

Propuesta para el control eficiente de energía eléctrica para una estación base de
telecomunicaciones

Claudia Ramírez Zorro
Cod. 72171508

Edwin Pastor Alvarado Villamil
Cod. 67132567

Laura Carvajal Pinto
Cod. 67171515

Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ingeniería
Programa Ingeniería de Telecomunicaciones
Ingeniería Industrial
Bogotá D.C;
Noviembre de 2021

Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos a:

A los Ingenieros Julián Rey y Mauricio Sana Ochoa, por el apoyo en el seguimiento y asesoría brindaba durante el desarrollo del proyecto.

A nuestra familia, compañeros y amigos que de alguna forma aportaron al proyecto y a nuestra vida.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducció.....	13
1. Planteamiento del problema.....	14
1.1. Alcance del proyecto.....	17
2. Justificación.....	19
3. Objetivos.....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
4. Marco teorico.....	22
4.1. ¿Qué es una estación Base de telefonía móvil?.....	22
4.2. Partes de una estación base.....	23
4.3. Componentes de una estación base.....	27
5. Metodología.....	29
5.1. Solución red eléctrica.....	30
5.1.1. Solución de gestión de energía.....	30
5.1.2. Solución de batería.....	31

5.1.3. Gestión de generadores.....	32
5.1.4. Centro de operaciones de red.....	33
5.1.5. Gestión de colocation.....	34
5.1.6. Eficiencia solar.....	35
5.2. Aplicación móvil.....	36
5.2.1. Gestión inteligente del generador.....	36
5.2.2. Solución de seguimiento de batería.....	36
5.3. Análisis de datos.....	37
5.4. Diseño e implementación del proyecto.....	40
5.5. Cronograma de implementación estación base operador WOM.....	41
5.5.1. Información Estación Base.....	43
5.5.2. Análisis de costos.....	44
5.5.3. Levantamiento de información de la estación base.....	47
5.5.4. Diagrama de Instalación.....	60
5.5.5. Componentes para instalar.....	62
5.5.6. Instalación estación base Icononzo/Melgar	65
5.6. Resultados Finales.....	70
5.6.1. Conexión al sistema ZON MAX.....	70

5.6.2. Pruebas y verificación del servicio.....71

5.6.3. Operación Mantenimiento Estación Base.....74

6. Conclusiones..... 76

Referencia.....77

Lista de figuras

Figura 1. Estaciones base.....	23
Figura 2. Macrocelulas.....	25
Figura 3. Microcelulas.....	26
Figura 4. Picocelulas.....	27
Figura 5. Componentes de una estación base.....	28
Figura 6. Conversión Big Data en práctica inteligencia empresarial.....	29
Figura 7. Gestión de energía.....	30
Figura 8. Solución de batería.....	31
Figura 9. Gestión de generadores.....	32
Figura 10. Centro de operaciones de red.....	33
Figura 11. Gestión de colocation.....	34
Figura 12. Eficiencia solar.....	35
Figura 13. Aplicación móvil.....	37
Figura 14. Aplicación móvil.....	38
Figura 15. Coordenadas 4.2109222, -74.560827.....	43
Figura 16. Ruta Bogotá a Icononzo Tolima.....	44
Figura 17. Diagrama de instalación.....	61
Figura 19. Zon Max.....	70

Figura 20. Tablero de seguimiento en tiempo real.....71

Figura 21. Pruebas de generador y combustible.....72

Lista de fotografías

Fotografía 1. Estación icononzo.....	47
Fotografía 2. Fuente de poder.....	49
Fotografía 3. Puerta de la BTS / Refugio de la puerta.....	50
Fotografía 4. Conexión de la torre al rectificado.....	51
Fotografía 5. Fuera del refugio.....	52
Fotografía 6. Dentro del refugio.....	53
Fotografía 7. Fuera del refugio.....	54
Fotografía 8. Panel de control 1.....	55
Fotografía 9. Panel de control 2.....	56
Fotografía 10. Panel de control 3.....	56
Fotografía 11. Tanque de combustible 1.....	58
Fotografía 12. <i>Rectificador</i>	60
Fotografía 13. Elara.....	62
Fotografía 14. AC Meter.....	62
Fotografía 15. DC Meter.....	63
Fotografía 16. Full Sensor.....	63
Fotografía 17. Connection box.....	64
Fotografía 18. Reley 220V.....	64

Fotografía 19. Conector RS485.....65

Fotografía 20. Instalación 1.....68

Fotografía 21. Instalación 2.....69

Fotografía 22. Instalación 3.....69

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz FODA para análisis estratégico.....	41
Tabla 2. Cronograma de implementación - (Diagrama de Gantt).....	42
Tabla 3. Costo de instalación BTS.....	45
Tabla 4. Gastos adicionales de la instalación BTS.....	46
Tabla 5. Información estación base iconozco - general.....	47
Tabla 6. Información de la fuente de poder.....	48
Tabla 7. Información de la ATS.....	48
Tabla 8. Información de acceso al sitio.....	49
Tabla 9. Información de luz de la torre.....	51
Tabla 10. Información del refugio.....	52
Tabla 11. Información del generador.....	53
Tabla 12. Información del panel de control.....	55
Tabla 13. Información del tanque de combustible.....	57
Tabla 14. Información del rectificador.....	59
Tabla 15. Elementos y cantidad de dispositivos a instalar.....	63
Tabla 16. Análisis de resultados.....	73
Tabla 17. Gastos de Operación Mantenimiento Estación Base.....	74

Resumen

Este proyecto tiene como finalidad la implementación de un sistema de monitoreo remoto en tiempo real de la red eléctrica de las estaciones bases móviles, que permitirá la integración de sensores para supervisar el funcionamiento e incluso el consumo de combustible de los generadores que suministran energía a las BTS, buscando optimizar los tiempos de respuestas a solución de fallas, con procedimientos y mecanismos eficientes.

Palabras clave: Investigación, implementación, monitoreo, estación base, supervisar, consumo, optimiza, solución.

Abstract

This project aims to implement a real-time remote monitoring system of the electrical network of the mobile base stations, which will allow the integration of sensors to monitor the operation and even the fuel consumption of the generators that supply power to the BTS, seeking to optimize response times for troubleshooting, with efficient procedures and mechanisms.

Keywords: Investigation, implementation, monitoring, base station, Supervise, consumption, optimize, solution.

Introducción

Una estación base o BTS es una parte principal de nuestras comunicaciones móviles, se trata de antenas distribuidas por un territorio terrestre que cubren el área a la que se pretende prestar el servicio de voz y datos, en pocas palabras son elementos que controlan la comunicación vía radio entre el terminal del usuario y la red. En ellas encontramos equipos de comunicación de red que distribuyen y transmiten las diferentes frecuencias de señal de los operadores permitidas en un país.

En esta investigación se desea implementar un sistema, el cual permitirá la fácil integración con los diferentes dispositivos que están siendo gestionados por los operadores actuales, así mismo integrando los elementos físicos como los sensores. Estos dispositivos se podrán instalar en las BTS para el monitoreo, control y ejecución de acciones de prendido y apagado del generador, esto con el fin de optimizar tiempos de respuestas y solución a fallas, con mecanismos de monitoreo eficiente del total uso de los equipos activos que hacen parte de la red eléctrica de la estación base.

1. Planteamiento del problema

En la actualidad las BTS presentan un inconveniente en la red eléctrica, lo cual conlleva una logística y operación compleja en el momento en que la red eléctrica comercial deja de funcionar y se activa el generador, teniendo como un segundo respaldo los bancos de baterías que están conectados a los rectificadores para soportar los equipos activos de las BTS. El monitoreo, las garantías de funcionamiento de las estaciones bases generan gastos y esto se repite una y otra vez por no tener un sistema idóneo en las fallas eléctricas.

Los operadores con sitios conectados pierden tiempo y dinero valioso debido a cuatro razones principales:

1. Mala gestión de las fuentes de energía en sitio.
2. Caídas de energía, que provocan un bajo tiempo de actividad, interrupciones del servicio y multas reglamentarias.
3. Falta de conocimiento o capacidad para conectar sitios y administrarlos de forma remota, en función de datos precisos, información en tiempo real y análisis predictivo.
4. Falta de veracidad en la información, la capacidad de conectar activos y fuentes de energía como parte de una solución de sitio integral y sin problemas. (Molchadsky, 2021)

Además, lograr la eficacia como proveedor de servicios o como empresa, puede ser un desafío cuando se gestiona un conjunto de dispositivos de red remotos. Las cosas se dificultan aún más cuando se comienza a tener más complejidad la expansión de cobertura los servicios de los operadores, ya que cuantos más dispositivos implementen, más ingenieros necesitarán para brindarles un mejor soporte.

Algunos de estos desafíos incluyen:

- La solución de problemas en los servicios de los operadores, rara vez se resuelve con éxito o de manera oportuna.
- El aumento de los costes generales es debido a la expansión de la infraestructura de los operadores.
- Información de la estabilidad en la red eléctrica de las BTS, para medir su eficiencia.
- Mantener todos los dispositivos, nuevos y antiguos, operativos e igualmente seguros.

Todos estos problemas se convierten en una tarea constante y altamente desafiante de lograr, entonces, ¿cómo el software de monitoreo remoto y las soluciones de administración ayudaran a agilizar el proceso?

Tener acceso inmediato a estos dispositivos de forma remota aumenta significativamente el tiempo de actividad, minimiza el tiempo de inactividad, significa una continuidad comercial y de rendimiento constante para los proveedores de servicios.

Las soluciones RMM (Remote Monitoring & Management) también reducen los gastos generales al eliminar prácticamente la necesidad de viajar y llegar a estos puntos finales remotos para diagnosticar y solucionar problemas. Las soluciones de RMM también brindan monitoreo preciso y centralizado, mayor eficiencia para los equipos, mejor respuesta a incidentes y continuidad comercial.

Gran parte de la ineficiencia causada por la falta de control y gestión provoca picos en los gastos operativos y de capital (CAPEX y OPEX) y el uso de energía. Por lo tanto, es esencial comprender cuánto puede ahorrar en costos de energía implementando una solución RMM.

Para los proveedores de servicios como los servicios públicos y las telecomunicaciones, la incapacidad de monitorear y administrar de manera efectiva los activos conectados a Internet puede generar una ineficiencia energética severa y una sobrecarga significativa. Entre el 20 y el 40% del OPEX anual de las organizaciones de telecomunicaciones se atribuye a los requisitos de energía de la estación base.

