

REHABILITACIÓN DE RECONECTADORES DE MEDIA TENSIÓN EN SUBESTACIÓN LA PEDRERA: ADAPTACIÓN DE SISTEMAS COOPER-ROCKWILL PARA LA CONFIABILIDAD DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

REHABILITATION OF MEDIUM-VOLTAGE RECLOSES AT LA PEDRERA SUBSTATION: ADAPTATION OF COOPER-ROCKWILL SYSTEMS TO IMPROVE POWER SUPPLY RELIABILITY

Ali Vivas Bonilla ¹ 

Fernando Lizcano Sánchez ² 

¹Universidad Nacional Experimental del Táchira - Venezuela

²Universidad Tecnológica del Perú (UTP) - Perú

Correspondencia:

Vivas Bonilla Ali Ernesto

ali.vivas@unet.edu.ve

Como citar este artículo: Vivas, A., & Lizcano, F. (2026). Rehabilitación de reconectadores de media tensión en subestación La Pedrera: Adaptación de sistemas Cooper-Rockwill para la confiabilidad del suministro eléctrico. *Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi*, 5(1), 16 – 27. DOI: 10.57107/hyw.v5i1.103

RESUMEN

La subestación La Pedrera, vital para el suministro eléctrico en Guaimaral y Abejales; estado Táchira, Venezuela, enfrentaba un riesgo de falla catastrófica debido al avanzado deterioro físico y fallas electrónicas (IGBT) en sus reconectadores de media tensión 13.8 kV. Este trabajo presenta la metodología, ejecución, y resultados de un proyecto de rehabilitación enfocado en la adaptación técnica de tanques de reconectadores marca Cooper (con aislamiento superior a las cajas de control Rockwill existentes. Mediante un enfoque de investigación aplicada, se diseñó e implementó una interfaz de control que resolvió la incompatibilidad lógica entre ambos sistemas. Los resultados demuestran la viabilidad técnica y económica de la solución, validada a través de pruebas exhaustivas en vacío, bajo carga y monitoreo post-intervención. La adaptación no solo generó un ahorro significativo de costos y tiempo de ejecución, sino que también eliminó los incidentes de mal funcionamiento, mejorando de manera comprobable la confiabilidad y disponibilidad del suministro eléctrico en las comunidades afectadas.

Palabras clave: Reconectadores, media tensión, Rockwill, Cooper, IGBT, subestación.

ABSTRACT

The La Pedrera substation, vital for the electrical supply in Guaimaral and Abejales, Táchira state, Venezuela, was facing a risk of catastrophic failure due to advanced physical deterioration and electronic failures (IGBT) in its 13.8 kV medium-voltage reclosers. This study presents the methodology, implementation, and results of a rehabilitation project focused on the technical adaptation of Cooper recloser tanks—whose insulation ratings exceeded those of the existing Rockwill control cabinets. Through an applied research approach, a customized control interface was designed and deployed to overcome the logical incompatibility between both systems. The results demonstrate the technical and economic feasibility of the solution, validated through comprehensive no-load testing, under-load



verification, and post-intervention monitoring. The adaptation not only yielded significant savings in cost and execution time but also eliminated malfunction incidents, resulting in measurable improvements in the reliability and availability of the electrical supply for the affected communities.

Keywords: Reclosers, medium voltage, Rockwill, Cooper, IGBT, substation.

INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de la continuidad y calidad del servicio eléctrico es fundamental para el desarrollo socioeconómico. En el ámbito de las redes de distribución, los reconnectadores de media tensión son dispositivos de protección esenciales, con la función crítica de discernir entre fallas temporales y permanentes. Se ha observado que hasta el 90 % de todas las fallas en sistemas de distribución aérea son de naturaleza temporal (Bancayán & Albán, 2024), lo que subraya la importancia de los reconnectadores en la restauración rápida del servicio. El restaurador es un dispositivo electromecánico habilitado para sensibilizar e interrumpir sobrecorrientes en un circuito, efectuando recierres automáticos para reenergizar la línea. Esta secuencia de operación de disparo-recierre se repite, dependiendo del ajuste, hasta tres veces antes de la apertura y bloqueo final, garantizando que solo las fallas permanentes sean aisladas (Bancayán & Albán, 2024).

