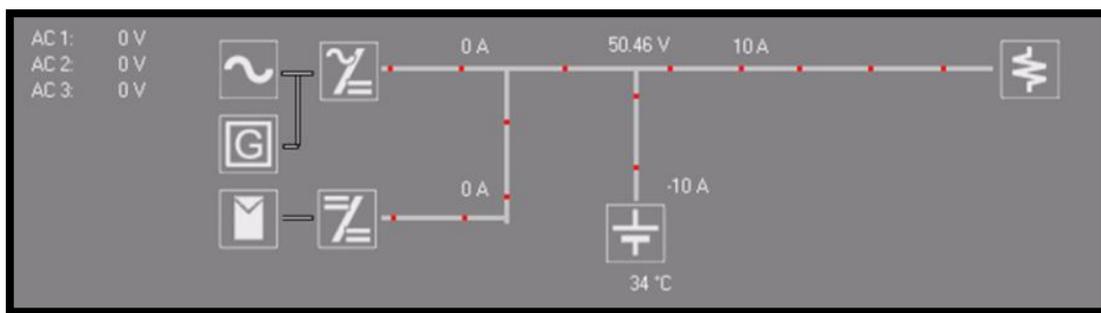


Gráfico 4: Esquema gráfico de operación de rectificador Eltek.

Fuente: Programa Power Suite Eltek

El sistema utilizado en este proyecto funciona con los módulos rectificadores Eltek Flatpack2 (módulos de 2 kW), el convertidor Flatpack2 HE solar (1,5 kW) con MPPT y las unidades de control SMARTPACK2. El ahorro de energía óptima se logra con estos bloques originales de construcción de alta eficiencia, y mediante el uso optimizado del generador diesel.

Un sitio híbrido es alimentado por paneles solares, además del GE y/o conexión a la red, más un Banco de Baterías (BB), con una autonomía de +/- 3 días. La energía se suministra a partir de paneles fotovoltaicos, y el resto de la energía es

proporcionado por el BB, el GE se tiene como respaldo ante cualquier irregularidad del sistema. La aplicación más relevante hoy en día de sitios híbridos son estaciones o celdas radio base.



Gráfico 5: Rectificador flatpack2 HE Eltek.
Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Rectificador:

Para Constantino de Llano (2003, p. 317) un rectificador es un elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio (actualmente en desuso).

Dependiendo de las características de la alimentación en corriente alterna que emplean, se les clasifica en monofásicos, cuando están alimentados por una fase de la red eléctrica, o trifásicos cuando se alimentan por tres fases.

Atendiendo al tipo de rectificación, pueden ser de media onda, cuando sólo se utiliza uno de los semiciclos de la corriente, o de onda completa, donde ambos semiciclos son aprovechados.

El tipo más básico de rectificador es el rectificador monofásico de media onda, constituido por un único diodo entre la fuente de alimentación alterna y la carga.

Para este proyecto se utilizó rectificadores Eltek flatpack2, están disponibles en una variedad de tensiones y potencias, todas con una eficiencia superior al 96,5%. Con más de 4 millones de horas de servicio en campo y una probada MTBF campo acumulada de más de 1,9 millones de horas, Flatpack 2 HE es el único rectificador de alto rendimiento (HE) con un historial probado.

Este rectificador recibe la alimentación del generador (220 VAC) y lo convierte a 48 VDC, equipos de telecomunicaciones operan en este rango de voltaje.



Gráfico 6: Rectificador flatpack2 HE Eltek.

Fuente: Página Web Eltek

2.1.3 Convertidor Solar (conversor DC/DC):

Según la web de Eltek (2016) define a un convertidor solar como un dispositivo electrónico que permite convertir un determinado voltaje de entrada de Corriente continua en otro voltaje de salida de Corriente continua. El voltaje de entrada hace referencia a la energía obtenida a través de uno o más circuitos de paneles solares.

Para este proyecto se utilizó el convertidor Flatpack2 HE solar (1,5 kW) con MPPT, este módulo recibe +/- 220VDC de un arreglo de 6 paneles solares REC (37VDC/250W) y lo convierte al voltaje del sistema (48 VDC), permitiendo mantener cargadas a las baterías y alimentar directamente al sistema de energía verde.



Gráfico 7: Conversor solar flatpack2 HE Eltek.

Fuente: Página Web Eltek

2.1.4 Controlador de Carga con MPPT:

Según la web Webosolar (2016) define al controlador de carga con MPPT como un dispositivo electrónico que regula la carga de baterías controlando el punto en el que los paneles solares empleados para la carga producen la mayor cantidad de energía eléctrica.

La potencia de un Panel solar se mide en Watts. La potencia es el producto del voltaje (Volts) por la corriente (Amperes): Volts x Amperes = Watts

Los controladores de carga con MPPT siempre buscan el balance entre voltaje y corriente en el que los paneles solares operan a su máxima potencia. Si utilizamos un curva que grafica el voltaje y la corriente de un panel solar, el punto de máxima potencia se encuentra en el centro o equina de la curva (ver siguiente gráfica). Un controlador de carga con MPPT se va a asegurar que los paneles solares operen lo más cerca posible de este punto, incrementando por consiguiente la producción del arreglo solar.

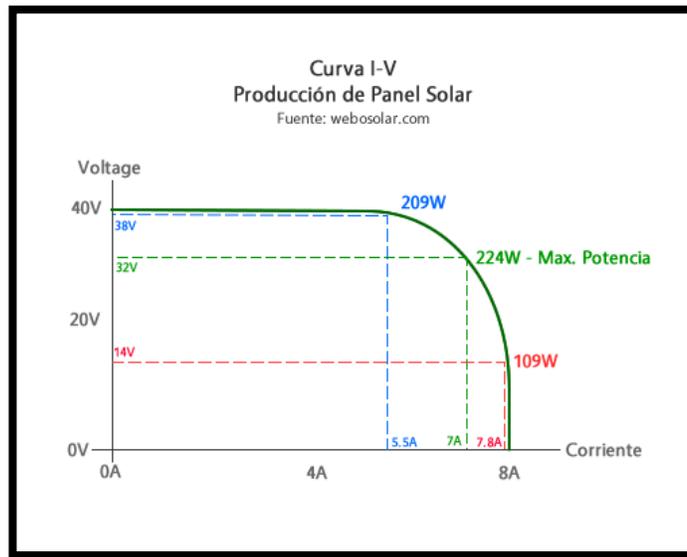


Gráfico 8: Curva de producción de Panel Solar.
Fuente: Página Web websolar

2.1.5 Inversor:

Para Valentín Labarta (2012, p.11) un inversor es un dispositivo que transforma la corriente continua en corriente alterna, En una instalación conectada a la red, el inversor de cumplir diversas exigencias respecto a la tensión generada, además de realizar la función de seguimiento del punto de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos.

La potencia nominal de un inversor es un indicativo de la correspondiente a la totalidad de la instalación fotovoltaica. Es el dato fundamental de un inversor, que se proporciona junto con sus tensiones e intensidades en continua y alterna.

Para este proyecto se utilizó un inversor Cotek 48VDC/220VAC, el cual se alimenta con un voltaje de 48 VDC proporcionado por los rectificadores, rectificadores solares o baterías y en la salida se tiene 220 VAC estabilizado con un respaldo de +/- 3 días de autonomía.



Gráfico 9: Inversor Cotek SE350

Fuente: Página Web Cotek

2.1.6 Conversión fotovoltaica:

Según la web Energiza (2016) define a la conversión fotovoltaica como un proceso por el cual la energía solar se transforma directamente en electricidad. El dispositivo o elemento que media en el proceso es la célula solar o célula fotovoltaica. A esta conversión fotovoltaica se le llama efecto fotoeléctrico.

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general). El efecto fotoeléctrico fue descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887.

Cuando la energía luminosa, principalmente la radiación solar, incide en la célula fotoeléctrica, existe un desprendimiento de electrones de los átomos que comienzan a circular libremente en el material. Si medimos el voltaje existente entre los dos extremos del material, observamos que existe una diferencia de potencial entre 0,5 y 0,6 voltios.

2.1.7 Célula Fotoeléctrica:

Según la web Energiza (2016) define una célula fotoeléctrica, también llamada célula, fotocélula o celda fotovoltaica, como un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico. En la actualidad el material fotosensible más utilizado es el silicio, que produce corrientes eléctricas mayores.

Hoy se utilizan diferentes tecnologías en la producción de las celdas fotovoltaicas con el fin de aumentar su producción y reducir su coste.

2.1.8 Panel o Módulo Fotovoltaico:

Según la web Energiza (2016) define como módulo fotovoltaico al grupo de células fotoeléctricas o celdas fotovoltaicas se le conoce como panel fotovoltaico.

Los paneles fotovoltaicos consisten en una red de células conectadas como circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor deseado (usualmente se utilizan 12V a 36V) a la vez que se conectan varias redes como circuito paralelo para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de proporcionar el dispositivo.

La eficiencia de conversión media obtenida por las células disponibles comercialmente (producidas a partir de silicio monocristalino) está alrededor del 16%. La vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, período a partir del cual la potencia entregada disminuye.

El tipo de corriente eléctrica que proporcionan es corriente continua, por lo que si necesitamos corriente alterna o aumentar su tensión, tendremos que añadir un inversor y/o un convertidor de potencia.

Para este proyecto se usaron paneles solares REC, los cuales tienen a su salida 250W/ 37VDC.



Gráfico 10: Paneles Solares
Fuente: Elaboración propia

2.1.9 Banco de Baterías:

Es un conjunto de baterías conectadas entre sí en paralelo o en serie que sirven para proveer de energía en el momento en que otras fuentes de energía primarias no funcionan, o no están disponibles.

Los módulos rectificadores y los módulos solares son los que se encargan de mantener cargadas las baterías y conservar su vida útil al máximo.

En este proyecto se utilizaron baterías solares BAE 2V/1050AH, el banco está conformado por 24 baterías conectadas en serie y así llegar al voltaje de sistema.



Gráfico 11: Banco de Batería BAE 1050Ah
Fuente: Elaboración propia

2.1.10 Grupo Electrónico:

Para Rudolf F. Graf (1984, p 127) se define a grupo electrónico como una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrónico en lugares en los que haya grandes densidades de personas, como centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico. **Generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas.** Otro caso sería en locales de pública concurrencia: hospitales, fábricas, etc., **lugares en los que la energía eléctrica de red es insuficiente y es necesaria otra fuente de energía alterna para abastecerse**

Para este proyecto se utilizaron grupos electrónicos encapsulados Olympian GEP 9.5-4 de 9.5 kVA, para 11 nodos de transporte. Para el nodo principal (DataCenter) se utilizó el modelo GEP 22-6 de 22 kVA.



Gráfico 12: Grupo Electrónico Olympian GEP 9.5-4
Fuente: Elaboración propia

2.3. Definición de términos

2.3.1 Tensión:

Según la web Simbología-electrónica (2016) define a tensión como el término utilizado para expresar la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos y que es capaz de producir un flujo de corriente cuando un circuito cerrado se conecta entre esos puntos la tensión se expresa en voltios. También llamado Voltaje.

Existen dos tipos de tensión: la continua y la alterna.

2.3.2. VAC (Voltaje Alterno):

Es aquel cuya polaridad va cambiando o alternando con el transcurso del tiempo. Las fuentes de voltaje alterno más comunes son los generadores y las redes de energía doméstica.

2.3.3. VDC (Voltaje continuo):

Es aquel que tiene una polaridad definida, como la que proporcionan las pilas, baterías y fuentes de alimentación.

2.3.4. Corriente:

También denominada intensidad, es el flujo de electrones libres a través de un conductor o semiconductor en un sentido. La unidad de medida de este parámetro es el amperio(A). Al igual que existen tensiones continuas o alternas, las intensidades también pueden ser continuas o alternas, dependiendo del tipo de tensión que se utiliza para generar estos flujos de corriente.

2.3.5. Potencia:

Es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

2.3.6. MPPT (Maximum Power Point Tracker):

- Seguidor de Punto de Máxima Potencia.
- Es una técnica utilizada con turbinas eólicas y fotovoltaicas (PV) sistemas solares para maximizar la producción de energía.

2.3.7. MTBF (Mean Time Between Failures):

Es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación. En cambio, el MTTF (Mean Time To Failure) mide el tiempo medio entre fallo con la suposición de un modelo en que el sistema fallido no se repara.