1.1. Alcance del proyecto

La llegada y el despliegue de 5G solo han complicado aún más el proceso, ya que las estaciones para 5G consumirán de 2 a 3 veces la energía requerida por las generaciones anteriores. Por lo tanto, debe ser una prioridad para estos proveedores de servicios maximizar su eficiencia energética, pero ¿cuánto se puede ahorrar realmente?

Descubrimos que la implementación de una solución de administración y monitoreo puede ahorrar a los proveedores de servicios hasta un 90% en energía perdida a través de nuestros propios estudios de casos del mundo real. También descubrimos que podemos reducir el consumo total de combustible en un 40%. Un RMM también aumentará el tiempo de actividad operativo, reducirá las fallas de los equipos y responderá a los problemas al tiempo que ofrece visibilidad en tiempo real de la disponibilidad y el rendimiento de los activos. (Malchman, Introducción a la supervisión y gestión remotas, 2021).

Adicional a estos desafíos encontramos hechos delictivos, los cuales afectan en gran magnitud la prestación del servicio por parte de los operadores. Uno de estos hechos se presentó el 9 de abril del presente año donde los Fiscales de la seccional Boyacá identificaron y desarticularon una estructura que sería responsable de hurtar baterías, plantas eléctricas y motores de antenas, entre otras piezas de torres de comunicación ubicadas en, al menos, 13 municipios de los departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca.

Los capturados fueron identificados como José Carlos Meza Lobo, Carlos Manuel Meza Sarmiento; y los hermanos Jesús Hernando y José Reinaldo Serrano Ruiz quienes fueron capturados por integrantes del Cuerpo Técnico de Investigación (CTI) Boyacá. En la operación se utilizó la herramienta Watson, pues mediante la asociación de hechos delictivos se conoció de la existencia de esta organización delictiva, dedicada al hurto de partes de antenas de comunicación celular. (Tiempo E. , 2021).

2. Justificación

En un ambicioso proyecto para implementar el sistema de monitoreo remoto en tiempo real de estaciones de base móviles en África del Este, Galooli recurrió a Omnicomm para integrar sus sensores del nivel de combustible LLS para monitorear el consumo de combustible de los generadores diesel que suministraban energía a las estaciones de base. Galooli Group es uno de los proveedores líderes de soluciones telemáticas para el control remoto, monitoreo y seguridad de las instalaciones remotas. La compañía opera en África con soluciones comerciales implementadas en 22 países para más de 1500 clientes corporativos.

Galooli Group es un innovador líder de soluciones integrales inteligentes para la gestión remota del desempeño de los activos. Las soluciones basadas en IoT de Galooli utilizan tecnología de punta para convertir las ineficiencias operacionales en ahorros financieros.

El consumo del combustible diesel es uno de los principales costos operativos para los propietarios de torres de telecomunicaciones. Al mismo tiempo, el fraude de combustible en instalaciones ubicadas en lugares remotos es un problema grave.

Al implementar un sistema de monitoreo remoto en tiempo real de las estaciones de base móviles en el este de África, Galooli decidió incluir en su sistema una solución de medición de combustible robusta y altamente precisa: para monitorear con precisión el consumo del combustible de los generadores diesel que suministraban energía a las estaciones de base móviles y eliminar el fraude de combustible

Después de la integración de los sensores del nivel de combustible de OMNICOMM para monitorear los niveles de combustible en más de 2.000 generadores diesel que suministran energía a las estaciones de base móviles en Uganda, Galooli logró reducir los costos relacionados con el

combustible en un 30 - 40%. Los ahorros totales ascendieron a más de 5 millones de dólares anuales.

- El consumo de combustible de los generadores diesel que suministran energía a las estaciones de base móviles remotas en Uganda se redujo en un 34% solo dos años después de su implementación.
- La compañía pudo ahorrarles a sus clientes más de \$5 millones anuales.
- La solución de Omnicomm ayudó a identificar a las personas responsables del fraude de combustible en las instalaciones remotas. (omnicomm, 2021)

Nuestra solución es un factor clave de administración remota para sitios conectados. se optimizará la utilización de energía en la estación base, el tiempo de actividad de la BTS y los ahorros de operación, al tiempo que podremos actuar oportunamente a las fallas eléctricas que se puedan generar por el tipo de lugar donde se encuentren ubicadas. En otras palabras, nuestra solución está diseñada para minimizar la pérdida de energía, las caídas de energía y la necesidad de enviar personal técnico calificado al sitio para mantener los sistemas activos. Estos beneficios son el resultado de una solución de vanguardia y de una plataforma basada en la nube que permitirá la supervisión de manera remota y efectiva.

Entendemos la necesidad de tener un sistema de monitoreo remoto que permita dimensionar, controlar y realizar seguimiento al buen uso de los equipos activos, proporcionando herramientas que apoyen el cumplimiento de sus objetivos.

Teniendo en cuenta lo mencionado, nuestro proyecto busca traer a Colombia nuevas soluciones de RMM (Remote Monitoring & Management) aportando al desarrollo y estabilidad de las operaciones de mantenimiento en nuestros proveedores de servicios de telecomunicaciones

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Implementar una solución tecnológica de gestión remota y monitoreo para estaciones Base de proveedores de servicios de telecomunicaciones, sobre una plataforma que permita realizar seguimiento en tiempo real a los equipos activos de la estación base (BTS), mediante el control de las variables eléctricas del servicio para actuar oportunamente y así mismo poder disminuir los tiempos de indisponibilidad por fallas, intermitencias o degradaciones en la red eléctrica de la BTS.

3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el funcionamiento y arquitectura eléctrica de la estación base de acuerdo con su operatividad.
- Determinar los elementos a instalar en cada estación base que nos permita monitorear y controlar los equipos activos en la BTS
- Garantizar el tiempo de actividad operativa de la estación base, minimizar el vandalismo por medio de tomas de decisiones oportunas, optimizar el consumo de energía y disminuir los tiempos de indisponibilidad de la estación base por fallas eléctricas.

4. Marco teórico

4.1. ¿Qué es una estación Base de telefonía móvil?

Toda red de telefonía móvil necesita ciertos elementos que hagan posible la intercomunicación de los terminales móviles entre sí y desde/hacia las redes de telefonía fija. Temidas por algunos, debido al miedo a la invisible radiación electromagnética, pero utilizadas por todos, las estaciones base (o BTS, del inglés Base Transceiver Station) forman parte cada vez más de nuestro entorno.

Las estaciones base envían y reciben señales de radio de baja potencia a/desde los terminales móviles de los usuarios, formando una gran red inalámbrica que suele desplegarse sobre el territorio en forma de pequeñas celdas o células (de ahí su nombre de “red celular”), unas al lado de otras, pero convenientemente delimitadas para no crear interferencias en las celdas vecinas.

Figura 1.

Estaciones base.



Nota. Diseño BTS, Estaciones base. 2005,

([https://www.netbiter.com/es/aplicaciones/estaciones-base-de-telecomunicaciones-\(bts\)](https://www.netbiter.com/es/aplicaciones/estaciones-base-de-telecomunicaciones-(bts))).

CC BY 2.0

4.2. Partes de una estación base.

Una estación base consta de un pequeño armario (donde van colocados los aparatos y baterías) y las antenas, todo ello montado sobre un soporte que suele ser un edificio, un poste o una torre o mástil. Las estaciones base se conectan con la red principal de telefonía mediante un cable de fibra óptica o utilizando un enlace de microondas (esas pequeñas antenas de disco que solemos

ver en este tipo de instalaciones). Las antenas deben estar colocadas en lugares en los que la señal no quede obstruida, como tejados o mástiles.

El número de estaciones base necesarias para una zona queda definido por el número de usuarios que se vayan a conectar simultáneamente, y por las características del terreno.

Según el área de cobertura conseguida, las estaciones base se dividen en:

- Macro célula brinda la superficie de cobertura más amplia dentro de una red móvil. Las antenas de las macro células pueden montarse sobre torres basadas en tierra, sobre los techos o sobre otras estructuras existentes. Deben estar posicionadas a una altura libre de obstrucciones del terreno y construcciones. Las macro células proporcionan cobertura de radio que se extiende a distancias variables según la frecuencia utilizada, la cantidad de llamadas realizadas y el terreno físico. (Provincia, Federación Española de Municipios y Provincia, 2021)

Figura 2.

Macrocelulas.



Nota. Antena de telecomunicación móvil, Macrocelulas, 2010,

(<https://www.stelladoradus.es/estaciones-base-los-elementos-fijos-de-las-redes-moviles/>) CC BY

2.0

- Micro células proporcionan cobertura y capacidad adicional en los lugares donde hay una gran cantidad de usuarios, dentro de macro células urbanas y suburbanas. Las antenas para micro células se erigen al nivel de la calle, en general sobre las paredes externas de estructuras existentes, postes de luz y otros artefactos de la vía pública. Las antenas de micro células son más pequeñas que las antenas de macro células y cuando se montan sobre estructuras existentes, a menudo pueden disimularse como atributos del edificio. Las micro células proporcionan cobertura de radio para distancias que van desde los 300 m. hasta los 1000 m. (Provincia, Federación Española de Municipios y Provincia, 2021)

Figura 3.

Microcelulas.



Nota. Antena estación móvil, Microcelulas. 2020, (<https://nuevoperiodico.com/las-microcelulas-5g-no-necesitan-tener-una-licencia-individual/>) CC BY 2.0

- Pico células Antenas muy pequeñas que proporcionan cobertura a puntos muy concretos. Su objetivo es ofrecer cobertura en el interior de espacios en los que se concentran un elevado número de usuarios, por ejemplo, un edificio de oficinas, un centro comercial o, incluso, en el interior de un avión.

Figura 4.

Picocelulas.