No obstante, la importancia de estos equipos, un diagnóstico preliminar de los reconnectadores en las líneas Guaimaral y Abejales de la Subestación La Pedrera; estado Táchira, Venezuela, reveló una situación crítica: deterioro físico considerable en los tanques Rockwill (evidenciado por corrosión y fugas), y fallas específicas en las tarjetas electrónicas de control (IGBT en cortocircuito). Esta condición comprometía la capacidad de aislamiento y respuesta de los equipos, exponiendo al transformador principal a sobrecargas y cortocircuitos con potencial de falla catastrófica, e incrementando la frecuencia de interrupciones, afectando a aproximadamente 25,000 habitantes y empresas locales.

Ante la urgente necesidad de intervención, se optó

por la rehabilitación mediante la adaptación técnica en lugar de la costosa y prolongada sustitución total. Esta decisión se fundamentó en la disponibilidad de tanques Cooper en buen estado y la reutilización de las cajas de control Rockwill existentes, logrando una optimización de recursos y tiempo. El desafío principal de la intervención fue superar la incompatibilidad en la lógica de control entre el tanque Cooper (con tarjeta de accionamiento interna) y la caja de control Rockwill (con su propio protocolo).

La solución propuesta se inserta dentro de la tendencia de automatización inteligente, ya que la integración de sistemas de control avanzado es crucial en proyectos de rehabilitación modernos. En este contexto, la capacidad de programar el automatismo en los reconnectadores permite realizar transferencias de carga automáticas y gestionar escenarios complejos como la subtensión o las fallas por sobrecorriente. La herramienta Software SGA, un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de código abierto basado en la norma IEC 61499 (International Electrotechnical Commission, 2000), facilita el uso de Bloques de Función (FB) para crear sistemas distribuidos donde equipos como los reconnectadores pueden comunicarse. Este tipo de implementaciones garantiza el rápido y eficiente restablecimiento del servicio de energía, fundamental para mejorar los indicadores de calidad (Gómez & Solarte, 2023).

De este modo, el objetivo general de este estudio fue rehabilitar los reconnectadores de media tensión en Subestación La Pedrera para mejorar el suministro en Guaimaral y Abejales, mediante el desarrollo y validación de una solución técnica de adaptación

que asegurara el funcionamiento coordinado de los componentes Rockwill y Cooper.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en una metodología secuencial y sistemática con un enfoque cuantitativo, característico de la investigación exploratoria y aplicada en ingeniería. El proceso se estructuró en cuatro fases principales: Investigación y Planificación, Ejecución, Pruebas y Puesta en Marcha, y Monitoreo y Evaluación.

Diagnóstico del Estado Inicial (Fase 1)

La evaluación exhaustiva de los reconnectadores Rockwill incluyó:

- Inspección visual y mecánica: Se documentaron visualmente la corrosión y el deterioro. Las pruebas mecánicas revelaron un bloqueo total

en el mecanismo de operación, confirmado por la ausencia de movimiento incluso al aplicar pulsos de 170 VDC a las bobinas, indicando un daño mecánico significativo.

- Pruebas eléctricas al aislamiento: Las mediciones con Megger al tanque Rockwill arrojaron valores de resistencia de aislamiento en el orden de los megaohmios entre Entrada y Chasis como se muestra en la Tabla 1. Este procedimiento, fundamental para evaluar la integridad del aislamiento dieléctrico y la afectación por el campo eléctrico en equipos de media tensión, fue clave en el estudio de transformadores (Canchanya, 2010). Los valores obtenidos se determinaron como significativamente inferiores al límite aceptable de 10 GΩ (gigaohmios), lo cual justificó la exclusión inmediata de estos tanques.

TABLA 1

Prueba de aislamientos del tanque del reconnectador Rockwill

Prueba	Carga R	Carga S	Carga T
Entrada-Salida	5.3 MΩ	0.9 GΩ	1.3 MΩ
Entrada-Chasis	0.98 MΩ	3.8 MΩ	2.7 MΩ
Salida-Chasis	0.53 MΩ	0.88 MΩ	0.21 MΩ

- Fallas Electrónicas: Pruebas funcionales en el control Rockwill de Guaimaral detectaron un cortocircuito en los IGBT de la tarjeta electrónica, lo que impedía la correcta respuesta a las órdenes de apertura/cierre.