2.3.8. PDU (Power Distribution Unit):

En español quiere decir unidad de distribución de energía, PDU DC hace referencia a la distribución donde van conectadas las cargas que se alimentan en DC.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1 Población

Todos los sistemas de energía de la red de banda ancha IAL.

3.1.2. Muestra

Se utilizaran los siguientes sites para nuestro estudio:

- Nodo Oran
- Nodo Santa Elena de Imasa
- Nodo Buen Jesús de Paz
- Nodo Chimbote
- Nodo Huanta

3.1.3. Unidad de Análisis

Se analizaran los sistemas de energía de la red de banda ancha IAL.

3.2. Método

3.2.1. Nivel de Investigación

- Por el propósito: Aplicado
- Por la clase de medios: De Campo
- Por el alcance: Correlacional.

3.2.2. Diseño de Investigación

El método que se utilizará para la contratación de la hipótesis será el método de correlación causal, en el cual pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad, donde:

X1: Variable independiente (Sistema de Energía)

X2: Variable dependiente (Mejora de la eficiencia)

X3: Variable dependiente (Reducción de gastos)

r: Relación

La siguiente figura ilustra el método de contrastación a utilizar:

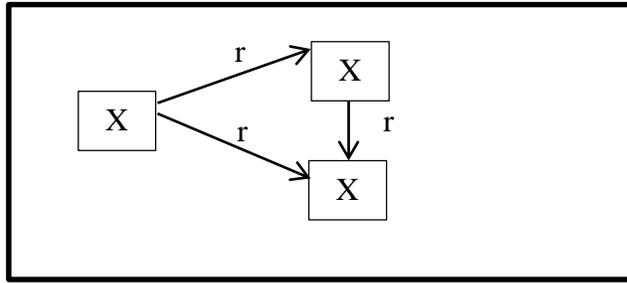


Gráfico 13: Relación de Variables

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Variables de estudio y Operacionalización

3.2.3.1. Variables:

a) **Variable Independiente:** Sistema de Energía.

b) **Variable Dependiente:**

a. Mejora de la eficiencia.

b. Reducción de Gastos.

3.2.3.2. Definición operacional:

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicadores | Instrumentos | Fórmula | Unidad de Medida |
|--------------------|---|--|---|---|--|------------------|
| Sistema de Energía | Es un sistema que combina energía solar usando un sistema fotovoltaic o con otra fuente de energía (GE) | Respaldo de energía para los equipos de telecomunicaciones | Escalabilidad (Cantidad de ITMs libres) | Evaluación visual de la disposición de espacio. | ----- | Unidades |
| | | | Disponibilidad | Evaluación de potencia disponible. | $PD=PI-PC$ Dónde: PD: Potencia Disponible PI: Potencia instalada PC: Potencia consumida. | Watts. |
| | | | Tiempo de Respaldo. | Aplicación de valores teóricos. | $Autonomía=CBB/C$ Dónde: CBB: Capacidad de Banco de Baterías en AH. C= Carga del site en A. | Horas. |

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. Variable dependiente

Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicadores | Instrumentos | Fórmula | Unidad de Medida |
|-------------------------|---|---|---|----------------------------|---|------------------|
| Mejora de la eficiencia | Mejorar la confiabilidad del sistema de monitoreo | Calidad del sistema, medido por los días con alarmas reales | Reporte de log de alarmas | Programa Eltek Power Suit. | $E = \left(\frac{((\sum DxM) * N) - (\sum DPxM)}{((\sum DxM) * N) - (DF)} \right) \times 100$ <p> $\sum DxM$: Sumatoria de cantidad de días de los meses en estudio. N: Cantidad de Nodos. $\sum DPxM$: Sumatoria de días en los que estuvo presente la alarma por mes. DF: Días fijos donde la alarma estará presente, debido al ejercicio de los GE. </p> | % |
| Reducción de Gastos | Es la capacidad de la empresa para obtener beneficios a través de la inversión en el rediseño del sistema de energía, durante un determinado tiempo y estos pueden ser medibles y cuantificables. | Se reflejan los resultados del periodo (positivos o negativos) basándose en la aplicación del análisis documental de los Estados Económicos, otros. | Reporte de Gastos de OyM Gastos de Capex y Opex | Análisis de Capex y Opex | ----- | % |

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de información para la presente investigación son pruebas de campo y observación. Las cuales son:

- Bibliografía especializada sistemas de energía
- Información del área de operación y mantenimiento de Gilat, nos entrevistamos con personal de OyM del proyecto IAL, para poder obtener la información necesaria, a fin de realizar un análisis a detalle, la información solicitada y brindada por el personal fue:
 - Log de Eventos de cada site.
 - Log de Datos de cada site.
 - Cotizaciones y cuadros de desplazamientos para la atención de alarmas. Ver tabla 11: Resumen de Gastos para correctivos por descarga de baterías de los GE (página 62).
 - Acceso a servidor para visualizar la gestión de cada site.
- Datos técnicos de los equipos a usar, se recolectó los datasheet de los equipos inversores CE+T para realizar un comparativo y evaluar el que se ajusta a los consumos de cada n

3.2.5. Técnicas de Procesamiento de datos

Para el desarrollo de la siguiente investigación nos sujetaremos al siguiente procedimiento:

- a) Observación de campo.

Se visitó los nodos, de donde se pudo apreciar que la unidad de distribución para cargas DC, no tenía ITMs disponibles para

instalar nuevos equipos, por lo que se concluye que carece de escalabilidad. Para ello se propuso la instalación de un PDU DC con disponibilidad para hasta 19 ITMs. Ver imagen siguiente de unidad de distribución actual.



Gráfico 14: Unidad de distribución DC- Nodo de transporte HUanta
Fuente: Elaboración propia

- b) Captura, análisis e interpretación del Log de eventos de los sistemas de energía.
- Tabla 5: Alarma de pulso de encendido de GE - GE apagado (página 56).
 - Se usó el programa power suit ELTEK para el análisis de las alarmas presentes.

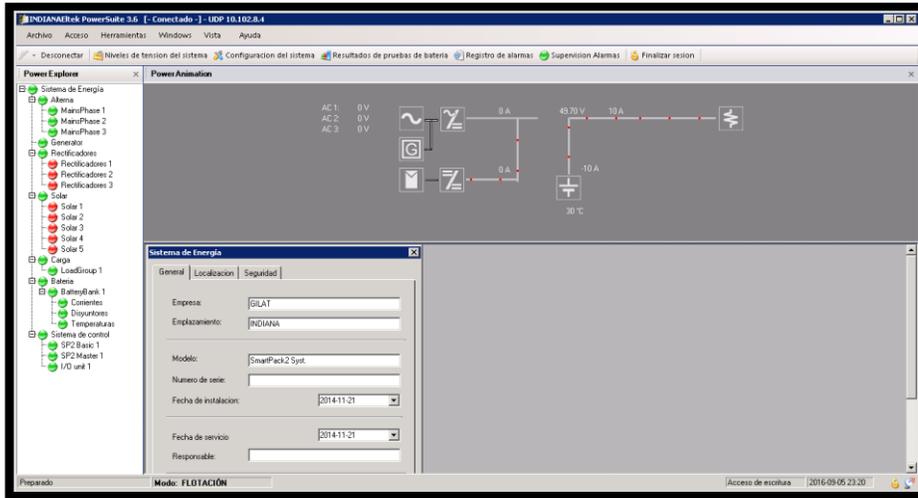


Gráfico 15: Pantallazo Power Suit - Nodo Indiana
Fuente: Elaboración propia

c) Elaboración de mapas de red.

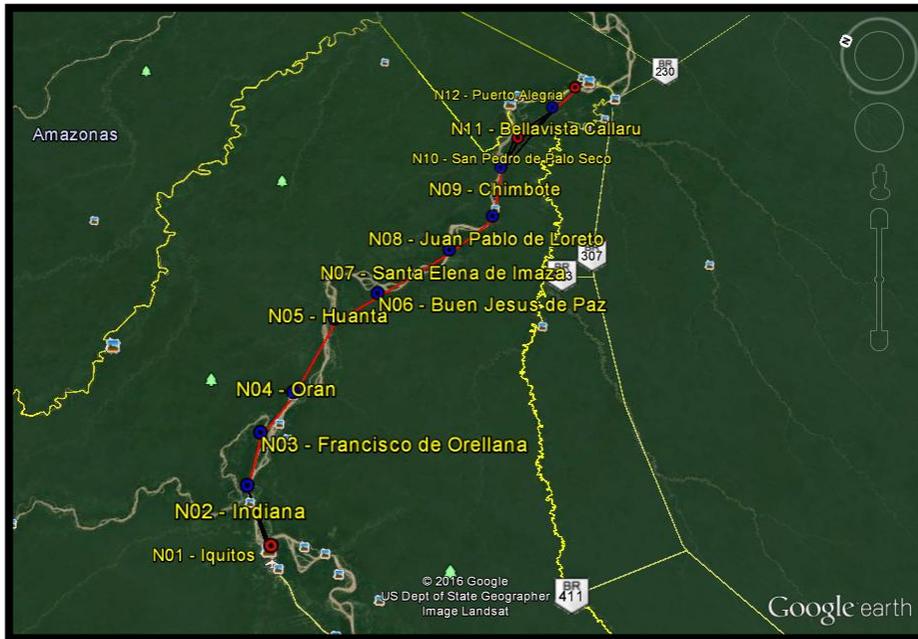


Gráfico 16: Mapa de la Red IAL
Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Técnicas de análisis de datos

1. Tablas comparativas:

- a. Tabla 4: Tabla comparativa de Inversor Cotech e Inversor Veda (página 49).

2. VAN:

- a. Tabla 10: VAN al 6° mes(S/.) VALOR ACTUAL
NETO (página 59).

4. RESULTADOS

4.1. Rediseñar el sistema de descarga de batería de los GE.



Gráfico 17: Cargador de Batería con Micropack DC/DC (-48V/12V)

Fuente: Página Web Eltek

El sistema actual no cuenta con un cargador de baterías para el GE, la recarga de la batería del GE se da, cuando el generador entra en operación y este a la vez realiza la recarga de batería.

Para este proyecto el GE, fue considerado como contingencia, quiere decir que la fuente de energía en las estaciones es solar y por las noches es por baterías, las cuales están dimensionadas con ± 3 días de autonomía.

El GE solo operará en sus ejercicios de rutina cada 15 días o ante cualquier falla del sistema híbrido.

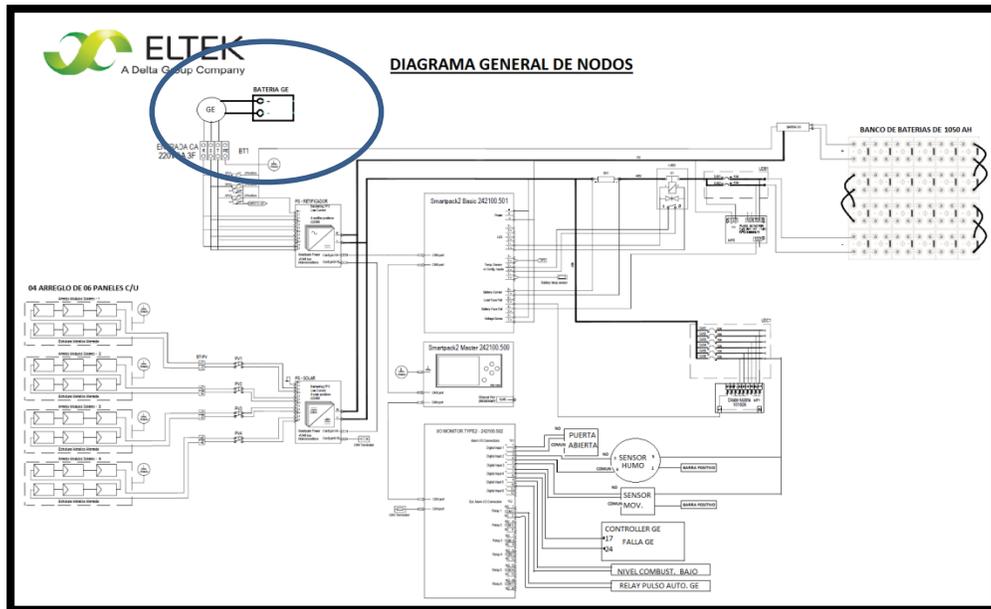


Gráfico 18: Diagrama actual de la conexión de baterías del GE.