Nota. Antena de estación móvil, Picocelulas., 2016,

(<https://www.semana.com/nacion/articulo/celulares-corte-decide-si-gobierno-dira-donde-se-ponen-antenas/466559/>) CC BY 2.0

4.3. Componentes de una estación base.

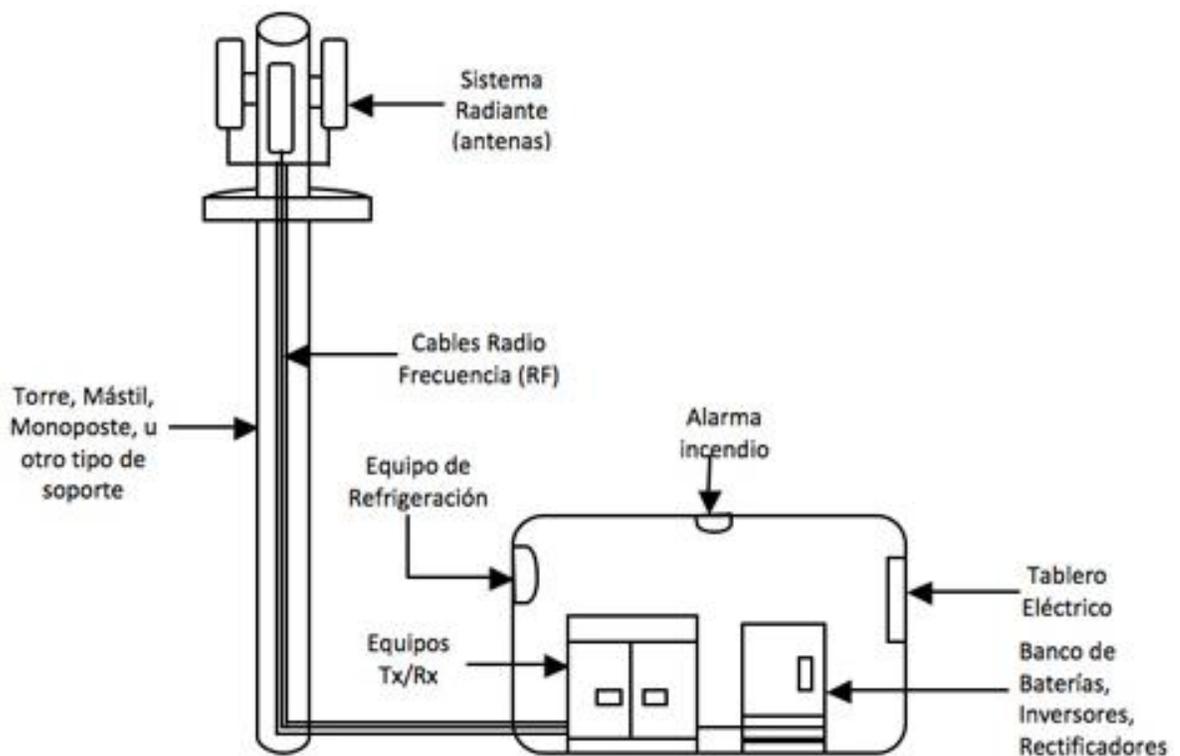
Está compuesta de los siguientes elementos:

- Antenas: Emisoras y receptoras de las señales de radio.
- Equipos electrónicos: Sirven para establecer y mantener la comunicación.
- Equipos electrónicos exteriores (radioenlaces) o interiores (fibra óptica o par de cobre) para la conexión de la estación base con la red de conmutación.

- Baterías: Sirven para garantizar el funcionamiento del sistema en caso de cortes del fluido eléctrico.
- Sistema de refrigeración, clima: Permiten el correcto funcionamiento de la estación en épocas de calor. (Telecom, 2016)
-

Figura 5.

Componentes de una estación base.



Nota. Arquitectura de estación base Componentes de una estación base, 2011,,

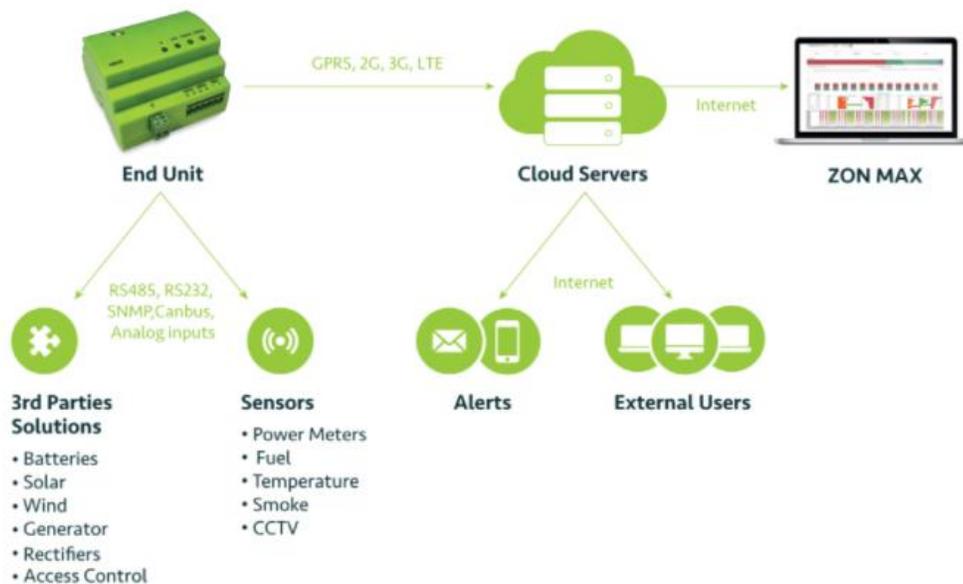
(<https://www.subtel.gob.cl/antenas1/>) CC BY 2.0

5. Metodología

Con el objetivo constante de crecimiento e innovación, ofrecemos una solución centralizada que se adapta a las necesidades específicas de cada industria, lo que nos permite tomar decisiones basadas en datos que aumentan la productividad, la eficiencia y dan como resultado retornos reales de la inversión.

Figura 6.

Conversión Big Data en práctica inteligencia empresarial.



Nota. Arquitectura solución de control e energía, Conversión Big Data en práctica inteligencia empresarial, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC BY 2.0

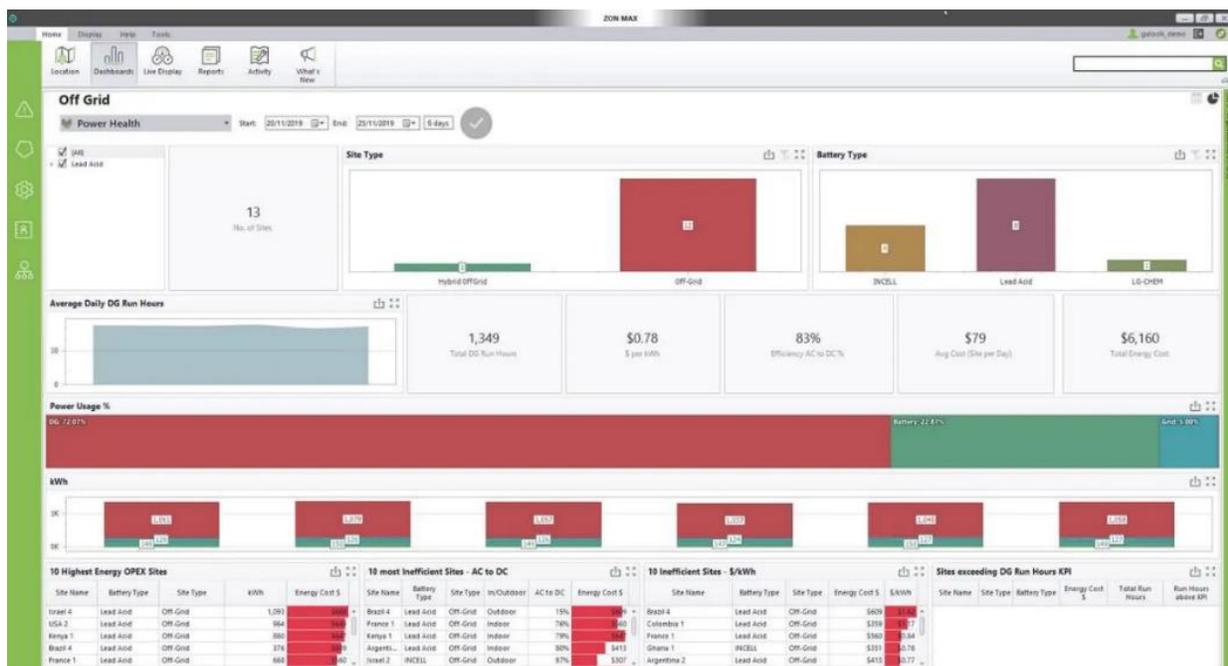
5.1. Solución red eléctrica.

5.1.1. Solución de gestión de energía.

Optimizar la actividad de las fuentes de energía y maximizar la capacidad de monitorear y controlar ellos de forma remota mediante la integración de fijo y factores cambiantes. Herramientas que permiten a los clientes optimizar el consumo de energía y ahorrar en gastos operativos.

Figura 7.

Gestión de energía.



Nota. Dashboard Gestión de energía, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>)

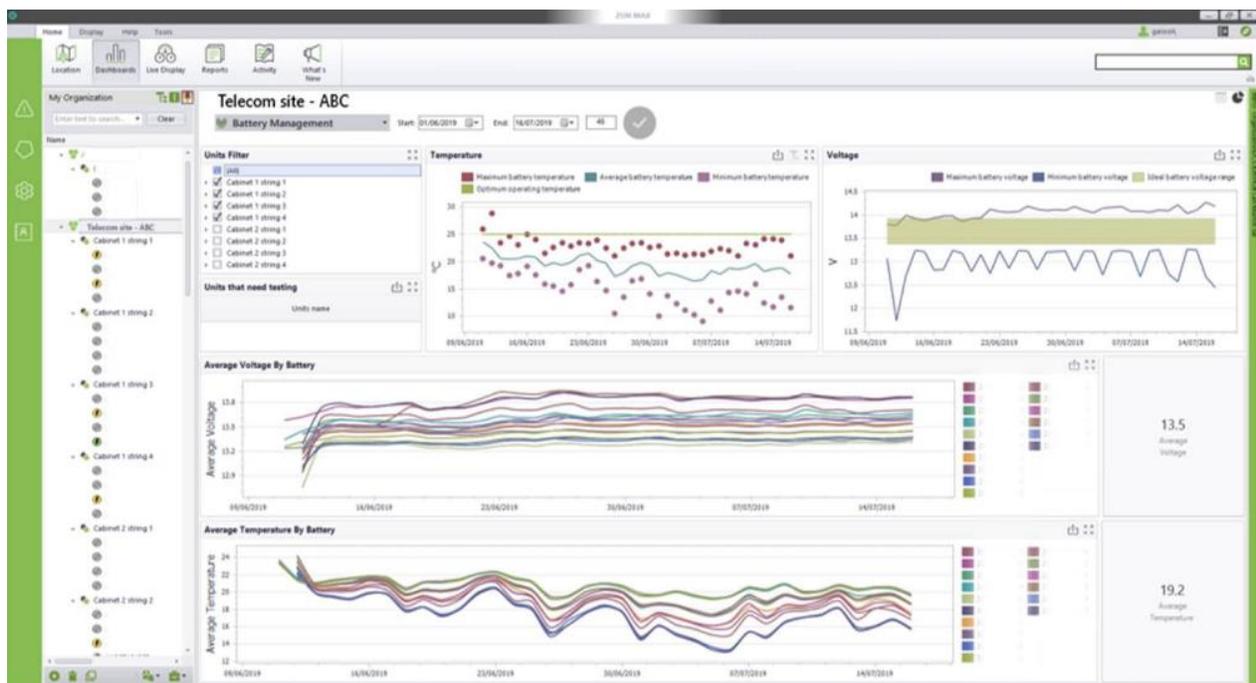
CC BY 2.0

5.1.2. Solución de batería

La solución de gestión y seguimiento de la batería proporciona un control completo sobre el estado de la batería, convirtiendo cada batería industrial en una batería inteligente.