Definición de la Solución Técnica

La justificación económica y la disponibilidad de componentes llevaron a seleccionar la adaptación de tanques Cooper procedentes de otra subestación. Una prueba de aislamiento previa confirmó la integridad dieléctrica de los tanques Cooper, con valores que son adecuados y se visualizan en la Tabla 2.

TABLA 2

Prueba de aislamientos del tanque del reconnectador Cooper

Prueba	Carga R	Carga S	Carga T
Entrada-Salida	15 GΩ	23 GΩ	18 GΩ
Entrada-Chasis	33 GΩ	25 GΩ	54 GΩ
Salida-Chasis	28 GΩ	28 GΩ	43 GΩ

Ejecución de la Adaptación (Fase 2)

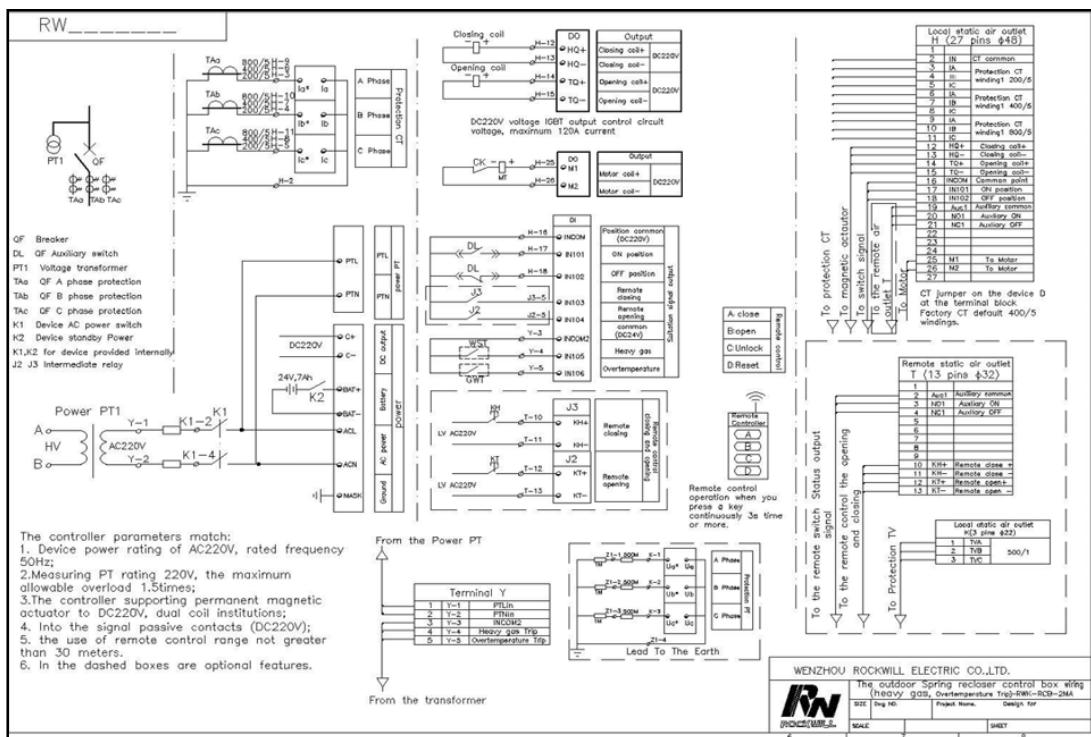
La ejecución se centró en la creación de una interfaz robusta debido a la diferencia de diseño; el tanque Cooper posee su propia tarjeta electrónica de accionamiento interna; mientras que, el Rockwill utiliza una lógica cableada externa.

El proceso de adaptación de los tanques Cooper a los sistemas de control Rockwell se desarrolló como un proyecto integral que abarcó varias etapas críticas, comenzando con un análisis comparativo

exhaustivo de los diagramas de conexión de ambos sistemas. Este análisis no se limitó a un simple cotejo superficial, sino que implicó una revisión técnica profunda que permitió identificar las diferencias específicas en las señales de entrada y salida entre los tanques Cooper y los sistemas Rockwell. En la Figura 1 se observa el diagrama de conexiones eléctricas del tanque de la marca Rockwell, el cual ya no se iba a utilizar; sin embargo, se necesitaba comprender las salidas hacia la caja de control Rockwell existente (Rockwell Electric Group, s.f.).