Fuente: Elaboración propia

Para evitar esta descarga de baterías, se propone implementar un sistema de recarga de baterías con lo cual permita mantener cargada a la batería del GE siempre.

Para este sistema se utilizará un convertor DC/DC Eltek, micropack.

Este convertor tiene la característica de operar con un voltaje de entrada desde 10VDC – 72VDC y voltaje de salida de 12 VDC.

Se considera el micropack como solución debido a que nuestro sistema híbrido es de 48VDC y necesitamos recargar a la batería de GE de 12 VDC.

El sistema queda con la siguiente configuración:

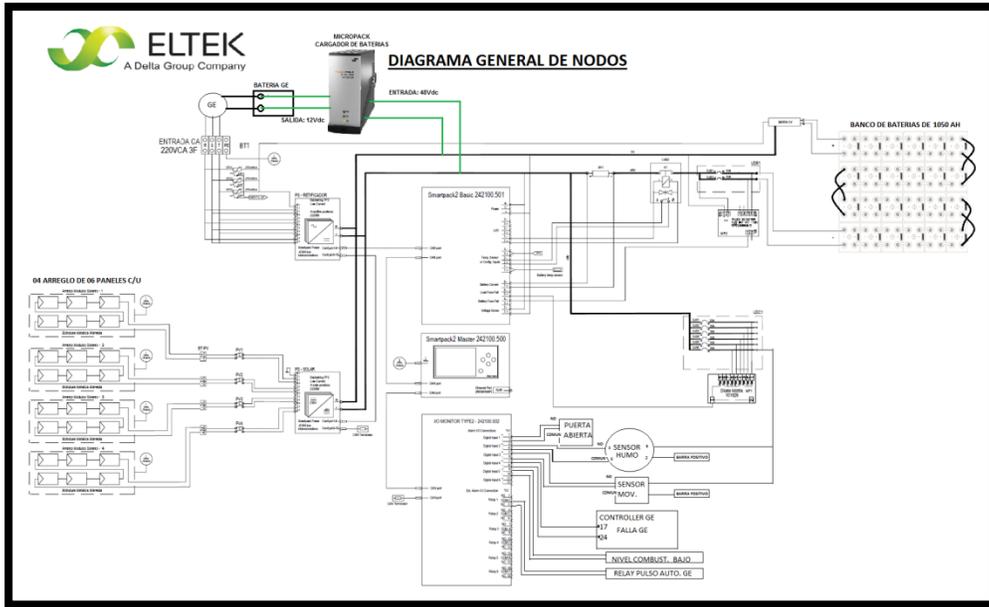


Gráfico 19: Diagrama con la conexión de cargador de baterías de GE.
Fuente: Elaboración propia

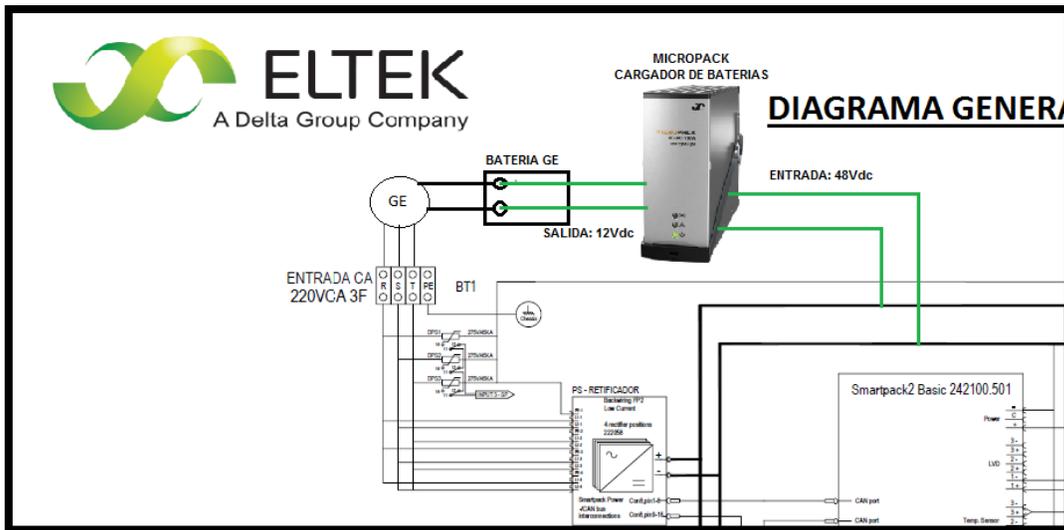


Gráfico 20: Conexión de Mircropack
Fuente: Elaboración propia

Las baterías de los GE en muchos casos llegó hasta los 2 Vdc, esta batería tuvo una descarga profunda lo cual según conceptos técnicos es inaceptable, esta batería debe ser reemplazada.

Esta implementación del micropack nos ayuda a evitar estas descargas profundas de baterías y a la vez evitar reemplazos innecesarios de baterías que nos generarían gastos adicionales.

| MICROPACK DC/DC 120W | | ELTEK A Delta Group Company | |
|--|--|---|---|
| 10V-72V/12V | | | |
| INPUT DATA | | | |
| Voltage | 10.4-72 V _{ac} ¹⁾ | | |
| Input current (maximum) | 13.5A (Boost 18A) | | |
| Inrush current | <11A _{pk} | | |
| Protection | Fuse 2x10A on both branches High input voltage by a transil (>75V) Reverse polarity protection (open fuse) | | |
| OUTPUT DATA | | | |
| Voltage (default) | 13.6 VDC | | |
| Voltage range with Potentiometer/Controller | 10.7-15 VDC / 10.7-18 VDC | | |
| Power (maximum) | 120 W/Boost 160W up to 60 seconds | | |
| Current (maximum) | 11.5A/Boost up to 15A | | |
| Current sharing (10 – 100% load) | 5% | | |
| Static Voltage regulation (0 – 100% load) | ± 0.5 % ²⁾ | | |
| Dynamic Voltage regulation | < 5.0% for 10-90% or 90-10% load variation, regulation time < 5ms ³⁾ | | |
| Hold up time | 15ms @ VIN/VOUT 13.6V and full load (9A) | | |
| Ripple | < 200 mV peak to peak, 20 MHz bandwidth | | |
| Protection | Blocking ORing MosFET Short circuit proof and Quick Trip Pulse High temperature protection Overvoltage Protection Reverse polarity protection (open fuse) | | |
| OTHER SPECIFICATIONS | | | |
| Efficiency @ Vout 13.6V | VIN 13.6V / 89.5% VIN 27.2V / 90.9% VIN 53.5V / 92% | | |
| Isolation | 2.8 kVDC - input - output 2.8 kVDC - input - chassis 500 VDC - output - chassis 2.8 kVDC - CAN & ALARM - Chassis 2.8 kVDC - CAN & ALARM - Input 2.8 kVDC - CAN & ALARM - Output 60 VDC - CAN - ALARM | | |
| Alarms (Red LED, alarm contact de-energized (open)) | Low and high input shutdown, High and low temperature shutdown, Converter Failure, Overvoltage shutdown on output, Low voltage alarm, CAN bus failure | | |
| Warnings (Yellow LED) | Converter in power derate mode, Remote battery current limit activated, Input voltage out of range, flashing at overvoltage, Loss of CAN communication with control unit | | |
| Normal operation (Green LED) | Flashing when operator reads converter data through control unit | | |
| Alarm output | Potential free relay contact, normally activated (closed); deactivated (open) alarms and input missing | | |
| MTBF (Telcordia SR-332 Issue I method III (a)) | >480 000 (@ Tambient : 25 °C) | | |
| Operating temperature | -40 to +70°C (-40 to +158°F), humidity 5 - 95% RH non-condensing Output power de-rates linear from 120W @ 50°C (122°F) to 40W @ 70°C(158°F) | | |
| Storage temperature | -40 to +70°C (-40 to +158°F), humidity 0 - 99% RH non-condensing | | |
| Dimensions(WxHxD) / Weight | 39.0 x 88.5 x 149mm (1.54 x 3.48 x 5.87"/ < 0.5 kg (1 lbs) | | |
| DESIGN STANDARDS | | | |
| Electrical safety | UL 60950-1-3rd edition, EN 60950-1-3rd edition | | |
| EMC | ETSI EN 300 386 V.1.4.1 EN 61000-6-1 / -2 / -3 / -4 FCC CFR 47 Part 15 | | |
| Environment | ETSI EN 300 019: 2-1 (Class 1.2), 2-2 (Class 2.3), 2-3 (Class 3.2) & 1-3 (Class 3.1) ROHS/WEEE compliant | | |
| ORDERING INFORMATION | | | |
| Part Number | Description | | |
| 241120.400 | Micropack DC/DC 120W 10-72V/12V | | |
| <small> 1) Derates below 10.6VDC and shuts down below 8VDC 2) IOUT <2A and VIN >60V will increase lowest VOUT. Worst Case: 72VIN and no load gives 11.5 VOUT 3) Dynamic voltage regulation will increase if VOUT < 13V. Worst case: 15% @ 10.7 VDC </small> | | | |
| Doc 241120.400.DS3 - rev3 | | Specifications are subject to change without notice | |
| Eltek - Gråterudveien 8, PB 2340 Strømsa, 3003 Drammen, Norway | | Phone: +47 32 20 32 00 | Eltek © 2015 - www.eltek.com |

Gráfico 21: Hoja técnica de Micropack

Fuente: Página Web Eltek

4.2. Recomendar un sistema inversor con diferentes características que cubran las deficiencias del inversor existente.

Se usó un inversor integral Cotek s350 y s600 de 48VDC de entrada, lo cual al haber una falla en este inversor, por ser integral, se produce el corte del sistema de energía AC estabilizada.

Se considera un sistema inversor modular de características similares al instalado, el cual nos permita tener un módulo redundante para la misma capacidad de carga y ante una eventual falla del sistema tener respaldo o contingencia. El inversor VEDA de 500VA es un verdadero sistema redundante con capacidad de desconexión. Está equipado con un convertidor que no tiene menos de tres niveles de desconexión en serie (por ejemplo, equipo electrónico, relés y fusibles) en su puerto de alimentación de DC, así como un aislamiento óptico en el bus dual de comunicación.

Tabla 4: Tabla comparativa de Inversor Cotek e Inversor Veda

| COTEK VS VEDA | | |
|----------------------|---|--|
| DESCRIPCION | COTEK SE350 | VEDA CE+T |
| OUTPUT VOLTAGE | 200/220/230/240 Vac+-5% | 200-240 Vac Ajustable |
| RATED POWER | 350 W | 1000 VA/800W, 2 module 500VA |
| SURGE POWER | 700 W | 150% en 15seg / 1200w |
| THD | 3% | 2% |
| FREQUENCY | 50/60 Hz +-0.1% | 50/60 Hz |
| INPUT VOLTAGE | 48 Vdc | 48 Vdc |
| INPUT VOLTAGE RANGE | 40.0-62.0Vdc | 40-60 Vdc |
| EFFICIENCY | 91% | 88% |
| CONFIGURATION | 1 | 1+1 |
| PROTECTIONS | Overload, Short circuit, DC over/ under Voltage, Over temp. | 3 disconnection levels on ACout and DCin power ports |
| WORKING TEMP | -20°C - +60°C | -25°C - +65°C |
| WORKING HUMIDITY | Max 90% RH non-condensing | Mac 95%, non condensing |
| DIMENSION (WxHxD) | 150x68x187 mm | 19"x4,4x267 mm |
| MTBF | - | 230000 hrs |
| SUPERVISION | - | T1S alarm card (LED + dry contacts) |
| AUXILIARY MODULES | - | T2S, CANDIS |

Fuente: Elaboración propia

El inversor Veda cuenta con un módulo de supervisión auxiliar T2S, el cual nos permite tener una mejor gestión del inversor, teniendo las siguientes opciones según imagen siguiente:

| | |
|------------------------------------|--|
| Root Menu | |
| 1 → System configuration | 0 → Return to previous menu 1 → Send config file to T2S 2 → Read config file from T2S 3 → No more available since sw version 2.5 4 → No more available since sw version 2.5 |
| 2 → System information's selection | 0 → Return to previous menu 1 → Module information's 2 → Phases information 3 → Groups information 4 → Alarms information 5 → History log display 6 → Modules errors information |
| | 0 → Return to previous menu 1 → Variables set 1 2 → Variables set 2 3 → Variables set 3 4 → Variables set 4 + → Next page - → Previous page |
| | 0 → Return to previous menu 1 → Variables set 1 2 → Variables set 2 3 → Variables set 3 |
| | 0 → Return to preceding menu 1 → Display AC group information 2 → Display DC group information |
| | 0 → Return to previous menu 1-1 → Page selection |
| | 0 → Return to previous menu 1-14 → Page number selection 16 → Clear log 17 → Save log to a file |
| | 0 → Return to preceding menu 1-32 → Detailed modules errors |
| 3 → System actions selection | 0 → Return to previous menu 1 → System actions 2 → Inverter module action 3 → T2S actions |
| | 0 → Return to index 1 → Turn ON system 2 → Turn OFF system 3 → Change Date and time settings |
| | 0 → Return to previous menu 1-4 → Page number selection 5 → Identify selected module 6 → Turn ON selected module 7 → Turn OFF selected module 8 → Change address of sel. module 9 → Change phase of selected module 10 → Automatic address assignment 11 → Change DC group of selected module 12 → Change AC group of sel. Module 13 → Notify changed fan of sel. Module + → Increment selector - → Decrement selector |
| | 0 → Return to index 1 → Force refresh of configuration texts and constants 2 → Force refresh of events description texts |
| 4 → Security Access | 0 → Return to index 1 → Enable Password protection |

Gráfico 22: Funciones de T2S

Fuente: Página Web Cetpower

Este dispositivo T2S es el único disponible para cambiar la configuración como la tensión, la frecuencia, el nivel de alarma, etc., mostrar y utilizar para cambiar las configuraciones del sistema básico cuando se coloca T1S.