Figura 8.

Solución de batería.



Nota. Dashboard *Solución de batería*, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>)

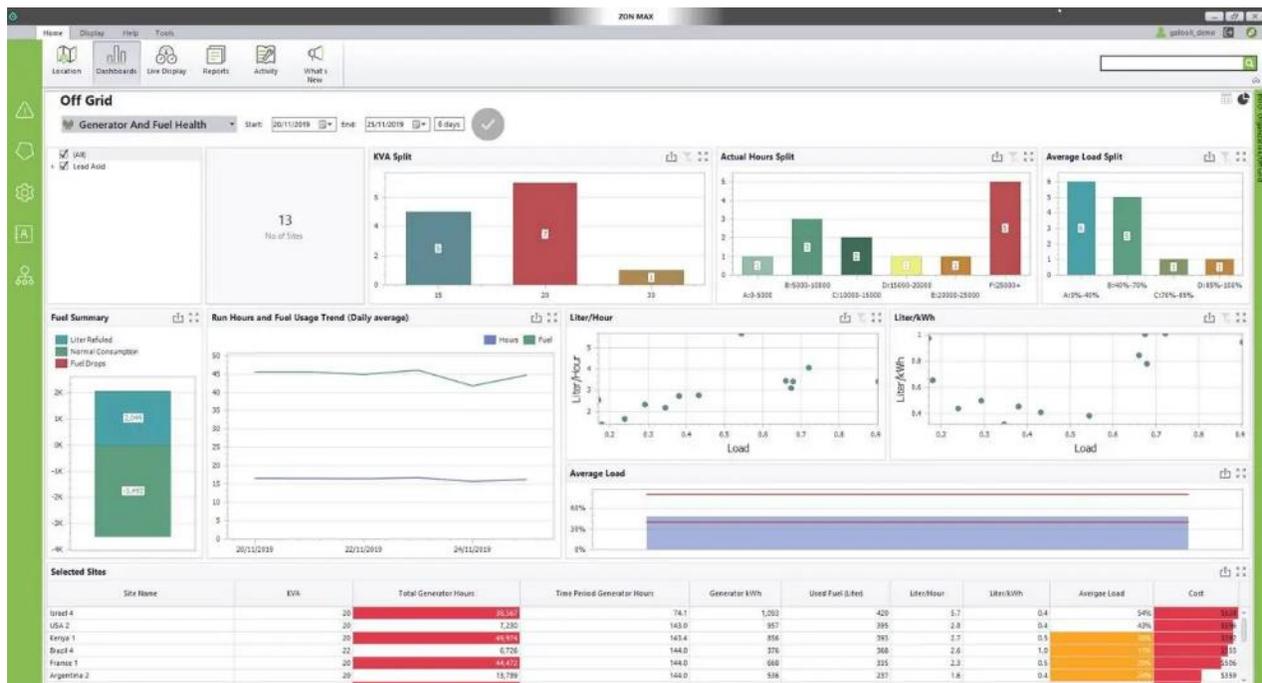
CC BY 2.0

5.1.3. Gestión de generadores

Solución impulsada por la administración que contribuye a una mayor vida útil del generador, un mantenimiento eficiente del generador y ahorros operativos significativos.

Figura 9.

Gestión de generadores.



Nota. Gestión de generadores, Dashboard , 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC BY 2.0

5.1.4. Centro de operaciones de red

Una descripción completa de los parámetros del sitio permite administrar eventos y controlar el sitio de forma remota.

Figura 10.

Centro de operaciones de red.

The screenshot displays a network operations center (NOC) dashboard. The main component is a table titled 'POWER ALARMS' with the following columns: SITE NAME, FLEET, SESSION START TIME, LAST ALARM TIME, RECTIFIER DOOR, SHELTER DOOR ALARM, SHELTER 1 HIGH TEMP, SHELTER 3 HIGH TEMP, SHELTER 2 HIGH TEMP, UNKNOWN POWER, RECTIFIER FAULT, and SHELTER 4 HIGH TEMP. The table contains 20 rows of data for 'Site 1' with various alarm times and status indicators (red squares and circles). To the right of the table is a details panel for a 'Shelter Door Alarm' event, showing start and closure times, operator, ticket reference, and comments. The dashboard also includes a top navigation bar with '1872' and 'Tickets 489/2782', and a bottom status bar with the date '11/28/2019 07:15:27'.

SITE NAME	FLEET	SESSION START TIME	LAST ALARM TIME	RECTIFIER DOOR	SHELTER DOOR ALARM	SHELTER 1 HIGH TEMP	SHELTER 3 HIGH TEMP	SHELTER 2 HIGH TEMP	UNKNOWN POWER	RECTIFIER FAULT	SHELTER 4 HIGH TEMP
Site 1	A	20/11/2019 17:01	28/11/2019 06:14		⊗ #26...						
Site 1	A	17/10/2019 02:19	28/11/2019 06:14	⊗ #25...							
Site 1	A	19/05/2019 06:02	28/11/2019 06:13								
Site 1	A	09/11/2019 13:05	28/11/2019 06:12								
Site 1	A	28/11/2019 05:29	28/11/2019 06:12								
Site 1	A	28/11/2019 06:11	28/11/2019 06:11		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:11	28/11/2019 06:11		⊗						
Site 1	A	01/08/2019 20:29	28/11/2019 06:10		⊗				⊗		
Site 1	A	28/11/2019 06:10	28/11/2019 06:10		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:09	28/11/2019 06:09								
Site 1	A	28/11/2019 05:23	28/11/2019 06:09							⊗	
Site 1	A	28/11/2019 06:09	28/11/2019 06:09								
Site 1	A	22/11/2019 09:21	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	18/11/2019 21:59	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	23/11/2019 14:48	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:08	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 03:49	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:08	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 03:35	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	07/06/2019 11:39	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:08	28/11/2019 06:08		⊗						
Site 1	A	28/11/2019 06:07	28/11/2019 06:07						⊗		
Site 1	A	23/11/2019 10:15	28/11/2019 06:07	⊗ #25...							

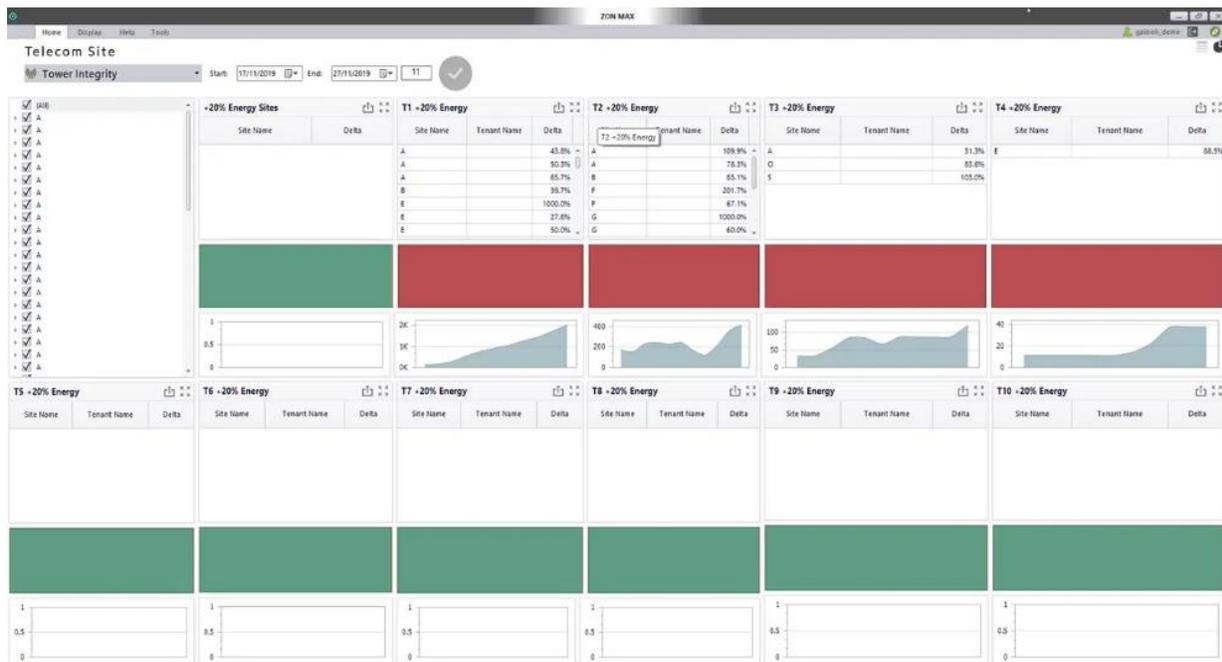
Nota. Tablero de control, *Centro de operaciones de red*, 2017 (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC BY 2.0

5.1.5. Gestión de colocation

Una única plataforma integrada agrega información sobre el consumo de energía de varios inquilinos y ofrece una gestión eficiente y una facturación inteligente.

Figura 11.

Gestión de colocation.