FIGURA 1

Conexiones eléctricas del tanque de la marca Rockwill



Nota: Adaptado de Rockwill Electric Group (s.f.)

Se prestó especial atención a la lógica de control que rige cada sistema, ya que esta lógica determina cómo se procesan las señales y cómo se ejecutan las órdenes. Con los resultados del análisis en

mano, el siguiente paso fue el diseño del esquema de adaptación necesario para integrar los tanques Cooper, que tenían un sistema muy distinto, como se puede observar en la Figura 2.

FIGURA 2

Conexiones eléctricas del tanque de la marca Cooper

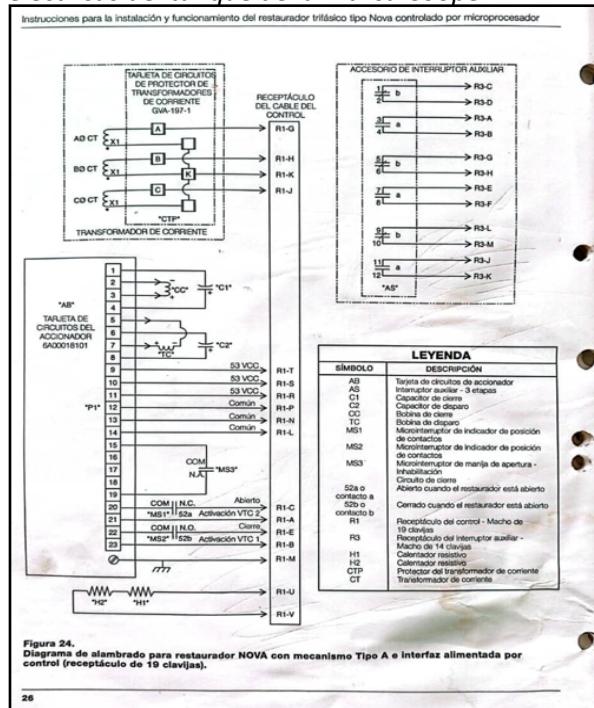
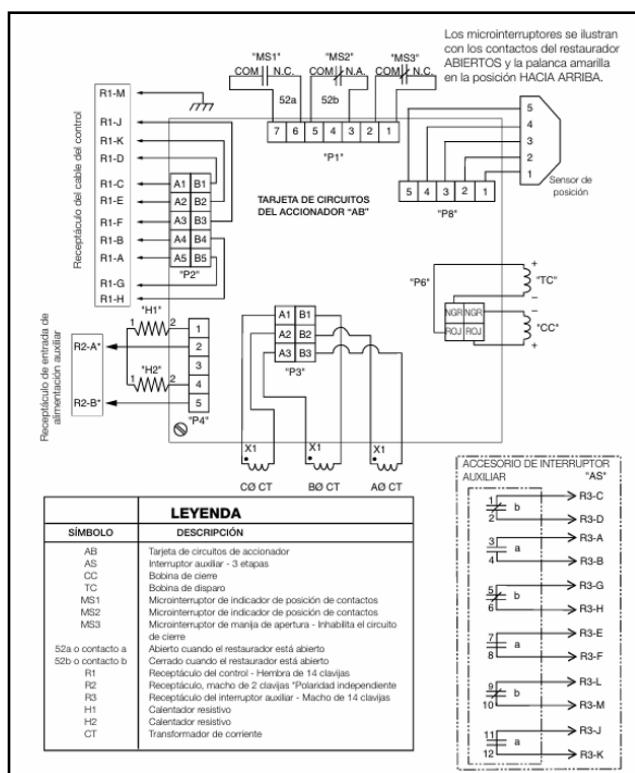