T2S se ha diseñado con el fin de:

- Monitorear inversor TSI.
- Visualizar alarmas
- Proporcionar alarmas de contacto libre de potencial
- Dar status a través de la laptop y el hyperterminal.
- Comunicación en Modbus y el protocolo CANBUS
- Monitorear 2 entradas digitales
- Registrar hasta 200 eventos

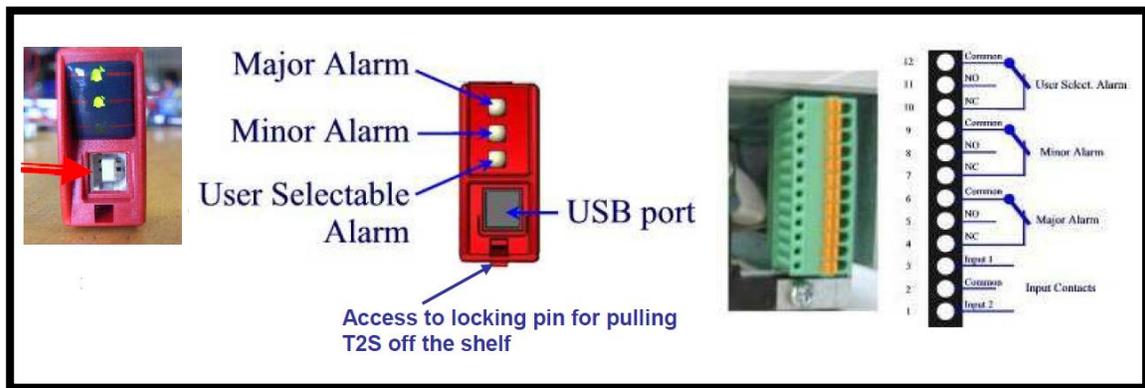


Gráfico 23: Conexiones T2S
Fuente: Página Web Cetpower



Gráfico 24: Inversor Veda 1000VA

Fuente: Página Web Cetpower

4.3. Proponer un sistema de monitoreo más preciso del nivel de combustible.

Se diseñó para GE un tanque de combustible con 02 niveles de alarmas de contacto seco (nivel alto y bajo), que no precisa en qué momento se acabará el combustible para poder desplazar a OyM para la recarga debida, otra problema es cuando se envía al personal técnico a llenar el combustible, no tenemos la seguridad que estén llenado todo lo indicado.

Para ellos tenemos la alternativa de instalar un sensor ESF o ES2F que es un sistema resistivo para nivel de combustible, utiliza una curva de resistencia en donde 240 Ohms nos indican que el tanque está vacío y 33 Ohms nos evidencian que el tanque está lleno. Por lo general es utilizado con diésel, cuyo peso específico es de 0.85 en relación al del agua.

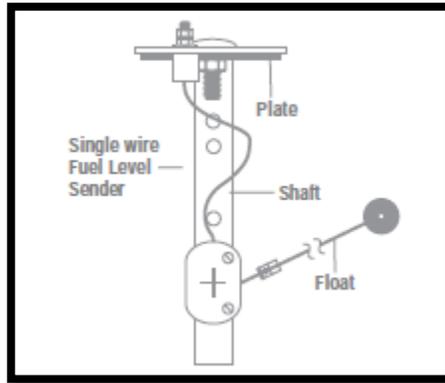


Gráfico 25: Resistencia para medir nivel de combustible
Fuente: Empresa Unimaq

4.4. Cubrir un estudio más detallado para evitar gastos de desplazamiento de personal innecesarios.

Con el estudio realizado, mostramos que con las soluciones propuestas evitaremos gastos innecesarios en mantenimientos correctivos y emergencias para asegurar la operatividad del sistema.

Con el cuadro de alarmas activas de Abril a Junio, se evalúa para realizar los desplazamientos a realizar los correctivos

Tabla 5: Alarma de pulso de encendido de GE - GE apagado

| ALARMA DE PULSO DE ENCENDIDO DE GE - GE APAGADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|----|--|--|----|----|
| ABRIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DIAS DE FALLA | | | | | |
| NODO | LOCALIDAD | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | |
| 1 | IQUITOS | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 2 | INDIANA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 10 | |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 10 | |
| 4 | ORAN | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 10 | |
| 5 | HUANTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 6 | BUEN JESUS | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 9 | CHIMBOTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 59 | | | | | | |
| MAYO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DIAS DE FALLA | | | | | |
| NODO | LOCALIDAD | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | |
| 1 | IQUITOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 2 | INDIANA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 4 | ORAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 5 | HUANTA | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| 6 | BUEN JESUS | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | 12 | |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | 12 | |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| 9 | CHIMBOTE | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | 12 | |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | 12 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 78 | | | | | | |
| JUNIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DIAS DE FALLA | | | | | |
| NODO | LOCALIDAD | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | |
| 1 | IQUITOS | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 2 | INDIANA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | 9 | |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 4 | ORAN | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | 23 |
| 5 | HUANTA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 9 | |
| 6 | BUEN JESUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 9 | |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| 9 | CHIMBOTE | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 9 | |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | 9 | |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 69 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un cuadro de gastos generados para la atención de las alarmas ocasionadas por la descarga de baterías de los GE.

Tabla 6: Resumen OPEX Mantenimiento para correctivos por descarga de baterías de los GE.

| RESUMEN DE GASTOS PARA CORRECTIVOS ABRIL-JUNIO 2016 | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| ITEM | SITE | ABRIL | MAYO | JUNIO | TOTAL |
| 1 | IQUITOS | | | | S/. - |
| 2 | INDIANA | S/.684.40 | | S/..1,305.87 | S/. 1,990.27 |
| 3 | ORELLANA | S/.684.40 | | | S/. 684.40 |
| 4 | ORAN | S/684.40 | | S/..1,305.87 | S/. 1,990.27 |
| 5 | HUANTA | | S/..1,730.67 | S/..1,305.87 | S/. 3,036.53 |
| 6 | BUEN JESUS DE PAZ | S/..1,781.80 | S/..1,829.00 | | S/. 3,610.80 |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | S/..1,781.80 | S/..1,829.00 | S/..1,305.87 | S/. 4,916.67 |
| 8 | SAN PABLO LORETO | | S/..1,730.67 | | S/. 1,730.67 |
| 9 | CHIMBOTE | | S/..1,730.67 | S/..1,305.87 | S/. 3,036.53 |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO | S/..1,781.80 | S/..1,829.00 | S/..1,305.87 | S/. 4,916.67 |
| 11 | BELLAVISTA | S/..1,781.80 | S/..1,829.00 | | S/. 3,610.80 |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | | | | S/. - |
| | TOTAL | S/..9,180.40 | S/..12,508.00 | S/..7,835.20 | S/..29,523.60 |

Fuente: Elaboración propia

Haciendo un análisis con el Capex y Opex de los últimos 6 meses y proyectando lo cambios realizados, donde luego de realizar estas mejoras en el sistema de energía de la red IAL, solo tendremos los gastos en desplazamientos para mantenimiento preventivo y no para correctivos referente a las mejoras en este sistema de energía.

Tabla 7: CAPEX de Análisis en los 6 meses.

| SIN CARGADOR DE BATERIAS | | CON INSTALACION DE MICROPACK PARA CARGAR BATERIAS DE GE | |
|--------------------------|---|---|------------------|
| | - | Suministro MICROPACK (\$416 X 12 sitios = \$4992.00) | 16,972.80 |
| | - | Instalación MICROPACK | 9,015.20 |
| TOTAL EQUIPOS | - | TOTAL EQUIPOS | 25,988.00 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: OPEX Generado por mantenimiento Correctivo y Preventivo

| | | | | |
|------------------|-------------------|-----------|-------------------|------------------|
| SUB TOTAL | | - | | 25,988.00 |
| OPEX MES 1 | MTO, GAST CORRECT | 9,841.20 | MTO, GAST CORRECT | - |
| OPEX MES 2 | MTO, GAST CORRECT | 9,841.20 | MTO, GAST CORRECT | - |
| OPEX MES 3 | MTO, GAST CORRECT | 27,081.20 | MTO, GAST CORRECT | 17,240.00 |
| OPEX MES 4 | MTO, GAST CORRECT | 9,180.40 | MTO, GAST CORRECT | - |
| OPEX MES 5 | MTO, GAST CORRECT | 12,508.00 | MTO, GAST CORRECT | - |
| OPEX MES 6 | MTO, GAST CORRECT | 25,075.20 | MTO, GAST CORRECT | 17,240.00 |
| SUBTOTAL | 93,527.20 | | 34,480.00 | |
| TOTAL S/. | 93,527.20 | | 60,468.00 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: OPEX por Mantenimiento Preventivo

| DESCRIPCION | TIEMPO | MTTO GE |
|-------------------|--------------|---------------|
| | | COSTO |
| MANTENIMIENTO | CADA 3 MESES | S/. 17,240.00 |
| TOTAL POR MES | | S/. 17,240.00 |
| TOTAL POR 6 MESES | | S/. 34,480.00 |

Fuente: Elaboración propia

Realizamos un análisis en un periodo de 6 meses con una tasa del 1% por mes, donde vemos que tenemos un ahorro significativo cuando instalamos el cargador de baterías, ver tablas a continuación.

Tabla 10: VAN al 6° mes(S/.) VALOR ACTUAL NETO

| Site | OPCION 1: SIN CARGADOR DE | OPCION 2: CON INSTALACION DE |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|
| 12 Nodos Transporte | S/. 90,921.10 | S/. 59,291.57 |

| OPCION 1: SIN CARGADOR DE BATERIA | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Capex | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - |
| Opex | S/. 9,841.20 | S/. 9,841.20 | S/. 27,081.20 | S/. 9,180.40 | S/. 12,508.00 | S/. 25,075.20 |
| Total Gastos | S/. 9,841.20 | S/. 9,841.20 | S/. 27,081.20 | S/. 9,180.40 | S/. 12,508.00 | S/. 25,075.20 |
| Descontado | S/. 9,841.20 | S/. 9,743.76 | S/. 26,547.59 | S/. 8,910.41 | S/. 12,019.94 | S/. 23,858.19 |
| Acumulado | S/. 9,841.20 | S/. 19,584.96 | S/. 46,132.56 | S/. 55,042.96 | S/. 67,062.90 | S/. 90,921.10 |
| VAN 5 año | S/. 90,921.10 | | | | | |

| OPCION 2: CON INSTALACION DE MICRO | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
|------------------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|----------------------|
| Capex | S/. 25,988.00 | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - | S/. - |
| Micropack (Cargador de Baterías) | S/. 25,988.00 | | | | | |
| Opex | S/. - | S/. - | S/. 17,240.00 | S/. - | S/. - | S/. 17,240.00 |
| Total Gastos | S/. 25,988.00 | S/. - | S/. 17,240.00 | S/. - | S/. - | S/. 17,240.00 |
| Descontado | S/. 25,988.00 | S/. - | S/. 16,900.30 | S/. - | S/. - | S/. 16,403.27 |
| Acumulado | S/. 25,988.00 | S/. 25,988.00 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 59,291.57 |
| VAN 6 MESES | S/. 59,291.57 | | | | | |

| RESUMEN | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| OPCION 1: SIN CARGADOR DE BATERIA | S/. 9,841.20 | S/. 19,584.96 | S/. 46,132.56 | S/. 55,042.96 | S/. 67,062.90 | S/. 90,921.10 |
| OPCION 2: CON INSTALACION DE MICRO | S/. 25,988.00 | S/. 25,988.00 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 59,291.57 |

Fuente: Elaboración propia

4.5. Proponer la instalación de una Unidad de Distribución DC con 19 puntos de conexión.

Al inicio del proyecto se diseñó 4 salidas en DC, las cuales fueron utilizadas por 04 equipos de TX. Por lo que se propone la instalación de un PDU DC doble plano, en el cual se podrán instalar hasta 9 ITMs por plano.