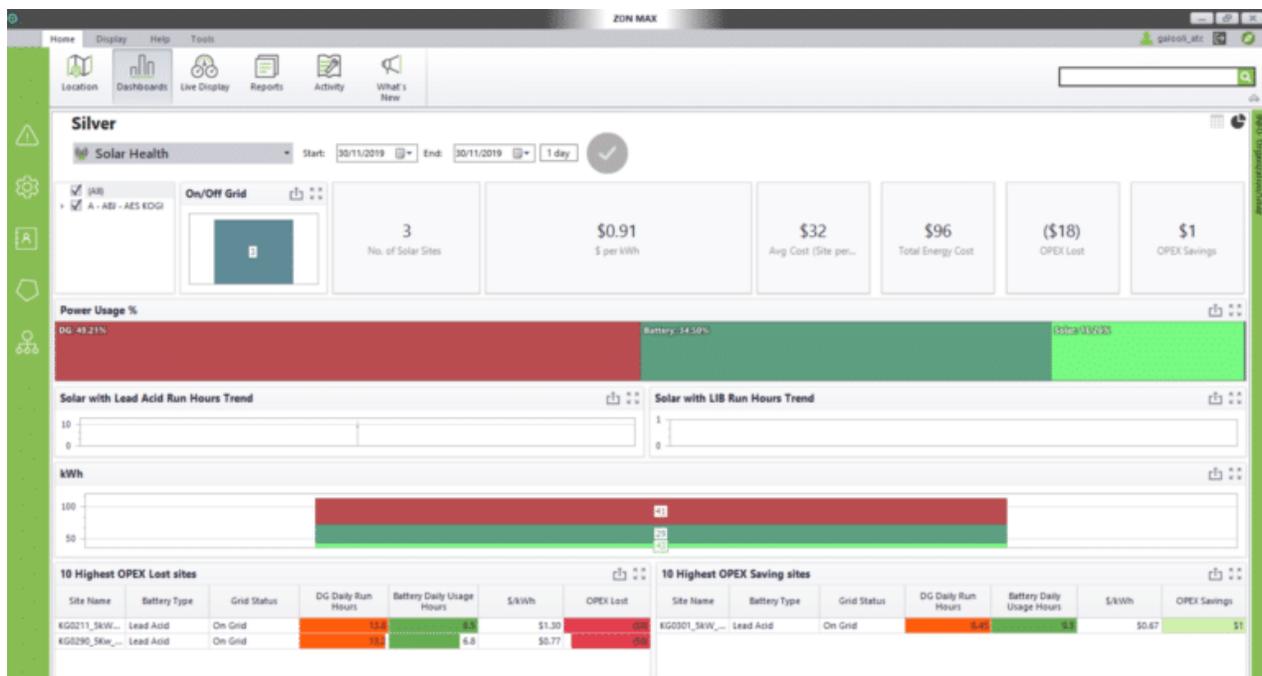
Nota. Dashboard de Gestión de colocation, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC BY 2.0

5.1.6. Eficiencia solar

La pantalla detallada le muestra la distribución de energía de sus activos y destaca sus ahorros operativos como resultado de la utilización de paneles solares como parte de su sistema de administración de energía.

Figura 12.

Eficiencia solar.



Nota. Dashboard Eficiencia solar, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC

BY 2.0

5.2. Aplicación móvil

Nuestra solución contempla como alternativa un seguimiento y monitoreo a la estación base, por medio de una aplicación móvil donde podremos conectarnos desde cualquier lugar o sitio que nos encontremos. (Galooli, Gestión inteligente del sitio, 2021)

5.2.1. Gestión inteligente del generador

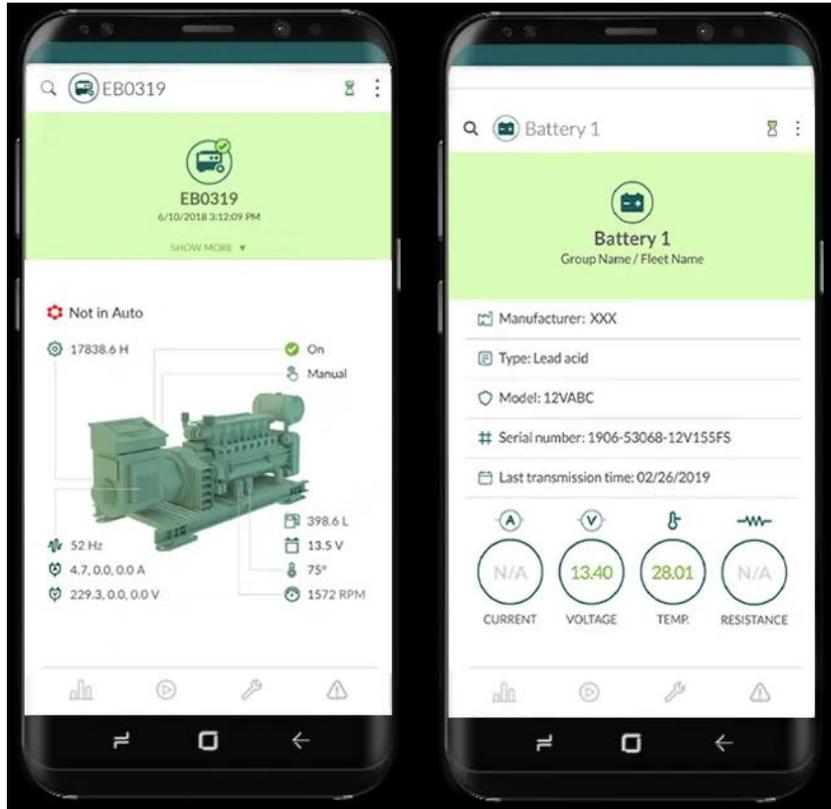
La solución impulsada por seguimiento contribuye a una mayor vida útil del generador, un mantenimiento sin esfuerzo, un funcionamiento eficiente y un mayor ahorro operativo. (Galooli, Gestión inteligente del sitio, 2021)

5.2.2. Solución de seguimiento de batería

Solución de monitoreo inteligente, reduce y previene el tiempo de inactividad, optimiza el ciclo de vida de la batería y ofrece administración de alarmas en tiempo real. (Galooli, Gestión inteligente del sitio, 2021)

Figura 13.

Aplicación móvil.



Nota. Versión móvil, *Aplicación móvil*, 2017, (<https://galooli.com/aot-solution/site-management/>) CC BY 2.0

5.3 Análisis de datos

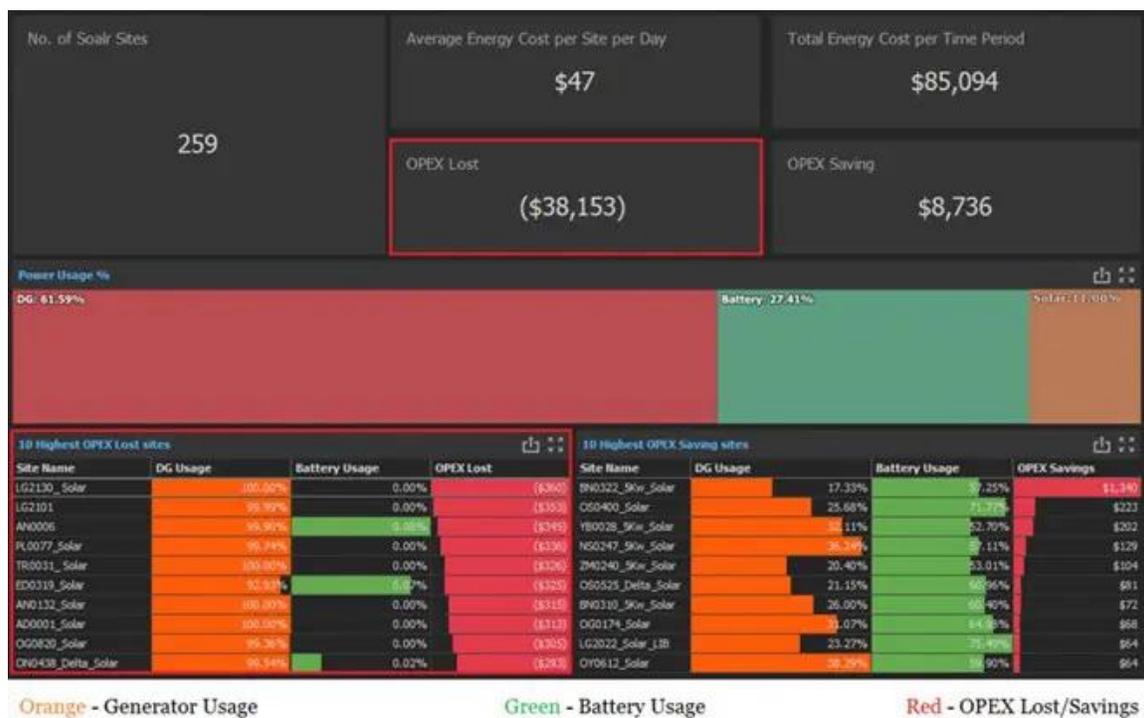
Los datos son vida. Si bien ese tema se ha atribuido a las empresas de telecomunicaciones que opera y en esta era de la tecnología de la velocidad de la luz, los datos lo son todo. Para una organización, expertos en sistemas de monitoreo remoto (RMS), se enfocan en soluciones que

permiten el monitoreo remoto de energía y productos energéticos. Los datos son su negocio y adaptan la tecnología a la voluntad para proporcionar a las personas los datos que necesitan.

Al proveedor de sitios de telecomunicaciones tendrá la herramienta adecuada, un panel de BI sencillo, para administrar el uso de energía en tiempo real de forma remota. Esto refleja una tendencia entre el uso de combustible y OPEX. Una mayor dependencia del combustible equivale a una mayor pérdida monetaria y viceversa.

Figura 14.

Aplicación móvil.



Nota. Dashboard Aplicación móvil, 2018, (<https://galooli.com/how-a-telecom-site-provider-saves-up-to-2m-annually/>) CC BY 2.0

En la figura 15. podemos ver que se ha perdido un total de \$ 38,153 OPEX en un período de 7 días. Al mismo tiempo, el tablero presenta los 10 sitios con mayor OPEX perdido, destacando el problema principal que resultó en esta pérdida. A partir de aquí, podemos concluir que la pérdida de OPEX se debe a que los sitios solares funcionan casi en su totalidad solo con generadores diésel (DG) en lugar del mejor escenario en el que los sitios funcionan con una combinación de baterías y energía solar.

Los sitios de telecomunicaciones han estado adoptando el uso de energía solar para alimentar sus sitios con el objetivo de reducir la pérdida de OPEX. Sin embargo, es evidente que estos sitios todavía dependen en gran medida de las DG. Esto refleja la necesidad de una mejor gestión del sitio de telecomunicaciones en la división de carga entre las fuentes de energía, con el fin de maximizar el uso de la energía solar.