FIGURA 3

Entradas y salidas de la tarjeta electrónica dentro del tanque Cooper



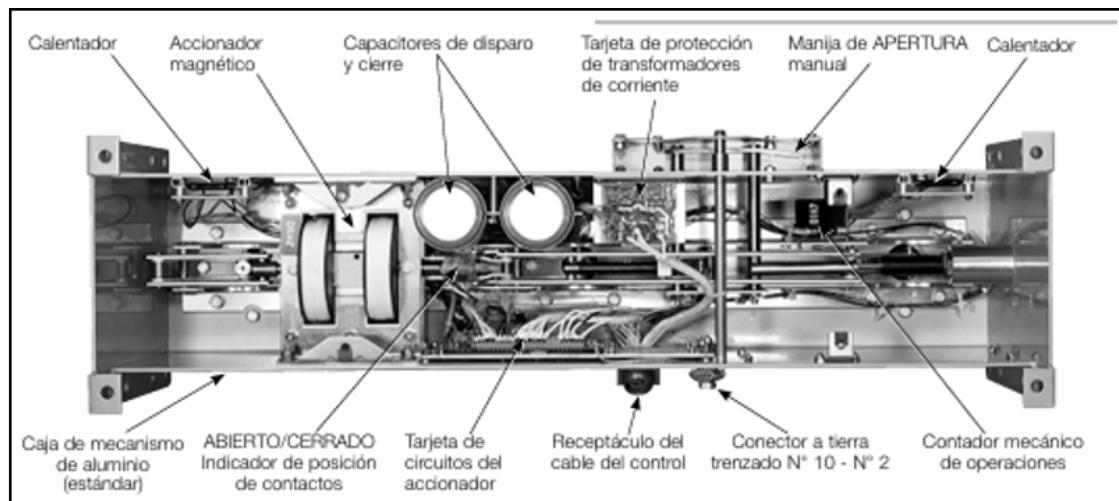
Nota: adaptado de Cooper Power Systems, (2012).

El esquema resultante contempló la disposición óptima de los componentes y la secuencia lógica necesaria para garantizar una comunicación eficiente. Una vez completado el diseño, se procedió a realizar modificaciones fundamentales en el cableado de los tanques Cooper, tomando en cuenta que dentro del tanque Cooper estaba la

tarjeta electrónica de accionamiento y apertura del reconnectador, según se detalla en las Figuras 3 y 4 (Cooper Power Systems, 2012). Esta etapa implicó la implementación de interfaces personalizadas para traducir las señales de salida de la caja de control Rockwill a las entradas requeridas por el mecanismo Cooper.

FIGURA 4

Estructura interna del tanque Cooper



Nota: adaptado de Cooper Power Systems, (2012).

La validación rigurosa del sistema integrado fue un paso crítico para garantizar la confiabilidad operativa del reconnectador adaptado. El proceso se centró en la verificación del funcionamiento coordinado entre el mecanismo Cooper rehabilitado y la caja de control Rockwill, siguiendo una secuencia metodológica precisa.

Montaje y Conexión en Subestación

Una vez que el tanque Cooper fue adaptado con la nueva interfaz de control, se procedió a su montaje físico en la Subestación La Pedrera. Este procedimiento se ejecutó siguiendo las especificaciones técnicas para el montaje de reconnectadores en líneas de 13.8 kV conforme a las directrices establecidas en la Norma Técnica LA503 (Enel Colombia, 2024).

El objetivo de esta etapa fue validar la fijación mecánica y la compatibilidad física del tanque adaptado con la estructura existente, cumpliendo con los estándares de seguridad y separación requeridos. La Figura 5 muestra el montaje del tanque Cooper gobernado por la caja de control Rockwill, evidenciando la integración exitosa de componentes de distintos fabricantes en la estructura existente. Un punto crucial de esta etapa, alineado con la normativa, fue asegurar que todos los terminales a tierra (incluyendo el reconnectador y el tablero de control) fueran conectados y aterrizados a un mismo punto, buscando un valor de puesta a tierra inferior a 20 Ω (Enel Colombia, 2024).

FIGURA 5*Montaje final del reconnectador Cooper adaptado al control Rockwill*

Ajustes Finales e Interconexión Eléctrica

Posterior al montaje, se llevaron a cabo los ajustes dimensionales y eléctricos finales para la instalación. Estos ajustes fueron necesarios para asegurar la correcta alineación de los aisladores y el funcionamiento preciso de los sensores y actuadores dentro del nuevo ensamblaje. La necesidad de perfeccionar el proceso de instalación es crucial en cualquier nivel de tensión, desde 13.2 kV hasta 44 kV, para garantizar el correcto

funcionamiento de los equipos de protección y la confiabilidad del sistema (Mendoza, 2022). En la Figura 6 se muestran los ajustes finales al tanque Cooper para su instalación.