- La distribución actual, que no permite la escalabilidad, es según la siguiente gráfica:

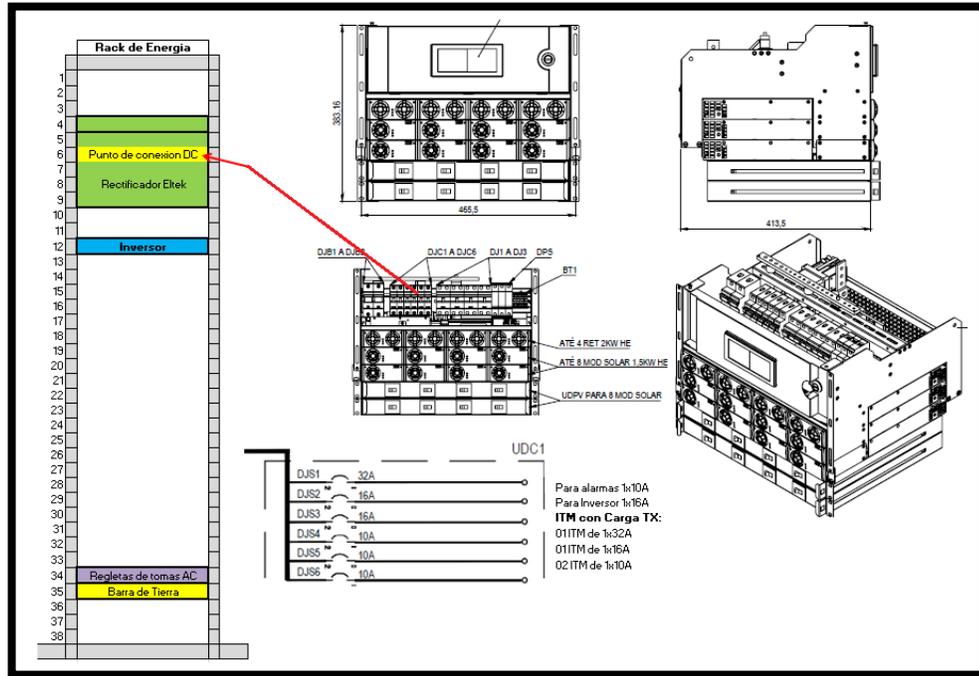


Gráfico 26: Distribución Actual de equipos en Rack de Energía
Fuente: Elaboración propia



Gráfico 27: Itms de distribución DC
Fuente: Elaboración propia

- El PDU que se utilizará tendrá las características que se detallan según imagen de diseño mecánico.

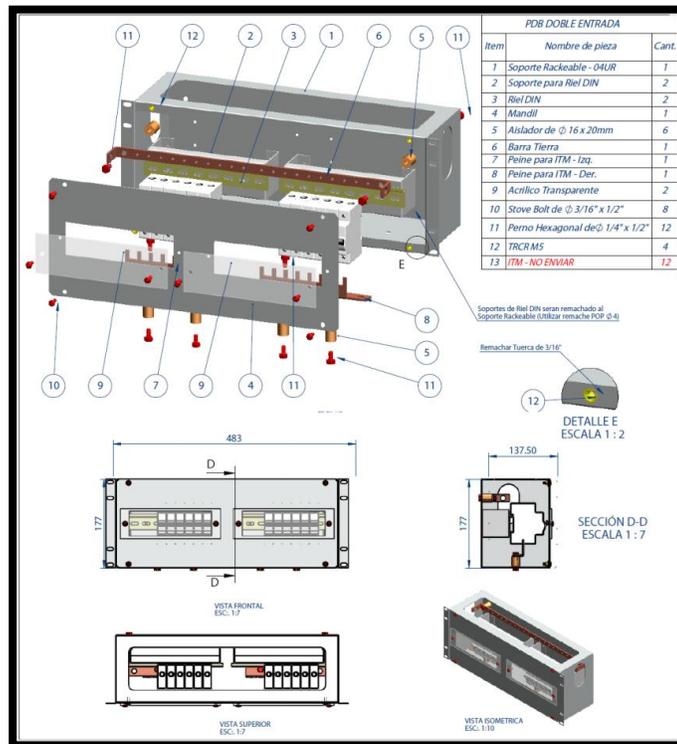


Gráfico 28: Diseño mecánico de PDU DC
Fuente: Empresa Infrod

- La distribución luego de la instalación de PDU DC doble plano, nos permitirá la escalabilidad del sistema, se utilizarán 02 ITMs de la unidad de distribución del sistema rectificador para alimentar los planos A y B del PDU con ITMs de 32A para cada plano y 02 ITMs se dejarían en reserva. Las cargas que actualmente se alimentan con 48 Vdc se migrarían hacia el nuevo PDU, donde nos quedarían 14 espacios disponibles para las futuras instalaciones de equipos. Ver grafica siguiente:

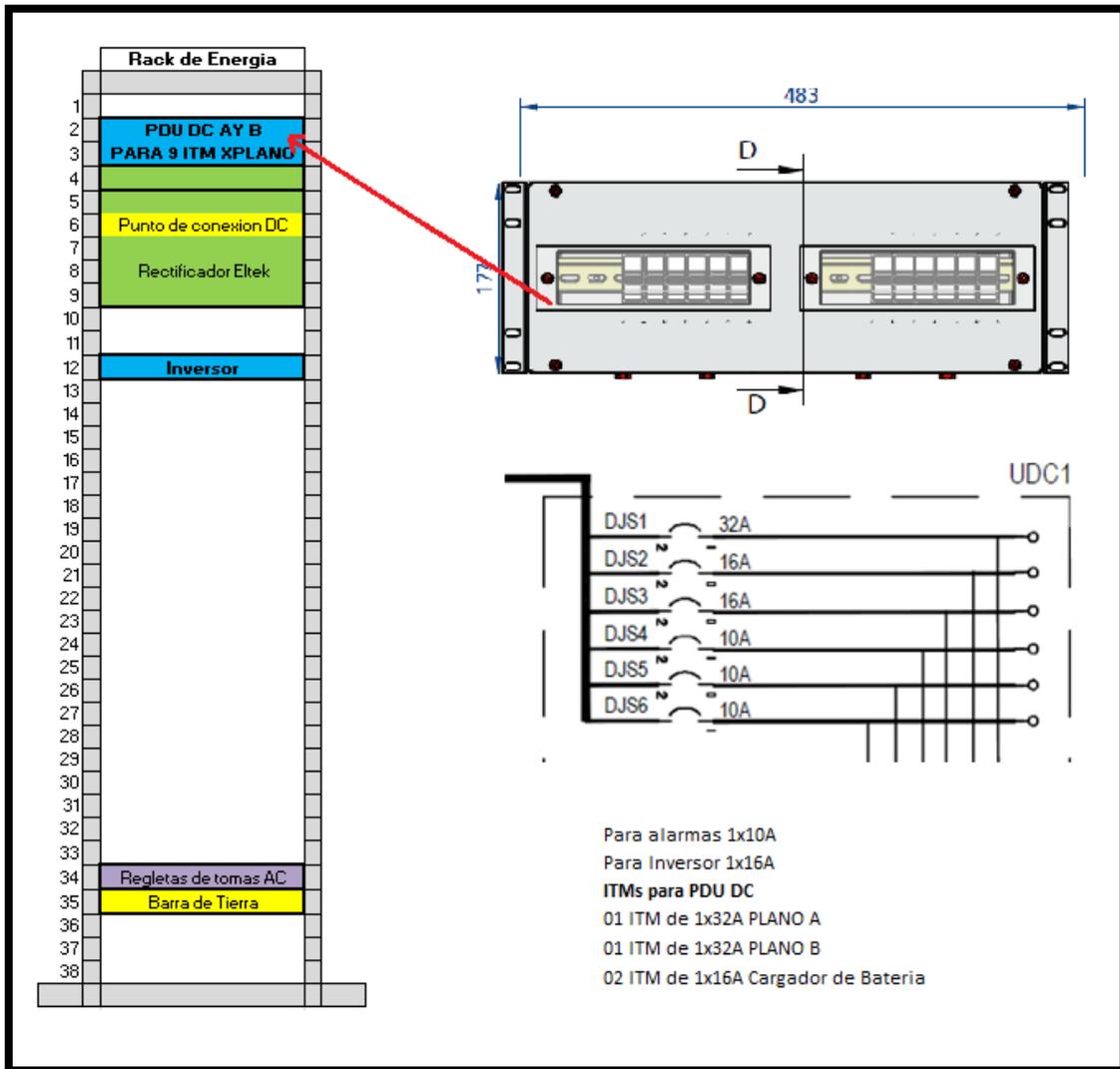


Gráfico 29: Distribución de equipos en Rack de Energía con nuevo PDU

Fuente: Elaboración propia

Para permitir un sistema de energía escalable también es importante realizar el análisis de la disponibilidad de potencia en diseño, como carga promedio para cada nodo se tiene una potencia consumida de 540w, potencia instalada máxima a suministra 6000w (se tiene instalados 3 Módulos Rectificadores de 2000w y 4 Módulos Solares de 1500w) , entonces para hallar la Potencia disponible usaremos la fórmula:

$$PD=PI-PC$$

Dónde:

PD: Potencia Disponible

PI: Potencia instalada

PC: Potencia consumida.

PD=6000-540=5460w.

Se tienen 5460w disponibles para recarga de baterías o para disponer de la instalación de nuevos equipos.

Así mismo, es bueno determinar con cuanto de autonomía de autonomía promedia se tiene en cada nodo, para ello usaremos la siguiente formula.

Autonomía=CBB/C

Dónde:

CBB: Capacidad de Banco de Baterías en AH.

C= Carga del site en A.

La capacidad de los bancos de baterías instalados es de 1050AH y la carga promedio de los nodos de transporte en Amperios es de 10.

Autonomía=1050/10=105 Horas.

De los resultados obtenidos, afirmamos que contamos con una autonomía del sistema de ± 4 días, para la carga actual.

4.6. Mejora de la eficiencia del sistema de gestión de alarmas con respecto a la alarma de GE operando.

Como parte de la mejora en la eficiencia en el sistema de energía, detallamos que antes de los correctivos técnicos y de diseño teníamos falsas alarmas las cuales no evidenciaban el verdadero estado del sistema para lo cual se desplazaba personal para realizar correctivos y limpiar estas alarmas.

Para este análisis emplearemos la fórmula de eficiencia para nuestro sistema de energía y la tabla N°5 de Alarma de Pulso de GE.

$$E = \left(\frac{((\sum D \times M) * N) - (\sum DP \times M)}{((\sum D \times M) * N) - (DF)} \right) \times 100$$

$\sum DxM$: Sumatoria de cantidad de días de los meses en estudio.

N : Cantidad de Nodos.

$\sum DPxM$: Sumatoria de días en los que estuvo presente la alarma por mes.

DF : Días fijos donde la alarma estará presente, debido al ejercicio de los GE.

$$E = \left(\frac{((30 + 31 + 30) * 12) - (59 + 78 + 69 + 6)}{((30 + 31 + 30) * 12) - (6)} \right) \times 100$$

$$E = 81.03 \%$$

Se tiene una eficiencia con la alarma de Pulso de GE del 81%, antes de instalar el cargador de baterías para GE.