La tendencia anterior se identificó rápidamente con la ayuda del panel de BI, lo que brinda la oportunidad de tomar acciones correctivas de inmediato, convirtiendo las pérdidas adicionales en grandes ahorros. Sin este sistema RMS en su lugar, la planificación para la máxima eficiencia se convierte en un desafío, ya que los sitios no pueden visualizar el panorama general.

$$\text{\$ } 38,153 \times 52 \text{ semanas} = 1,983,956$$

(1 año ~ 52 semanas)

Al implementar las soluciones RMS, los sitios de telecomunicaciones podrían potencialmente ahorrar hasta \$ 1.983.956 al año. (Galooli, Cómo un proveedor de sitios de telecomunicaciones ahorra hasta \$ 2 millones al año, 2018).

5.4. Diseño e implementación del proyecto

La mejora continua de este proceso enmarca el mérito intelectual y como bien se sabe este concepto es transversal para cada operador que se interrelaciona en la prestación de dicho servicio. Por ende, el beneficio de su implementación será crucial tanto a nivel interno como externo donde su impacto colectivo-constructivo es esencial para los aspectos que serán expuestos en esta presentación. Por un lado, los usuarios finales o en este caso los operadores quienes hacen uso de este servicio en sus operaciones, los cuales tendrán una noción sobre la importancia que representa una gestión de seguimiento y monitoreo donde sus demandas operativas sean cada vez menores y faciliten la optimización de cada aspecto ligado a este proceso.

Con relación al ámbito empresarial, esta es una clara oportunidad por medio la cual se puede mejorar la gestión realizada por áreas y por ende alinear a su capital de trabajo bajo los mismos parámetros o estrategias que la organización adopte con el propósito de crecer progresivamente.

A partir de una valoración de los aspectos internos y externos, evaluamos las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que debemos tener en cuenta para la implementación del proyecto.

Tabla 1

Matriz FODA para análisis estratégico.

FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA		FACTORES EXTERNOS A LA EMPRESA	
DEBILIDADES (-)		AMENAZAS (-)	
1	Importación de dispositivos para la instalación	1	No obtener permisos de ingreso a la Estación Base
2	Asignación de presupuesto para la implementación del POC	2	No tener información de la Estación base
3	Asignación del personal eléctrico idóneo para la implementación	3	No funcionamiento adecuado de la estación base
FORTALEZAS (+)		OPORTUNIDADES (+)	
1	Experiencia y Conocimiento	1	Optimización de tiempos de operación de estación base
2	Conocimiento en arquitecturas de las estaciones base	2	Ahorro en el OPEX
3	Manejo adecuado de proyectos	3	Reacción oportuna a falla o eventos en la estación base
4	Recursos económicos	4	Monitoreo en línea
5	Análisis de resultados	5	Administración remota de la estación base
6		6	Masificar solución a todos los operadores en Colombia

Nota. Análisis de viabilidad de proyecto, 2021, Elaboración propia.

5.5. Cronograma de implementación estación base operador WOM

En la tabla 1 se describe las actividades que se van a realizar para la implementación del proyecto.

5.5.1. Información Estación Base

En conversación con el área de mercadeo y compras del operador WOM se define estación base para implementar el POC en Icononzo Tolima como se puede visualizar en la figura 16 y 17.

Figura 15.

Coordenadas 4.2109222, -74.560827.



Nota. Ubicación, 2021, (<https://www.google.com/maps/dir/Icononzo,+Tolima/4.2109222,-74.560827/@4.1953991,74.6097056,23796m/data=!3m1!1e3!4m9!4m8!1m5!1m1!1s0x8e3ee13d1c4f8849:0xf1dd48ba52c9d90e!2m2!1d-74.531723!2d4.17645!1m0!3e0?hl=es>) CC BY 2.0

- Dos técnicos eléctricos con certificación en Retie.
- Un líder técnico en redes de telecomunicaciones.

Se establece un costo de materiales para cable eléctrico, cable UTP, conectores, marquillas, tubería EMT y curvas, un rubro por el alquiler de vehículo 4X4 ya que la zona es de difícil acceso, un rubro por transporte de carga como un caballo o personal dedicado a esta labor ya que para llegar a la estación base se debe caminar 5 kilómetros por montaña, un rubro por viáticos correspondiente a la alimentación y bebidas, un rubro por hospedaje de dos noche y un rubro adicional de imprevistos que equivale al 10% del total de los gastos.

Tabla 3

Costo de instalación BTS.

INSTALACIÓN BTS		
Costos de 3 días de actividades para 3 empleados		
LOGISTICA	ISD	COSTO
Instalación BTS	251,93	980.000
Material	179,95	700.000
Alquiler carro	200,51	780.000
Transporte de carga	102,83	400.000
Viáticos	138,82	540.000
Hotel	185,09	720.000
Imprevistos	105,91	412.000
TOTAL, COP		4.532.000
TOTAL, USD		1.165

Nota. En la tabla 3, se establecen variables que pueden modificar los costos en la implementación en caso de un cambio de estación base o inconvenientes de acceso a la zona, 2021, Elaboración propia.

Tabla 4*Gastos adicionales de la instalación BTS.*

INSTALACIÓN BTS		
Gastos adicionales para 3 empleados		
LOGISTICA	ISD	COSTO
Avión	N/A	N/A
Reconocimiento del lugar	154,24	600.000
Día adicional	179,95	700.000
Envío de equipos	205,66	800.000
Seguro de mercancía	128,53	500.000
Alquiler de carro	74,55	290.000
Viáticos	138,82	540.000
Hotel	138,82	540.000
Persona de seguridad	154,24	600.000
Nomina	89,97	350.000

Nota. Se establecen variables que pueden afectar los costos de instalación, 2021, Elaboración propia.

5.5.3 Levantamiento de información de la estación base.

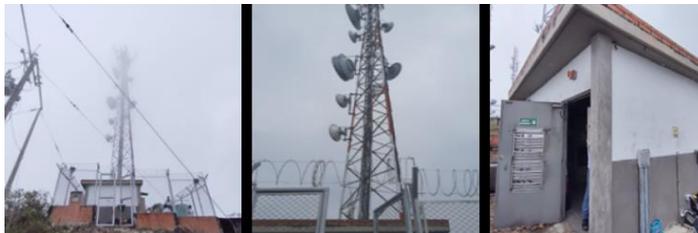
Tabla 5

Información estación base iconozco - general.

GENERAL	
Referencia NOC:	ID de Sitio:1525765
Fecha de Visita:	29/09/2021
Hora de Inicio:	10:10 a.m.
Hora de	17:00 p.m.
Finalización:	
Región del	Tolima
Sitio:	
Nombre del	Estación
Sitio:	Icononzo
Dirección del	N/A
sitio:	
Coordenadas	4.2109222, -
GPS:	74.560827
Tipo de Sitio:	En la puerta
Estado del	Ok
Sitio:	
Nombre del	Edwin
Técnico:	Alvarado
Comentarios:	El sitio está en cuadrícula

Fotografía 1.

Estación icononzo.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Tabla 6*Información de la fuente de poder.*

PODER	
Estado de la cuadrícula:	OK
Fecha de Visita:	29/09/2021
Fase:	3 fases

Tabla 7.*Información de la ATS.*

ATS	
Ubicación ATS:	El ATS está en el Refugio.
Disponibilidad de relés para encendido:	Si
Estado:	Funcional
Comentarios:	Inquilino(a) con el generador

Fotografía 2.

Fuente de poder.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Tabla 8

Información de acceso al sitio.

ACCESO AL SITIO	
Cerrar con llave:	Si
Tipo de clave:	Candado al BTS, con un Sistema que puede ser programado por aplicación móvil para acceder
Guardia:	No
Calidad de la carretera:	De difícil acceso, se llega caminando. Distancia de viaje desde la carretera más cercana, 5 kilómetros.
Nombre del Guardia:	N/A

Nombre del guardia	N/A
Número de teléfono:	
Consejos especiales de acceso al sitio:	Para ingresar al sitio debes contar con el permiso de Avantel a través de una aplicación que usa Bluetooth y abre la cerradura de la puerta principal.
Algún problema de acceso o de la comunidad:	Ninguno
Comentarios del acceso al sitio:	Ninguno

Fotografía 3.

Puerta de la BTS / Refugio de la puerta.



Nota. 2021, Elaboración propia.

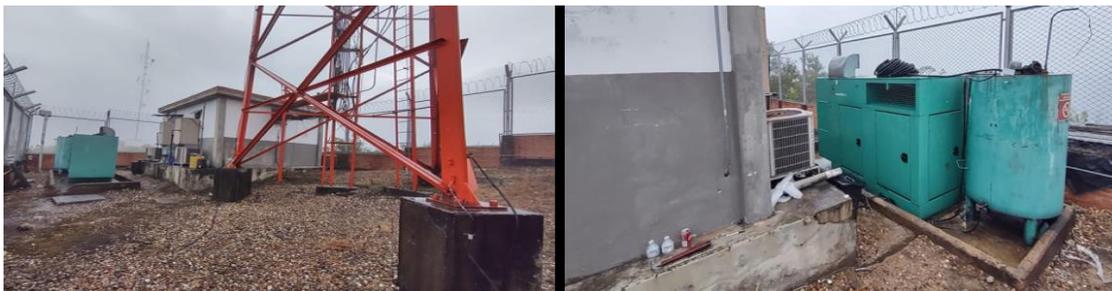
Tabla 9*Información de luz de la torre.*

LUCES DE LA TORRE	
Estado:	Ok, Trabajando
Fuente de	Conectada al rectificador 1
Alimentación:	(DC)
Cantidad de	2
bombillas:	

Fotografía 4.*Conexión de la torre al rectificado.**Nota. 2021, Elaboración propia.*

Tabla 10*Información del refugio.*

REFUGIO 1	
Estado del ventilador:	No trabajando
Fuente de energía del ventilador:	Si
Cable de comunicación del ventilador:	Si

Fotografía 5.*Fuera del refugio.**Nota. 2021, Elaboración propia.*

Fotografía 6.

Dentro del refugio.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Tabla 11

Información del generador.