FIGURA 6*Ajustes finales del reconnectador Cooper adaptado*

A continuación, se ejecutó la interconexión eléctrica definitiva, centrándose en la interfaz de control desarrollada. La Figura 7 evidencia la interconexión del tanque Cooper con la caja de control Rockwill, confirmando la finalización del esquema de

adaptación. Durante este proceso, se verificó la correcta asignación de señales de estatus (abierto/cerrado), comando (disparo/cierre) y monitoreo, que traducen la lógica de la caja Rockwill a las entradas requeridas por el mecanismo Cooper.

FIGURA7*Finalización del Esquema de Adaptación Eléctrica*

Durante este proceso, se verificó rigurosamente la correcta asignación de señales de estatus (abierto/cerrado), comando (disparo/cierre) y monitoreo. Esta verificación fue esencial para garantizar que el nuevo arreglo cumpla con la premisa de que toda subestación debe poseer un medio de protección y desconexión que garantice la confiabilidad del sistema (Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET, 2000).

El proceso de adaptación de la lógica de la caja Rockwill al mecanismo Cooper se diseñó para asegurar una rápida respuesta operativa. Esto es vital porque, ante una eventualidad, toda falla interna en una subestación se deberá eliminar lo más rápidamente posible, para dejar fuera de servicio un mínimo de elementos, lo cual depende directamente de que los dispositivos de interrupción sean de la capacidad interruptora adecuada (SIGET, 2000).

Finalmente, en cuanto al aspecto de la seguridad y el monitoreo, se confirmó la conexión a tierra en los circuitos secundarios de control. La normativa exige que los circuitos secundarios de transformadores para instrumento (TC/TP) deberán estar conectados efectiva y permanentemente a tierra en algún punto del circuito (SIGET, 2000). Esto es un requisito de seguridad que ayuda a proveer un circuito de muy baja resistencia para la circulación de las corrientes a tierra, mitigando el riesgo de que se produzcan diferencias de potencial peligrosas para el personal, tal como se establece en los objetivos del sistema de tierras (SIGET, 2000).

Pruebas y Puesta en Servicio del Sistema Adaptado

Con el equipo montado e interconectado, se inició la fase de pruebas y ajustes lógicos. Primero, se procedió a la parametrización de la caja de control Rockwill. Este proceso incluyó el ajuste de los parámetros operativos y de protección fundamentales, destacando la configuración de la curva tiempo-corriente, la cual es esencial

para asegurar la selectividad de las protecciones en la red. Este paso fue ejecutado como un requisito previo indispensable antes de cualquier intento de energización del equipo, un enfoque que refleja las mejores prácticas en la industria, donde la puesta en servicio de equipos como el *Intellirupter* se realiza previa coordinación de protecciones con base en los parámetros de falla y la parametrización de las diferentes señales (Quito & Reyes, 2023). La precisión en esta etapa es vital, ya que los dispositivos de interrupción deben ser de la capacidad interruptora adecuada y deben ser coordinados para que toda falla interna se deberá eliminar lo más rápidamente posible (SIGET, 2000). Seguidamente, se realizaron las pruebas en vacío. Estas consistieron en ejecutar múltiples ciclos de operación del reconnectador adaptado para medir con precisión los tiempos de respuesta del mecanismo. El objetivo principal de estas pruebas fue garantizar la repetibilidad mecánica y verificar la correcta lógica de apertura y cierre del equipo, un medio de protección y desconexión que debe garantizar la confiabilidad del sistema (SIGET, 2000, Art. 47.6), todo esto sin la presencia de corriente de línea.

Una vez verificada la funcionalidad básica, se pasó a las pruebas bajo carga simulada. Estas se efectuaron mediante la utilización de un inyector de corriente, lo que permitió evaluar la capacidad de interrupción del reconnectador en condiciones de falla controladas. Este ensayo fue crucial para verificar que los relés de protección actuaran de acuerdo con los parámetros previamente ajustados y mantuvieran la selectividad requerida dentro del esquema de protección del alimentador. Tras la culminación de todas las pruebas, se realizaron los ajustes finos finales en el *software* y la lógica de la caja de control Rockwill, con el propósito de optimizar el rendimiento y la respuesta del sistema integrado.