Luego de instalar el cargador de baterías no tendremos días con presencia de esta falsa alarma, pero si tendremos esta alarma presente el 1er y 15vo día de cada mes donde el GE realiza su encendido automático como ejercicio de rutina del GE.

$$E = \left(\frac{((30 + 31 + 30) * 12) - (6)}{((30 + 31 + 30) * 12) - (6)} \right) \times 100$$

$$E = 100 \%$$

Vemos que luego del reemplazo realizo, tenemos un sistema de gestión de alarmas más eficiente.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ✓ La implementación del micropack como cargador de baterías nos permite eliminar la aparición de alarmas de DG RUN cuando el GE no esté operando debido a que las baterías estarán descargadas. Esto nos permitirá evitar esta falsa alarma de GE operando.
- ✓ Con la implementación del nuevo inversor Veda, se tendrá un sistema más confiable debido a que consta con redundancia en la capacidad requerida por el usuario, lo cual nos permite tener el 100% en la operatividad de los equipos que se alimentan de AC estabilizada y tener un enlace sin cortes de sistemas ocasionas por el respaldo de energía.
- ✓ La implementación de la resistencia tiene mejor control de combustible, este control es porcentual, lo cual nos permite saber exactamente los galones de combustible existentes vs los dos niveles actuales, que solo nos dan a conocer el 50% y 75 % del tanque.
- ✓ Con el estudio realizado, se procede a la implementación del micropack, con lo cual se evitaran gastos innecesario en desplazamientos para atender las alarmas de baterías de GE, actualmente se tienen gastos para este correctivo de S/. S/. 90,921.10 en una proyección de 6meses, con la implementación del micropack solo se tendrá S/. S/. 59,291.57, optimizando gastos.

| RESUMEN | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| OPCION 1: SIN CARGADOR DE BATERIAS | S/. 9,841.20 | S/. 19,584.96 | S/. 46,132.56 | S/. 55,042.96 | S/. 67,062.90 | S/. 90,921.10 |
| OPCION 2: CON INSTALACION DE MICROPACK | S/. 25,988.00 | S/. 25,988.00 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 42,888.30 | S/. 59,291.57 |

Tabla 11: Resumen de Gastos para correctivos por descarga de baterías de los GE.

Fuente: Elaboración propia

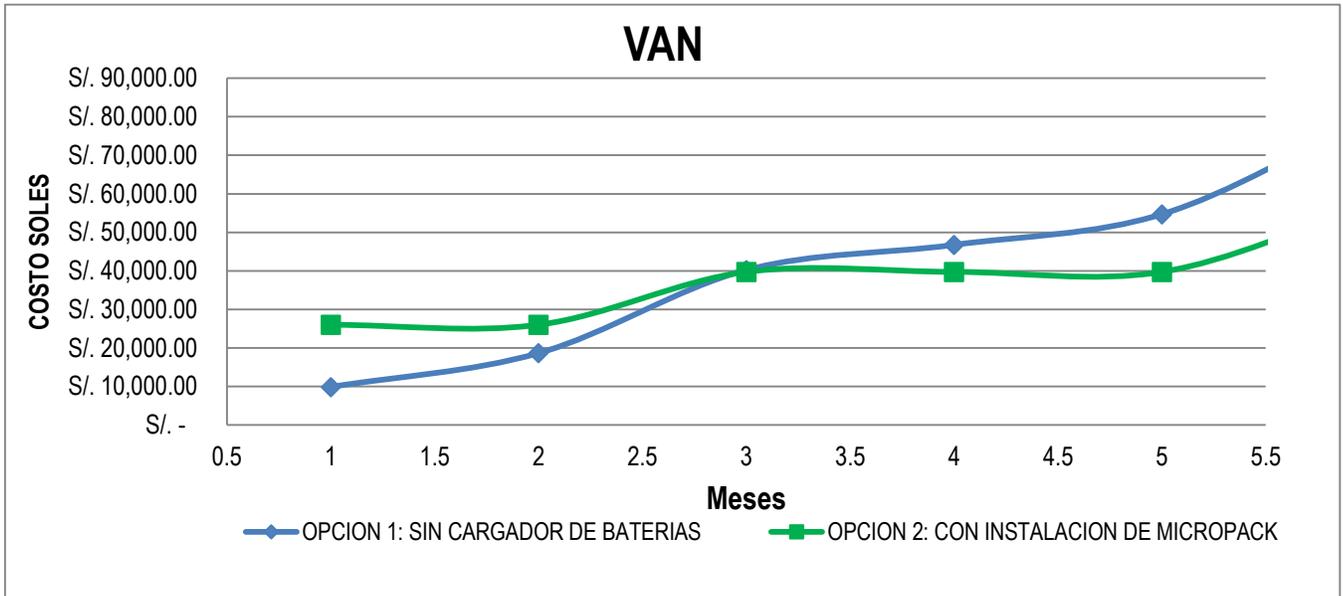


Gráfico 30: Curva de Gastos operativos en 6 meses

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Considerando que el sistema actual no tiene ITMs de distribución DC para nuevos equipos, evidentemente con la instalación del PDU nos permitirá la escalabilidad del sistema teniendo disponibilidad para el incremento de hasta 14 equipos TX, así mismo afirmamos la disponibilidad de potencia y autonomía.
- ✓ Del análisis realizado con respecto a la eficiencia del sistema de gestión de alarmas vemos que se mejoró la eficiencia de un 81.03% a un 100% con la implementación del cargador de baterías.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Se rediseñó el sistema de recarga de batería de los grupos electrógenos, evitando gastos en mantenimiento correctivos tales como reemplazo de baterías averiadas.
- ✓ Se recomendó un sistema inversor a través del análisis comparativo, donde el nuevo inversor VEDA resalta las características de 1+1, el cual nos permite mejorar la disponibilidad de los servicios.
- ✓ Se propuso un sistema de monitoreo más preciso del nivel de combustible, el cual nos permite un mayor control y registro del consumo del combustible.
- ✓ Se propuso la instalación de una unidad de distribución DC con 19 puntos de conexión, el cual nos permite la escalabilidad del sistema, teniendo un total de 14 equipos adicionales.
- ✓ Se realizó un estudio detallado del VAN de los gastos de mantenimiento en 6 meses, teniendo como resultado un ahorro considerable del 35%.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Capacitar a personal que opera en los sites en el manejo de los equipos y en el sistema de seguridad industrial.
- ✓ Crear un registro historial de acción ante un evento o suceso en el sistema.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Villena Ávila, Cynthia Karla (2014). “Diseño de una red rural de telecomunicación para aplicación en educación asistida por tecnología web en Purús –Ucayali. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5414>

- ✓ Valdiviezo Salas, Paulo (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5447>

- ✓ San Miguel Caballa, José (2011). Diseño de un cargador de baterías de 12 voltios haciendo uso de un panel fotovoltaico aplicado en zonas rurales. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/704>

- ✓ Rangel Espinoza, Eduardo (2013). Diseño de la red para el proyecto de banda ancha rural Juliaca - San Gabán. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4567>

- ✓ Lazo Flores, Néstor (2011). Diseño de un sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras en una comunidad agrícola. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/697>

- ✓ Energiza (2013). Paneles Solares. Obtenido de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>

- ✓ Inersol (2016). Sistemas Híbridos. Obtenido de http://www.inersol.es/Sistemas_Hibridos.htm

- ✓ Constantino (2003). Física. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=xmOOAMBAFeEC&pg=PT314&dq=un+rectificador+es&hl=es&sa=X&ei=WmCIT4ngDsaLhQe3o4G0CQ&ved=0CFcQ6AEwBA#v=onepage&q=un%20rectificador%20es&f=false>

- ✓ Websolar (2016). Controladores Solares. Obtenido de <http://websolar.com/store/es/88-controladores-mppt>

- ✓ Curiosoando (2016). Inversor. Obtenido de <https://curiosoando.com/que-es-un-inversor-de-voltaje>

- ✓ Jose Luis Valentín Labarta (2001). Instalaciones Fotovoltaicas. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=4OUZ9ngL5oEC&printsec=frontcover&dq=instalaciones+solares+fotovoltaicas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwt_q-y8PNAhWFqB4KHWjDQ0Q6AEIPDAH#v=onepage&q=instalaciones%20solares%20fotovoltaicas&f=false PAGINA 11

- ✓ Rudolf F. Graf (1984). Diccionario de Electrónica. Ediciones Pirámide S.A

- ✓ Simbologia-electrónica (2016). Obtenido de http://www.simbologia-electronica.com/diccionario-electronica/diccionario-electronica_T.htm

ANEXOS

ANEXO 1: GASTOS DETALLE DESPLAZAMIENTOS DE ABRIL – JUNIO 2016

| ITEM | SITE | ABRIL | | MAYO | | JUNIO | TOTAL |
|------|----------------|--|--|---|---|--|----------------------|
| | | 01 ABR ALARMA GE, DESPLAZAMIE NTO REVISION DE ALARMA GE 07 ABRIL, REVISION DE 4 SITES | 15 ABR ALARMA GE, DESPLAZAMIE NTO REVISION DE ALARMA GE 24 ABRIL, REVISION DE 3 SITES | 01 MAY ALARMA GE, DESPLAZAMIE NTO REVISION DE ALARMA GE 10 MAYO, REVISION DE 3 SITES | 15 MAY ALARMA GE, DESPLAZAMIE NTO REVISION DE ALARMA GE 26 MAYO, REVISION DE 4 SITES | 15 JUN ALARMA GE, DESPLAZAMIE NTO REVISION DE ALARMA GE 23 JUNIO, REVISION DE 6 SITES | |
| 1 | IQUITOS | - | - | - | - | - | - |
| 2 | INDIANA | - | S/. 684.40 | - | - | S/. 1,305.87 | S/. 1,990.27 |
| 3 | ORELLANA | - | S/. 684.40 | - | - | - | S/. 684.40 |
| 4 | ORAN | - | S/. 684.40 | - | - | S/. 1,305.87 | S/. 1,990.27 |
| 5 | HUANTA | - | - | S/. 1,730.67 | - | S/. 1,305.87 | S/. 3,036.53 |
| 6 | BUEN JESUS DE | S/. 1,781.80 | - | - | S/. 1,829.00 | - | S/. 3,610.80 |
| 7 | SANTA ELENA DE | S/. 1,781.80 | - | - | S/. 1,829.00 | S/. 1,305.87 | S/. 4,916.67 |
| 8 | SAN PABLO | - | - | S/. 1,730.67 | - | - | S/. 1,730.67 |
| 9 | CHIMBOTE | - | - | S/. 1,730.67 | - | S/. 1,305.87 | S/. 3,036.53 |
| 10 | SAN PEDRO DE | S/. 1,781.80 | - | - | S/. 1,829.00 | S/. 1,305.87 | S/. 4,916.67 |
| 11 | BELLAVISTA | S/. 1,781.80 | - | - | S/. 1,829.00 | - | S/. 3,610.80 |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | - | - | - | - | - | - |
| | TOTAL | S/. 7,127.20 | S/. 2,053.20 | S/. 5,192.00 | S/. 7,316.00 | S/. 7,835.20 | S/. 29,523.60 |

ANEXO 1.1: GASTOS DESPLAZAMIENTOS 07 ABRIL

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|------|-------|-----|-------------|------------|-----------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |

| COSTOS PARA ATENCION DE 4 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
|--|---|------|--|--------------|--------------|
| 1 | 4 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (4 sites) | S/. 140.00 | S/. 560.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 4 SITES | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 3 | 6 | GLB | VIATICOS // 3 DIAS POR 2 PERSONAS= 6 | S/. 80.00 | S/. 480.00 |

| COSTO UNITARIO | | | |
|-------------------|--|--------------|--------------|
| TOTAL VALOR VENTA | | S/. 6,040.00 | S/. 1,510.00 |
| IGV (18 %) | | S/. 1,087.20 | S/. 271.80 |
| PRECIO DE VENTA | | S/. 7,127.20 | S/. 1,781.80 |