GENERADOR 1	
Marca:	Onan quie Tside
	II
Modelo:	4B3.9-G2

Tabla 12*Información del panel de control.*

PANEL DE CONTROL	
Estado:	OK
¿Funciona la batería del generador?:	Yes
¿Hay un generador móvil en el sitio?:	No
Comentarios:	Inquilino con el generador

Fotografía 8.*Panel de control 1.**Nota. 2021, Elaboración propia.*

Fotografía 9.

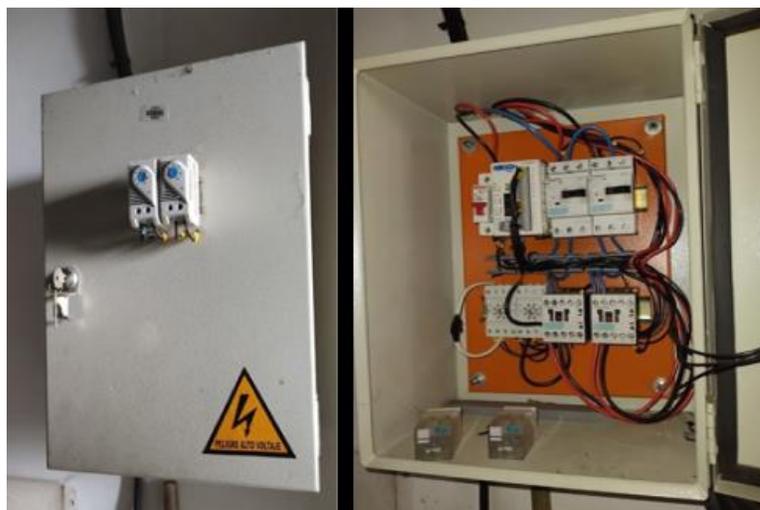
Panel de control 2.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 10.

Panel de control 3.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Tabla 13

Información del tanque de combustible.

TANQUE DE COMBUSTIBLE 1	
Forma:	Cilindro
Altura Externa del Tanque (cm):	152 cm
Longitud del Tanque (cm):	50 cm
Ancho del Tanque (cm):	50 cm
Altura Interna del Tanque (cm):	150
Calidad del Combustible:	Bueno
¿Hay lodo en el tanque (Verifique)?:	No
Nivel del lodo del fondo del tanque cm:	1 cm aprox
¿Está el DG conectado al tanque principal o al tanque base?:	Si
¿Es el tanque principal de diesel en uso?:	Si
Comentarios:	Deposito sellado, con un solo orificio en la parte superior. El combustible sale del fondo a la planta a través de una manguera

Fotografía 11.

Tanque de combustible 1.



Nota. 2021, Elaboración propia.

Tabla 14*Información del rectificador.*

RECTIFICADOR 1	
Ubicación del rectificador:	Inquilino con el refugio
Tenencia:	Abrigo
Marca:	Eltec Flacpack
Modelo:	Eltec 48b
Estado:	Trabajando
Disponibilidad de disyuntor de 5 o 6 amperios para la alimentación de la unidad en carga prioritaria:	Si
Sitio de respaldo de batería (Pregunte a ISM):	Si
Duración del respaldo de la bacteria del sitio (Horas):	90 minutos
Voltaje de salida del rectificador:	12 kW
¿Se puede instalar un medidor DC en el rectificador?:	Si, probable

Fotografía 12.

Rectificador.



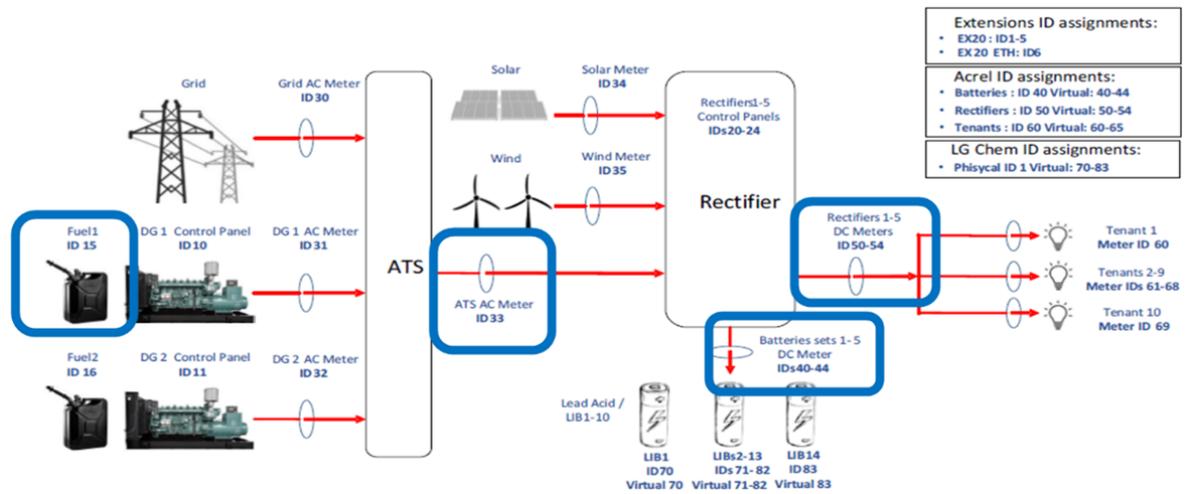
Nota. 2021, Elaboración propia.

5.5.4. Diagrama de Instalación

De acuerdo con la información obtenida en la visita realizada el 29 de septiembre a la estación base Icononzo, se define los dispositivos a instalar, en la figura 18. Se puede observar el diagrama de instalación.

Figura 17.

Diagrama de instalación.



Nota. Se establece instalación de dispositivos de acuerdo con la arquitectura de la estación base, 2021, Elaboración propia.

5.5.5 Componentes para instalar

Fotografía 13.

Elara.



Nota. Dispositivo central de conexión y transmisión de datos. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 14.

AC Meter.



Nota. Medidor de corriente alterna. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 15.

DC Meter.



Nota. Medidor de corriente continua. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 16.

Full Sensor.



Nota: Sensor a presión de combustible. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 17.

Connection box.



Nota. Caja de conexión y distribución de puntos. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 18.

Reley 220V.



Nota: Caja Relevos a 220 voltios. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 19.

Conector RS485.



Nota: Convertidos de puerto serial a puerto USB. 2021, Elaboración propia.

5.5.6. Instalación estación base Icononzo/Melgar

Este informe resume las actividades realizadas para el proyecto de control eficiente de energía eléctrica para una estación base, donde el objetivo y éxito de las instalaciones es mejorar la eficiencia, gestión y soporte de las estaciones base, por medio de un sistema de control y monitoreo remoto.

La instalación se realizó en la estación base de Icononzo/Melgar el 5 de octubre y tuvo una duración de tres (3) días. El tiempo de recorrido y llegada hacia la estación base, fue de 4 horas en

vehículo 4x4 y una caminata por la montaña de 90 minutos, durante la implementación se instalaron los dispositivos que se encuentran en la tabla 14.

Adicional en la siguiente URL pueden visualizar el proceso de instalación:

https://correounitecmy.sharepoint.com/:f/g/personal/67132567_unitec_edu_co/EuehA4Izg1ZAobUmesImoroBK0YIjGC29Xj87EJQApYy2w?e=ZdBEvy

Tabla 15

Elementos y cantidad de dispositivos a instalar.

CANTIDAD	ELEMENTOS	IMAGEN
1	Caja Galooli	
1	Dispositivo principal Elara	

2 Medidores de
Energía AC



2 Medidores de
Energía DC



1 Sensor de
Combustible



1 Relevé 12 V
(DG)



1 Breaker



Fotografía 20.*Instalación 1.*

Nota. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 21.*Instalación 2.*

Nota. 2021, Elaboración propia.

Fotografía 22.*Instalación 3.*

Nota. 2021, Elaboración propia.

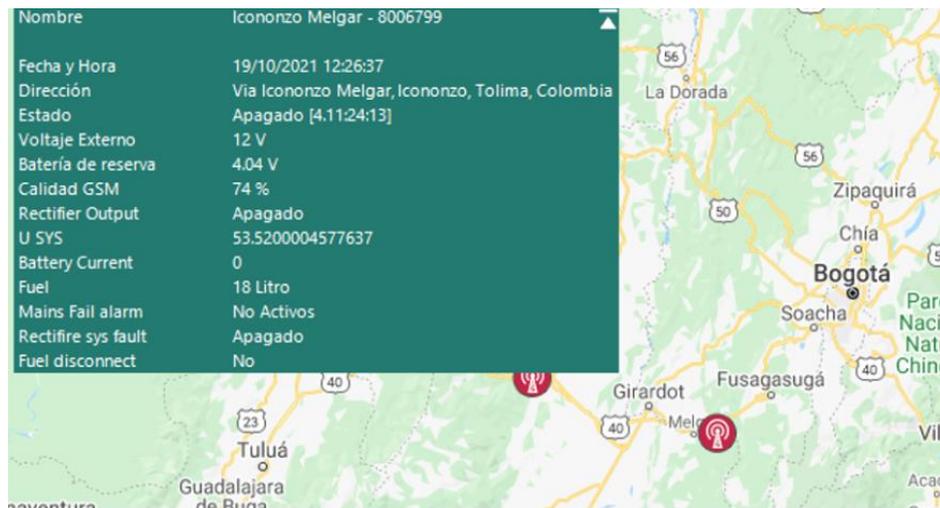
5.6. Resultados Finales.

5.6.1. Conexión al sistema ZON MAX.

Dispositivos con conexión estable al aplicativo ZON MAX en el cual podemos observar la ubicación de la estación base como se puede visualizar en la figura 19, si el sistema de energía comercial esta activo o esta inactivo, carga del banco de baterías del rectificador, calidad de conexión GSM y cantidad de combustible en el Generador.

Figura 19.

Zon Max.



Nota. Verificación conexión a dispositivo elara, 2021, Elaboración propia.

Figura 20.

Tablero de seguimiento en tiempo real.



Nota. Monitoreo, 2021, Elaboración propia.

5.6.2. Pruebas y verificación del servicio.

En los días transcurridos del mes de octubre se presentan eventos de desconexión en la energía comercial donde el generador tiene un funcionamiento total de 301 horas. Como se puede observar en la figura 20, en el evento presentado el generador tuvo un consumo de 569 litros de ACPM.

Figura 21.

Pruebas de generador y combustible.