Finalmente, una vez validado el correcto

funcionamiento del sistema adaptado y confirmada su confiabilidad operativa a través de todas las fases de prueba, se procedió a la puesta en marcha mediante la energización de la alimentación hacia las zonas de servicio (Guaimaral y Abejales). La implementación de un dispositivo de protección eficiente como este es un elemento clave del diseño que debe considerar que para efectos de mantenimiento... existe un dispositivo de respaldo con las características técnicas adecuadas, que permita mantener la continuidad del servicio (SIGET, 2000). Con la puesta en marcha de estos equipos de automatización, se espera disminuir los tiempos de interrupción del suministro eléctrico y mejorar los índices de confiabilidad (Quito & Reyes, 2023), resultados que se medirán a largo plazo mediante el análisis de indicadores de calidad de servicio como el FMIK y TTIK.

RESULTADOS

Resultados del Diagnóstico

Los resultados de las pruebas iniciales fueron concluyentes. La comparación de la Resistencia de Aislamiento demostró que los valores del tanque Rockwill se encontraban por debajo del umbral operativo, confirmando el fallo dieléctrico. Por otro lado, la medición confirmó la integridad dieléctrica del tanque Cooper, justificando su selección para la adaptación.

En el aspecto electrónico, la intervención en la caja de control Rockwill, específicamente la sustitución de la etapa de IGBT en cortocircuito, resultó en la restauración exitosa de la señal de mando.

Monitoreo Operacional

El monitoreo posterior a la puesta en marcha registró los siguientes datos de impacto directo en la operación y calidad del servicio:

- Ahorro de costos: Se logró un ahorro de costos del 78 % en comparación con la opción de sustitución total de ambos tanques y sus cajas de control.

- Tiempo de ejecución: La adaptación permitió una ejecución acelerada, reduciendo el tiempo total de indisponibilidad del servicio en un 40 %.
- Confiabilidad y continuidad: Las zonas beneficiadas (Guaimaral y Abejales) mostraron una reducción del 20% en los cortes de suministro eléctrico no programados durante los primeros seis meses de operación.
- Operación estabilizada: Ambos reconnectadores han funcionado satisfactoriamente desde su puesta en servicio. No se registraron incidentes de mal funcionamiento ni fallas no deseadas.

DISCUSIÓN

La rehabilitación de los reconnectadores en la subestación La Pedrera muestra que una estrategia de gestión de activos basada en diagnóstico puede ser más eficiente que el reemplazo total del equipo. En este caso, las mediciones de aislamiento y las pruebas funcionales permitieron identificar fallas críticas (degradación dieléctrica y cortocircuito en IGBT), priorizando una intervención puntual y verificable; este enfoque coincide con lo recomendado en revisiones recientes sobre evaluación de condición en activos de media tensión, donde se enfatiza la combinación de inspección, pruebas eléctricas y evidencia operativa para decidir acciones de mantenimiento o repotenciación (Gómez Mesino et al., 2023). Además, la reparación de la etapa de potencia es consistente con lo reportado para módulos IGBT, considerados componentes sensibles y frecuentes en fallas electrónicas bajo condiciones exigentes (Abuelnaga et al., 2021).

El reto principal fue la compatibilidad lógica entre equipos de distintos fabricantes. La validación de la interfaz mediante pruebas en vacío, bajo carga y monitoreo post-puesta en servicio es coherente con la literatura sobre entornos multi-vendor, donde se advierte que la interoperabilidad depende de interpretaciones y parametrizaciones que deben comprobarse con metodología de pruebas y criterios claros (Ayello & Lopes, 2023).

Finalmente, los indicadores del proyecto (ahorro del 78%, reducción del 40% en indisponibilidad durante la intervención y disminución del 20% de cortes no programados) se alinean con hallazgos en redes de distribución donde los reconnectadores y su coordinación aportan mejoras medibles en continuidad del servicio, especialmente frente a eventos temporales y permanentes (Azarhazin et al., 2023). En conjunto, los resultados respaldan la viabilidad técnica y económica de adaptar tanques Cooper a control Rockwill como alternativa para extender vida útil y mejorar la confiabilidad del suministro.