ANEXO 1.2: GASTOS DESPLAZIMIENTOS 24 ABRIL

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|---|-------|------|--|--------------|-----------------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |
| COSTOS PARA ATENCION DE 3 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
| 1 | 3 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (3 sites) | S/. 140.00 | S/. 420.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 3 SITES | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 |
| 3 | 4 | GLB | VIATICOS // 2 DIAS POR 2 PERSONAS= 4 | S/. 80.00 | S/. 320.00 |
| | | | | | COSTO UNITARIO |
| TOTAL VALOR VENTA | | | | S/. 1,740.00 | S/. 580.00 |
| IGV (18 %) | | | | S/. 313.20 | S/. 104.40 |
| PRECIO DE VENTA | | | | S/. 2,053.20 | S/. 684.40 |

ANEXO 1.3: GASTOS DESPLAZIMIENTOS 10 MAYO

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|---|-------|------|--|--------------|-----------------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |
| COSTOS PARA ATENCION DE 3 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
| 1 | 3 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (3 sites) | S/. 140.00 | S/. 420.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 3 SITES | S/. 3,500.00 | S/. 3,500.00 |
| 3 | 6 | GLB | VIATICOS // 3 DIAS POR 2 PERSONAS= 6 | S/. 80.00 | S/. 480.00 |
| | | | | | COSTO UNITARIO |
| TOTAL VALOR VENTA | | | | S/. 4,400.00 | S/. 1,466.67 |
| IGV (18 %) | | | | S/. 792.00 | S/. 264.00 |
| PRECIO DE VENTA | | | | S/. 5,192.00 | S/. 1,730.67 |

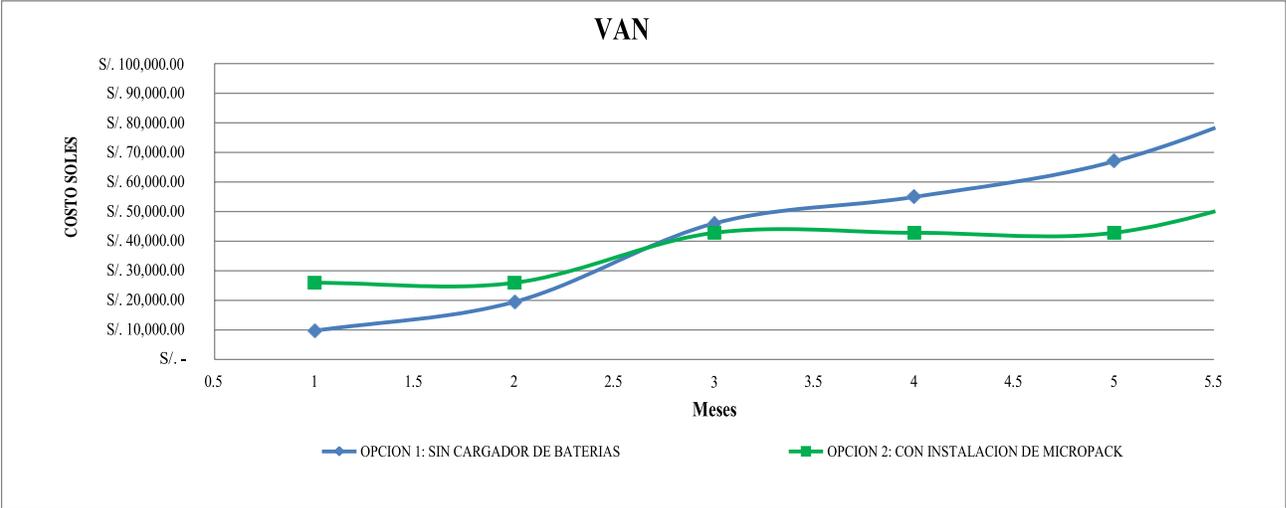
ANEXO1.4: GASTOS DESPLAZIMIENTOS 26 MAYO

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|---|-------|------|--|--------------|-----------------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |
| COSTOS PARA ATENCION DE 4 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
| 1 | 4 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (4 sites) | S/. 140.00 | S/. 560.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 4 SITES | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 3 | 8 | GLB | VIATICOS // 4 DIAS POR 2 PERSONAS= 8 | S/. 80.00 | S/. 640.00 |
| | | | | | COSTO UNITARIO |
| TOTAL VALOR VENTA | | | | S/. 6,200.00 | S/. 1,550.00 |
| IGV (18 %) | | | | S/. 1,116.00 | S/. 279.00 |
| PRECIO DE VENTA | | | | S/. 7,316.00 | S/. 1,829.00 |

ANEXO1.5: GASTOS DESPLAZIMIENTOS 23 JUNIO

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|---|-------|------|--|--------------|-----------------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |
| SERVICIOS: | | | | | |
| COSTOS PARA ATENCION DE 6 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
| 1 | 6 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (6 sites) | S/. 140.00 | S/. 840.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 6 SITES | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 3 | 10 | GLB | VIATICOS // 5 DIAS POR 2 PERSONAS= 10 | S/. 80.00 | S/. 800.00 |
| | | | | | COSTO UNITARIO |
| TOTAL VALOR VENTA | | | | S/. 6,640.00 | S/. 1,106.67 |
| IGV (18 %) | | | | S/. 1,195.20 | S/. 199.20 |
| PRECIO DE VENTA | | | | S/. 7,835.20 | S/. 1,305.87 |

ANEXO 2: GRAFICA LUEGO DEL ANALISIS DEL VAN CON Y SIN CARGADOR DE BATERIA DE GE (CAPEX Y OPEX)



ANEXO 3: RESUMEN DE ALARMAS

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|---|
| 1 | IQUITOS | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 2 | INDIANA | Movimiento | ----- | ----- | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 4 | ORAN | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 5 | HUANTA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 6 | BUEN JESUS | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | Puerta abierta | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 9 | CHIMBOTE | ----- | ----- | ----- | ----- | Entre 11:56 y 11:57 salió alarma de error de rectificador |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | Puerta abierta | DG RUN SIGNAL | Status - Off | Bajo nivel | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | Puerta abierta | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | | | | | INUNDADO |

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|---|
| 1 | IQUITOS | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 2 | INDIANA | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 4 | ORAN | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 5 | HUANTA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 6 | BUEN JESUS | ----- | ----- | ----- | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | ----- | ----- | ----- | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | |
| 9 | CHIMBOTE | ----- | ----- | ----- | ----- | Entre 11:56 y 11:57 salió alarma de error de rectificador |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | ----- | ----- | ----- | ----- | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | | | | | INUNDADO |

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|-----------------|---------------|-------------------|-------------|---|
| 1 | IQUITOS | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 2 | INDIANA | Movimiento | ----- | ----- | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | |
| 4 | ORAN | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 5 | HUANTA | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 6 | BUEN JESUS | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | ----- | ----- | ----- | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 9 | CHIMBOTE | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | ----- | ----- | ----- | Bajo nivel | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | INUNDADO | | | | |

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|-----------------|---------------|-------------------|-------------|---|
| 1 | IQUITOS | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 2 | INDIANA | Movimiento | ----- | ----- | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 4 | ORAN | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 5 | HUANTA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 6 | BUEN JESUS | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | Puerta abierta | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 9 | CHIMBOTE | ----- | ----- | ----- | ----- | Entre 11:56 y 11:57 salió alarma de error de rectificador |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | Bajo nivel | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | INUNDADO | | | | |

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|--|
| 1 | IQUITOS | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 2 | INDIANA | Movimiento | ----- | ----- | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 4 | ORAN | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 5 | HUANTA | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | |
| 6 | BUEN JESUS | ----- | ----- | ----- | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | ----- | ----- | ----- | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 9 | CHIMBOTE | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | Entre 11:56 y 11:57 salió alarma de error de rectificador |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | ----- | ----- | ----- | Bajo nivel | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | ----- | ----- | ----- | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | INUNDADO | | | | |

| NODO | LOCALIDAD | SENSOR | ALARMAS | GRUPO ELECTROGENO | COMBUSTIBLE | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|----------------|---------------|-------------------|-------------|--|
| 1 | IQUITOS | ----- | ----- | ----- | ----- | GE en sitio se encuentra apagado |
| 2 | INDIANA | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | Sensor de movimiento desde el día 21 de Junio a las 12:16 horas. |
| 3 | FRANCISCO ORELLANA | Puerta abierta | ----- | ----- | ----- | |
| 4 | ORAN | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 5 | HUANTA | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 6 | BUEN JESUS | ----- | ----- | ----- | ----- | Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | Puerta abierta desde el día 12 de Julio a las 13:20 horas. Se verifica en el historial que la alarma de sensor de movimiento cesó el día 16 de Julio a las 14:50 horas, no hay registro de cuando se activó nuevamente. Verificar sensor, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | ----- | ----- | ----- | ----- | |
| 9 | CHIMBOTE | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | ----- | GE en sitio se encuentra apagado. |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | ----- | DG RUN SIGNAL | Status - Off | Bajo nivel | Puerta abierta el día 10 de Julio a las 15:23, se cerró alas 15:28 y luego no hay registro de haberse abierto la puerta. Verificar sensor de encendido de GE, no se encuentra registros de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | ----- | ----- | ----- | ----- | Evento de puerta abierta: 28-07-2015 13:19 aún no se cierra. Verificar sensor, no se encuentra registros de activación de esta alarma. GE en sitio se encuentra apagado. |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | INUNDADO | | | | |

ANEXO 6: RESUMEN DE PO BATERIAS

RESUMEN DE PARTES OPERATIVOS BATERIAS GE AL 15/06/16

| ITEM | NODOS | OBSERVACIONES | GARANTIA-BAT | PLANTA DE ENERGIA - IAL | | Cargador de Batería |
|------|------------------------|------------------|--------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| | | | | Marca | Modelo | |
| 1 | IQUITOS | OK | NO REQUIERE | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 2 | INDIANA | BAT - DESCARGADA | PENDIENTE | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 3 | FCO DE ORELLANA | OK | NO REQUIERE | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 4 | ORAN | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 5 | HUANTA | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 6 | BUEN JESÚS DE PAZ | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 7 | SANTA ELENA DE IMAZA | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 8 | SAN PABLO DE LORETO | OK | NO REQUIERE | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 9 | CHIMBOTE | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 10 | SAN PEDRO DE PALO SECO | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 11 | BELLAVISTA CALLARU | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |

RESUMEN DE PARTES OPERATIVOS BATERIAS GE AL 30/06/16

| ITEM | NODOS | OBSERVACIONES | GARANTIA-BAT | PLANTA DE ENERGIA - IAL | | Cargador de Batería |
|------|------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| | | | | Marca | Modelo | |
| 1 | IQUITOS | OK | NO REQUIERE CAMBIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 2 | INDIANA | BAT - DESCARGADA | PENDIENTE | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 3 | FCO DE ORELLANA | OK | NO REQUIERE CAMBIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 4 | ORAN | SE CAMBIO BATERIA PENDIENTE POR RELE | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 5 | HUANTA | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 6 | BUEN JESÚS DE PA | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 7 | SANTA ELENA DE I | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 8 | SAN PABLO DE LOR | OK | NO REQUIERE CAMBIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 9 | CHIMBOTE | BAT - DESCARGADA | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 10 | SAN PEDRO DE PAL | SE CAMBIO BATERIA PENDIENTE PRUEBAS | PROCEDIO | CAT | 1000 CCA | Pendiente |
| 11 | BELLAVISTA CALLA | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |
| 12 | PUERTO ALEGRIA | CAMBIO X CAT | PENDIENTE | ETNA | FH 1215-PRO | Pendiente |

ANEXO 7: TICKET DE MANTENIMIENTO

| Localidad | Problema | Orden Trabajo |
|-------------------------|---|---|
| ORAN | EL GRUPO ELECTRÓGENO NO PRENDE | 115921 |
| Horas de Funcionamiento | 281 | |
| Alarmas encontradas | SRPR | Alarma de pulsante de emergencia activado |
| | SEFL | Falla Relay |
| Batería Averiada | Voltaje | 10.1 |
| | No. Serie | N/S: 1152422TN |
| Batería Nueva | Voltaje flotante | 12.4 |
| | Voltaje de arranque | 10.8 |
| | No. Serie | N/S: 3T5760TN |
| Combustible | No se logró medir por no tener wincha. | |
| Condición Actual | No funciona el automático, se requiere cambiar el Relay en el GE. | |
| | solo funciona en manual | |
| | Se cambió la batería | |
| | En caso exista una eventualidad el grupo no prendera | |
| | Se cierra el TK | |

ANEXO 8: COTIZACION PARA MANTENIMIENTO



Pj. Leonidas Yerovi N° 146
Vista Alegre Cel.
961010306 / 044 465575
RPM: 961010306