Icononzo Melgar - 8006799

Salud Del Generador Y Com... Inicio: 01/10/2021 Fin: 18/10/2021 18 días

Salud del generador y combustible

Generadores más ineficientes

Nombre del sitio	KVA	Horas totales de generador	Período de horas del generador	Generador kWh	Combustible Usado (Litro)	Litro / Hora	Carga medi
Icononzo Melgar - 8006799		301	157.5	713	569	1.4	

Generadores más ineficientes

Nombre del sitio	KVA	Horas totales de generador
Icononzo Melgar - 8006799		301

Período de horas del generador	Generador kWh	Combustible Usado (Litro)	Litro / Hora
157.5	713	569	1.4

Icononzo Melgar - 8006799

Salud Del Generador Y Com... Inicio: 01/10/2021 Fin: 18/10/2021 18 días

summary report 1

Introduzca texto a buscar... Buscar Vaciar

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

Horas de Motor	DG1 combustible general[Litro]	DG2 Overall Fuel[Litro]	Combustible Operacional DG1[Litro]
21.61	84.42	0	84.42
23.78	85.13	0	85.13
23.66	85.59	0	85.59
23.85	85.59	0	85.59
24	85.59	0	85.59
24	85.44	0	85.44
16.62	57.21	0	57.21

Horas de Motor	DG1 combustible general[Litro]	DG2 Overall Fuel[Litro]	Combustible Operacional DG1[Litro]
21.61	84.42	0	84.42
23.78	85.13	0	85.13
23.66	85.59	0	85.59
23.85	85.59	0	85.59
24	85.59	0	85.59
24	85.44	0	85.44
16.62	57.21	0	57.21

Nota. Tabla de información, 2021, Elaboración propia.

- Generador activo del 05/10/2021 al 11/10/2021 funcionando las 24 horas.
- Consumo total de combustible durante el uso del generador fue de 1.4 Litro/hora
- Rectificador y banco de baterías con disponibilidad para soportar la carga de energía

de la estación base de 4 horas aproximadamente.

Tabla 16

Análisis de resultados.

Costo galón/ACPM \$8.652 año 2021
1,4 Litro/hora X 4 horas = 5,6 litros – Carga Baterías = 8 horas
5,6 litros = 1,47 Galones
1,47 galones X 2 = 2,94 Galones por funcionamiento las 24 horas
2,94 galones X 7 días/semana = 20,58 galones
20,58 galones X 8.652 = \$178.058
\$ 178.058 x 52 semanas = \$ 9.259.024 Ahorro OPEX (1 año ~ 52 semanas)

Nota. Evaluación de resultados frente al sistema de control de energía, 2021, Elaboración propia.

5.6.3. Operación Mantenimiento Estación Base.

En la Tabla 17, se especifica los gastos de operación de la estación base que serian al año un total de 6 mantenimientos.

Tabla 17

Gastos de Operación Mantenimiento Estación Base.

Numero de mantenimientos/año = 6	
ACTIVIDADES	GASTOS
Valor técnico/2 días	216.000
Viáticos	160.000
Hospedaje	80.000
Transporte	50.000
TOTAL	506.000

$$\$506.000 \times 6 \text{ mantenimientos/año} = \$3.036.000$$

$$\$3.036.000 + 10\% \text{ imprevistos} = \$3.339.600 \text{ Ahorro OPEX}$$

(1 año)

Nota. Se dimensionan gastos de actividades por el operador por cada mantenimiento realizando durante el año, 2021, Elaboración propia.

$$\$506.000 \times 6 \text{ mantenimientos/año} = \$3.036.000$$

$$\$3.036.000 + 10\% \text{ imprevistos} = \$3.339.600 \text{ Ahorro OPEX}$$

(1 año)

- Total, ahorro aproximado OPEX \$ 12.598.624 X estación base/año
- Total, estaciones base WOM Colombia 12600
- $12600 \times 12.598.624 = \$ 158.742.662.400/\text{cop} = \text{USD } 41,7 \text{ Millones}$
- Costos Instalación (\$ 4.532.000) X12600 = \$ 57.103.200.000 Cop = USD 15 Millones

Total, Ahorro USD 26,7 Millones

6. Conclusiones

- Se cumplen con los objetivos propuestos en el proyecto y se desarrolla en los tiempos estipulados.
- Se optimiza la actividad de las fuentes de energía y se maximiza la capacidad de monitorear y controlar de forma remota mediante la integración del sistema.
- Se proporcionan datos y se amplían los conocimientos que nos permiten llegar a decisiones y resultados basadas en evidencia.
- Con la solución comprobamos que podemos ayudar a los operadores móviles a cumplir con los KPI y metas, de acuerdo con las condiciones del mercado para aumentar las ganancias.
- Se demostró la mejora de los tiempos de operación y mantenimiento para la gestión de activos del operador WOM.

Referencias

Díaz, M. (Mayo 13 De 2019). ‘Además de ley TIC, es necesaria regulación y control de robos’: Tigo. *Portafolio*, <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/ademas-de-la-ley-tic-es-necesaria-regulacion-y-control-de-robos-tigo-529515>.

Doradus, S. (2 de junio de 2020). *Stella Doradus*. Obtenido de <https://www.stelladoradus.es/estaciones-base-los-elementos-fijos-de-las-redes-moviles/>

Galooli. (3 de septiembre de 2018). Obtenido de Cómo un proveedor de sitios de telecomunicaciones ahorra hasta \$ 2 millones al año: <https://galooli.com/how-a-telecom-site-provider-saves-up-to-2m-annually/>

Galooli. (16 de 2 de 2021). *Gestión inteligente del sitio*. Obtenido de [https://galooli.com/aot-solution/site-management/Galooli.\(2021\)](https://galooli.com/aot-solution/site-management/Galooli.(2021)).

SmartTelecommunication.Israel: Publicaciones Galooli.com.

Galooli, T. (3 de septiembre de 2018). *Cómo un proveedor de sitios de telecomunicaciones ahorra hasta \$ 2 millones al año*. Obtenido de <https://galooli.com/how-a-telecom-site-provider-saves-up-to-2m-annually/>

Galooli, T. (16 de abril de 2018). *Solución de Galooli: herramienta principal de KPI de la organización*. Obtenido de <https://galooli.com/galoolis-solution-organizations-primary-kpi-tool/>

Heraldo, P. E. (16 de Noviembre de 2018). *Detenidos por robo de antena de telefonía*, págs. <https://www.elheraldo.co/judicial/detenidos-por-robo-de-antena-de-telefonía-566718>.

Malchman, J. (2 de agosto de 2021). Obtenido de Introducción a la supervisión y gestión remotas: <https://galooli.com/remote-monitoring-and-management/>

Malchman, J. (2 de agosto de 2021). *Introducción a la supervisión y gestión remotas*. Obtenido de <https://galooli.com/remote-monitoring-and-management/>

Malchman, J. (24 de agosto de 2021). *Las 10 mejores soluciones de gestión y monitoreo remoto (RMM) de IoT industrial para 2021*. Obtenido de <https://galooli.com/top-10-iiot-rmm-solutions-for-2021/>

Milman, S. (3 de febrero de 2021). *Eficiencia energética y gestión de sitios remotos: tan fácil como IoT*. Obtenido de <https://galooli.com/energy-efficiency-and-remote-site-management/>

Molchadsky, N. (2021 de Marzo de 2021). Obtenido de Sus dolores - Nuestras soluciones : <https://galooli.com/elara/>

Newspaper, I. (6 de julio de 2019). *Galooli Nigeria, Pan African Towers, una sinergia para la solución*, págs. <https://independent.ng/galooli-nigeria-pan-african-towers-a-synergy-for-solution/>.

omnicomm. (20 de marzo de 2021). *Omnicomm Fuelling Your Business*. Obtenido de <https://www.omnicomm-world.com/es/case-studies/galooli-telecom/>

Pais, P. E. (6 de marzo de 2012). *Nueva modalidad de robo: las baterías de los repetidores de telefoníamóvil*,pág. https://elpais.com/ccaa/2012/03/06/madrid/1331041467_095871.html.

Pellejero, I. (05 de mayo de 2010). *Telecomunicaciones de Emergencia*. Obtenido de <https://emercomms.ipellejero.es/2009/08/06/bts-moviles-en-redes-de-telefonía-celular/>

Provincia, F. E. (2021). Obtenido de Federación Española de Municipios y Provincia:
<http://femp.femp.es/files/3580-664-fichero/G.32.pdf>

Provincia, F. E. (2021). Obtenido de Federación Española de Municipios y Provincia:
<http://femp.femp.es/files/3580-663-fichero/G.31.pdf>

Semana, R. (6 de 9 de 2021). *Pérdida de señal celular no era por cobertura: hurtaron las antenas de comunicación*, págs. <https://www.semana.com/nacion/articulo/perdida-de-senal-celular-no-era-por-cobertura-hurtaron-las-antenas-de-comunicacion/202108/>.

Telecom, S. S. (16 de diciembre de 2016). *Silex System & Telecom*. Obtenido de <https://silexst.com/estacion-base-de-telefonía-movil/>

Tiempo, E. (09 de abril de 2021). *Cae banda señalada de ser el terror de las antenas de telefonía móvil*, págs. <https://www.eltiempo.com/justicia/delitos/cae-banda-senalada-de-ser-el-terror-de-las-antenas-de-telefonía-movil-579754>.

Tiempo, P. e. (27 de febrero de 2018). *Delincuentes afectaron señal de celular en población de Santander*, págs. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/robo-en-antena-de-telefonía-movil-dejo-sin-servicio-a-pobladores-en-municipio-de-santander-187618>.

Weissman, M. (21 de abril de 2021). *Mantenimiento del generador: inteligente y simple*. Obtenido de <https://galooli.com/generator-maintenance/>

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Propuesta para el control eficiente de energía eléctrica para una estación base de telecomunicaciones**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

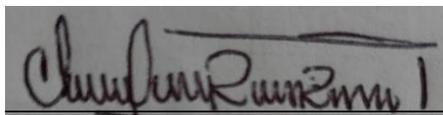
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

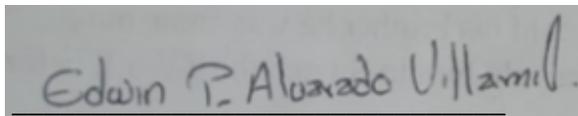
Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



Nombre Claudia Liliana Ramírez Zorro
CC. 1020792159

Firma



Nombre Edwin Pastor Alvarado Villamil
CC. 80759702

Firma



Nombre Laura Carvajal Pinto
CC. 1098645384