CONCLUSIONES

La intervención demostró la viabilidad técnica y económica de rehabilitar equipos obsoletos mediante la adaptación de tanques de diferentes fabricantes, logrando la integración exitosa de los tanques Cooper a las cajas de control Rockwill.

El diagnóstico exhaustivo, que identificó fallas críticas de aislamiento y fallas electrónicas (IGBT), fue crucial para justificar la intervención y validar la necesidad de la adaptación.

Los reconnectadores rehabilitados han funcionado satisfactoriamente desde su puesta en servicio, lo que confirma la efectividad del plan de trabajo y de la interfaz de control diseñada, mejorando directamente la calidad del servicio eléctrico.

El proyecto logró una reducción significativa en los costos y el tiempo de ejecución, al reutilizar activos, y contribuyó a la mejora de la confiabilidad y la seguridad operativa del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuelnaga, A., Nariman, M., & Bahman, A. S. (2021). A review on IGBT module failure modes

and lifetime testing. *IEEE Access*, 9, 9643–9663. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3049738>

Ayello, M., & Lopes, Y. (2023). Interoperability based on IEC 61850 standard: Systematic literature review, certification method proposal, and case study. *Electric Power Systems Research*, 220, 109355. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2023.109355>

Azarhazin, S., Farzin, H., & Mashhour, E. (2023). An MILP model for reliability-based placement of recloser, sectionalizer, and disconnect switch considering device relocation. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 35, 101127. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101127>

Bancayán, F., & Albán, J. (2024). *Desarrollo de un algoritmo basado en redes neuronales para la selección de ajustes automatizado de reconnectadores de media tensión* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/6984>.

Canchanya, J. (2010). *Análisis de la repercusión del campo eléctrico en las pruebas de aislamiento a transformadores de corriente* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3580>.

Cooper Power Systems. (2012). *Restauradores (reconnectadores): Tipos NOVA 15, NOVA 27 y NOVA 38; trifásicos controlados por microprocesador: Instrucciones de instalación y funcionamiento (Boletín de servicio S280-42-1S)* [Folleto técnico]. <https://studylib.net/doc/25241790/s280421s>

Drozdov, A., Zoitl, A., Dubinin, V., & Vyatkin, V. (2021). Formal model of IEC 61499-based industrial automation systems. *IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society*, 2, 40–53. <https://doi.org/10.1109/OJIES.2021.9500002>

doi.org/10.1109/OJIES.2021.3056400

document/522942480/Controller-RWK.

Enel Colombia. (2024). *LA503 Línea 13,2–11,4 kV: Montaje de reconnectador con transformador de potencial (Norma técnica LA503, rev. 3)*. Likinormas. <https://likinormas.enelcol.com.co/node/299/pdf>.

Gómez, E., Caicedo, J., Mamaní, M., Romero Quete, D., Cerón, A., García, D., Aponte, G., Caicedo, J., Moreno, W., Jay, E., & Romero, A. (2023). Condition assessment of medium voltage assets: A review. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 8(5), 35–54. <https://doi.org/10.25046/aj080505>

Gómez, E., & Solarte, J. (2023). Automatización inteligente mediante reconnectadores en redes de distribución. *Ingeniería y Competitividad*, 25(Suplemento). <https://doi.org/10.25100/iyc.v25iSuplemento.13167>.

International Electrotechnical Commission. (2000). *Function blocks for industrial-process measurement and control systems – Part 1: Architecture (IEC PAS 61499-1:2000)*. IEC. <https://webstore.iec.ch/en/publication/20597>.

Mendoza, F. (2022). *Validación de la guía técnica para la instalación de reconnectadores en 44 kV*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/28964>.

Quito, B., & Reyes, D. (2023). *Parametrización y puesta en servicio de un Intellirupter instalado en la red de medio voltaje de un alimentador primario de distribución* [Tesis de Licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26170>.

Rockwill Electric Group. (s. f.). *RWK series automatic recloser controller manual (6 kV...40,5 kV)* [Manual técnico]. <https://www.scribd.com/>

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. (SIGET). (2000). *Normas técnicas de diseño, seguridad y operación de las instalaciones de distribución eléctrica (Acuerdo n.º 29-E-2000)*. <https://www.siget.gob.sv/gerencias/electricidad/normativas-de-electricidad/infraestructura-para-la-distribucion-electrica/>.