**SITE: VARIOS
GILAT - IQUITOS**

COTIZACION N° 09-2015

| | | | | |
|----------------|--|---|----------------------|---|
| CLIENTE | ELTEK PERÚ S.R.L | FORMA DE PAGO | ENTREGADA LA FACTURA | BANCO DE LA NACION CSC INVERSIONISTAS PRIVADOS SAC |
| RUC | 20509675491 | | | CUENTA CORRIENTE N° 00-754-003073 |
| ATENCIÓN | SPENCER SAAVEDRA CABALLERO | | | |
| EMAIL | spencer.saavedra@eltek.com | En caso de aceptar nuestra cotización, emitir Orden de Compra a favor de: CSC INVERSIONISTAS PRIVADOS SAC RUC 20482444246 | | |
| SOLICITADO POR | SPENCER SAAVEDRA CABALLERO | CONDICIONES DE ENTREGA | | |
| FECHA | 30/04/2015 | | | |
| TELÉFONOS | 997257744 | | | |

| ITEM | CANT. | UND | DESCRIPCIÓN | VALOR | VALOR VENTA SUB |
|------|-------|-----|-------------|------------|-----------------|
| | | | | VENTA UNIT | TOTAL |

SERVICIOS:

| COSTOS PARA ATENCION DE 12 NODOS EN UN SOLO VIAJE | | | | | |
|---|----|------|---|--------------|--------------|
| 1 | 12 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (12 sites) | S/. 140.00 | S/. 1,680.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR PARA 12 SITES | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 4 | 12 | GLB | VIATICOS // 6 DIAS POR 2 PERSONAS= 12 | S/. 80.00 | S/. 960.00 |

| | | |
|--------------------------|--|--------------|
| TOTAL VALOR VENTA | | S/. 7,640.00 |
| IGV (18 %) | | S/. 1,375.20 |
| PRECIO DE VENTA | | S/. 9,015.20 |

| COSTOS POR ATENCION DE 1 SOLO NODO POR EMERGENCIA | | | | | |
|---|---|------|---|--------------|--------------|
| 1 | 1 | site | Mano de obra aceptación obras proyecto GILAT (20 site) | S/. 200.00 | S/. 200.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR DESDE IQUITOS HASTA ORAN | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR DESDE IQUITOS HASTA SANTA ELENA DE IMASA | S/. 2,500.00 | S/. 2,500.00 |
| 2 | 1 | UND | TRANSPORTE RAPIDO DESLIZADOR DESDE IQUITOS HASTA ISLA SANTA ROSA | S/. 5,000.00 | S/. 5,000.00 |
| 4 | 2 | GLB | VIATICOS //1 DIAS POR 2 PERSONAS | S/. 80.00 | S/. 160.00 |

| | | |
|---|----------------|---|
| Validez de la Oferta | 15 DIAS | Jhon Alexander A. Saavedra Caballero - #961010306 jhon.saavedra@cscipsac.com |
| Si tiene alguna consulta contactarse con | | |

ANEXO 9: TABLA DE AJUSTE DE SENSOR DE COMBUSTIBLE



EGF-96058N
Effective 05-96
Section 70
00-02-0764

**EG Series Fuel Sender
Float Arm and Shaft Adjustment Table**

Refer to EG21-96048N installation instructions packed with this unit.

| Tank Depth | | Cut Float Arm Length* | | Shaft Length Adjustment | |
|------------|-----|-----------------------|-----|-------------------------|-----|
| inches | mm | inches | mm | inches | mm |
| 6 | 152 | 2-5/16 | 59 | 3-1/16 | 78 |
| 6-1/2 | 165 | 2-11/16 | 68 | 3-5/16 | 84 |
| 7 | 178 | 3 | 76 | 3-9/16 | 90 |
| 7-1/2 | 191 | 3-3/8 | 86 | 3-13/16 | 97 |
| 8 | 203 | 3-3/4 | 95 | 4-1/16 | 103 |
| 8-1/2 | 216 | 4-1/16 | 103 | 4-5/16 | 110 |
| 9 | 229 | 4-3/8 | 113 | 4-9/16 | 116 |
| 9-1/2 | 241 | 4-3/4 | 121 | 4-13/16 | 122 |
| 10 | 254 | 5-1/8 | 130 | 5-1/16 | 129 |
| 10-1/2 | 267 | 5-7/16 | 138 | 5-5/16 | 135 |
| 11 | 279 | 5-13/16 | 148 | 5-9/16 | 141 |
| 11-1/2 | 292 | 6-3/16 | 157 | 5-13/16 | 148 |
| 12 | 305 | 6-1/2 | 165 | 6-1/16 | 154 |
| 12-1/2 | 318 | 6-7/8 | 175 | 6-5/16 | 160 |
| 13 | 330 | 7-3/16 | 183 | 6-9/16 | 167 |
| 13-1/2 | 343 | 7-9/16 | 192 | 6-13/16 | 173 |
| 14 | 356 | 7-7/8 | 200 | 7-1/16 | 179 |
| 14-1/2 | 368 | 8-1/4 | 210 | 7-5/16 | 186 |
| 15 | 381 | 8-9/16 | 217 | 7-9/16 | 192 |
| 15-1/2 | 394 | 8-15/16 | 227 | 7-13/16 | 198 |
| 16 | 406 | 9-5/16 | 237 | 8-1/16 | 205 |
| 16-1/2 | 419 | 9-5/8 | 244 | 8-5/16 | 211 |
| 17 | 432 | 10 | 254 | 8-9/16 | 217 |
| 17-1/2 | 445 | 10-5/16 | 262 | 8-13/16 | 224 |
| 18 | 457 | 10-11/16 | 271 | 9-1/16 | 230 |
| 18-1/2 | 470 | 11 | 279 | 9-5/16 | 237 |
| 19 | 483 | 11-3/8 | 289 | 9-9/16 | 243 |
| 19-1/2 | 495 | 11-3/4 | 298 | 9-13/16 | 249 |
| 20 | 508 | 12-1/16 | 306 | 10-1/16 | 256 |
| 20-1/2 | 521 | 12-7/16 | 316 | 10-5/16 | 262 |
| 21 | 533 | 12-3/4 | 324 | 10-9/16 | 268 |
| 21-1/2 | 546 | 13-1/8 | 333 | 10-13/16 | 275 |
| 22 | 559 | 13-7/16 | 341 | 11-1/16 | 281 |
| 22-1/2 | 572 | 13-13/16 | 351 | 11-5/16 | 287 |
| 23 | 584 | 14-1/8 | 359 | 11-9/16 | 294 |
| 23-1/2 | 597 | 14-1/2 | 368 | 11-13/16 | 300 |
| 24 | 610 | 14-7/8 | 378 | 12-1/16 | 307 |

*Allows approximately 1/4 in. (6 mm) insertion into the float arm connector.

ANEXO 10: HOJA TECNICA DE SENSOR DE COMBUSTIBLE

Sharper Accuracy. Higher Durability. Advanced Technology.



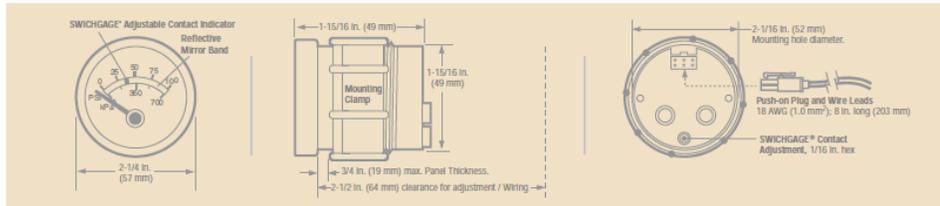
The EG21 Series Electric Gage and the EGS21 Series Swichgage instrument take the electric gage to new heights with proven state of the art technology and reliability.

- ▼ EG Air Core movement design
- ▼ Technological improvements in lighting, accuracy in reading and wiring installation
- ▼ Assurance of highest reliability and service
- ▼ Environmentally sealed design
- ▼ Exceeds the rigid SAE J1810 standard
- ▼ Corrosion-resistant materials.
- ▼ Desirable for marine and other environmentally sensitive applications
- ▼ Soft, non-glare dial and pointer illumination by "cold light" LED.

Electric Swichgage instrument

The EGS21 Series Swichgage instrument has all of the features of the EG21 Series Gage plus an adjustable set point PowerHal® Effect switch output for operating alarms or equipment shutdown. The trip point is adjustable over 90% of the scale and has a set point indicator visible from the gage face. Now you can have both, the ease of electric gage installation and the reliable switching of Murphy's famous Swichgage instrument.

Dimensions



Specifications

Power Input, all models and sender: 12 VDC or 24 VDC.

Case: Polyester (PBT), impact and weather resistant with screw-on mounting clamp.

Bezel: Polished 316 stainless steel standard; available in black. SAE style optional.

Lens: Clear Polycarbonate and UV stabilized.

Air Core Movement: Silicon dampened pointer.

Dial: Black with white markings; back-lite (marking becomes red when illuminated); dual scale with mirror band to reduce parallax reading errors.

Swichgage Instrument Sensor: PowerHal® Effect; outputs ground signal (sinking output) rated: 300 mA continuous (EGS21 models). Pressure, Fuel, Volts set on decreasing scale.

Temperature and Amps set on increasing scale. Output saturation voltage (voltage drop across switch): 1.3-2.3 Volts @ 25°C (may require some conditioning to work with logic inputs)

Swichgage Instrument Set Point Indicator: Visible on mirror band (scale); adjustable from the back of the unit (1/16 in. hex type wrench).

Wiring: Plug connector with wire leads, 18 AWG (1.0 mm²), 8 in. (203 mm) long.

Operating Temperature: -40 to 185°F (-40 to +85°C).

Storage Temperature: -77 to 185°F (-60 to 85°C).

Over Voltage (Gage Movement): Withstands 200% of nominal system voltage for 5 min. Meets SAE J1810.

Reversed Polarity (Gage Movement): Withstands reversed battery terminal polarity indefinitely within operating temperatures.

Environment and Test: Meets SAE J1810 standards.



Ranges

| PRESSURE | 80 psi | (552 kPa) | [5.52 bar] |
|----------|---------|------------|-------------|
| | 100 psi | (689 kPa) | [6.89 bar] |
| | 200 psi | (1.38 MPa) | [13.80 bar] |
| | 300 psi | (2.07 MPa) | [20.70 bar] |
| | 400 psi | (2.76 MPa) | [27.60 bar] |

| TEMPERATURE | 250°F | (121°C) |
|-------------|-------|---------|
| | 300°F | (149°C) |

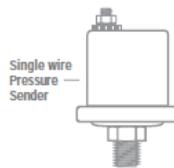
| FUEL LEVEL | Empty — 1/4 — 1/2 — 3/4 — Full |
|------------|--------------------------------|
|------------|--------------------------------|

| AMMETER | 60 — 0 — 60 amps (internal shunt)* |
|---------|------------------------------------|
|---------|------------------------------------|

| VOLTMETER | 12 VDC: 8 — 18 Volts |
|-----------|-----------------------|
| | 24 VDC: 16 — 36 Volts |

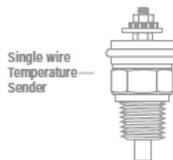
! IMPORTANT: EG21 Series gage and EGS21 Series Switchgage Movement and Illumination require 12 VDC to function. For 24 volts systems, voltage converters are built into the electrical wire / connector assembly and supplied with the instrument. Specify voltage when ordering.

Electric Gage Senders



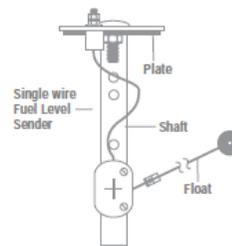
PRESSURE

- ▼ ESP: 1-wire-to-ground sender†
- ▼ ES2P: 2-wire ungrounded sender†
- ▼ ESDP: 2-wire ungrounded sender, it drives 2 gages†



TEMPERATURE

- ▼ EST: 1-wire-to-ground sender
- ▼ ES2T: 2-wire ungrounded sender
- ▼ ESDT: 2-wire ungrounded sender, it drives 2 gages.



FUEL LEVEL

- ▼ ESF: 1-wire-to-ground sender
- ▼ ES2F: 2-wire ungrounded sender
- ▼ ESDF: 2-wire ungrounded sender, it drives 2 gages.