



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
Sistema de monitoreo y reportería para los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE mediante Power Monitoring Expert PME Schneider
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción
Autor/a:
Imbaquingo Velasco Diego Orlando
Tutor/a:
Albarracín Guarochico Wilmer Fabián

Quito – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, ALBARRACÍN GUAROCHICO WILMER FABIÁN con C.I: 1713341152 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: **Sistema de monitoreo y reportería para los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE mediante Power Monitoring Expert PME Schneider.**

Elaborado por: IMBAQUINGO VELASCO DIEGO ORLANDO, de C.I: 1002856860, estudiante de la Maestría mención: Electrónica y Automatización de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 28 de marzo de 2024

Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, IMBAQUINGO VELASCO DIEGO ORLANDO con C.I: 1002856860, autor/a del proyecto de titulación denominado: **Sistema de monitoreo y reportería para los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE mediante Power Monitoring Expert PME Schneider**. Previo a la obtención del título de Magister, mención **Electrónica y Automatización**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 28 de marzo de 2024

Firma

Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	3
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema	1
Problema de investigación	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	3
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.1 Contextualización general del estado del arte	5
1.2 Proceso investigativo metodológico	6
CAPÍTULO II: PROPUESTA	8
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	8
2.1.1 Introducción	8
2.1.2 Descripción de los reconectores en la red de distribución.	8
2.1.3 Reconectores	8
2.1.4 Software de gestión WSOS	10
2.1.5 Software Power Monitoring Expert PME	11
2.1.6 Protocolo de comunicación Modbus	16
2.2 Descripción de la propuesta	17
a. Estructura general	17
b. Explicación del aporte	36
c. Estrategias y/o técnicas	37
2.3 Validación de la propuesta	37
2.4 Matriz de articulación de la propuesta	41
2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1 Direccionamiento IP de los reconectores	20
Tabla 2 Estados del interruptor del reconector	29
Tabla 3 Aplicaciones del cliente Web.....	31
Tabla 4 Descripción del perfil de validadores.....	37
Tabla 5 Criterios de valoración	38
Tabla 6 Perfil de validador 1.....	38
Tabla 7 Escala de evaluación del validador 1	38
Tabla 8 Perfil del validador 2.....	39
Tabla 9 Escala de evaluación del validador 2	39
Tabla 10 Perfil del validador 3.....	39
Tabla 11 Escala de evaluación del validador 3	40
Tabla 12 Matriz de articulación.....	41

Índice de figuras

Figura 1 Partes constitutivas de un reconectador.....	9
Figura 2 Arquitectura Standalone de PME	12
Figura 3 Interfaz del Cliente Web de PME.....	13
Figura 4 Herramienta Management Console	14
Figura 5 Interfaz de la herramienta Vista.....	15
Figura 6 Interfaz de la herramienta Web Application	16
Figura 7 Modelo de Modbus RTU y Modbus TCP/IP	16
Figura 8 Proceso de adquisición y visualización del sistema de monitoreo.	17
Figura 9 Diagrama de reconectores Subestación El Ángel	18
Figura 10 Configuración de función NAT de reconector Subestación El Ángel.....	19
Figura 11 Prueba de conectividad al reconector E1R1 de la Subestación El Ángel	19
Figura 12 Configuración de reconectores en sitio.	22
Figura 13 Parametrización de protocolo Modbus TCP/IP.	22
Figura 14 Configuración de mapa de puntos Modbus	23
Figura 15 Creación de un nuevo tipo de dispositivo Modbus	24
Figura 16 Configuración de un sitio de enlace Ethernet.....	25
Figura 17 Configuración de dispositivo serie.....	26
Figura 18 Resumen de reconectores integrados en PME.....	27
Figura 19 Diagrama del reconector SE El Ángel.....	28
Figura 20 Plantilla de señales del reconector.....	29
Figura 21 Navegadores de escritorio	30
Figura 22 Acceso de Power Monitoring Expert PME.....	31
Figura 23 Aplicaciones del cliente Web.....	31
Figura 24 Diagrama 1 de reconectores	32
Figura 25 Diagrama 2 de reconectores	33
Figura 26 Tendencias de reconectores.....	34
Figura 27 Configuración de tendencias.....	35
Figura 28 Selección de datos de tendencia	35
Figura 29 Reporte de datos de reconectores	36
Figura 30 Validación de datos 1	42
Figura 31 Validación de datos en software WSOS.....	43
Figura 32 Validación de datos en diagramas de PME.....	44

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

En el sistema de distribución de EMELNORTE figuran los alimentadores de distribución, mismos que parten de las subestaciones eléctricas de tipo reductoras, que reducen el nivel de tensión de 69 KV a 13.8 KV mediante los transformadores de potencia hacia los distintos alimentadores que permiten la distribución de la energía eléctrica a las distintas zonas de EMELNORTE.

Los alimentadores de distribución cuentan con reconectores, que son interruptores eléctricos automáticos de media tensión (13.8 kV), mismos que permiten hacer la medición de parámetros eléctricos, protección contra sobretensiones y sobrecorriente, y control de los alimentadores troncales del sistema de distribución proporcionando la continuidad del servicio eléctrico a los abonados de manera simple y confiable. Estos reconectores también proveen facilidad para:

- Detección y evacuación de fallas.
- Registro de Eventos.

Los reconectores detectan e interrumpen las corrientes de falla y restauran automáticamente el servicio después de que se ha producido un corte momentáneo y se ha eliminado la falla del sistema de distribución; si la falla es persistente el reconector permite aislar la falla dejando interrumpido el servicio eléctrico hasta que el personal de EMELNORTE revise y repare el problema en el alimentador y así se pueda restablecer el reconector para normalizar el servicio de energía eléctrica. Los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE poseen controladores electrónicos basados en microprocesadores que permiten configurar y operar el reconector, estos controladores manejan protocolos de comunicación de tipo industrial como DNP3, IEC 61850 y Modbus TCP/IP, y permiten que a través de la red de comunicación de EMELNORTE se pueda realizar su monitoreo y registrar información de medición de parámetros eléctricos.

EMELNORTE cuenta con 61 reconectores de la marca Schneider de la serie U(ACR) y controlador electrónico avanzado ADV2, los cuales están instalados en el sistema de distribución, de los cuales 39 reconectores poseen enlaces de comunicación funcionales y están considerados para la configuración, integración y monitoreo desde el software Power Monitoring Expert PME Schneider.

Power Monitoring Expert PME es un software utilizado como una herramienta útil para la gestión de la energía eléctrica y permite realizar la integración de cualquier dispositivo utilizando el protocolo de comunicación industrial Modbus TCP/IP, así como también la extracción de la información de manera rápida, ahorrando tiempos en el análisis de la información y suministrando datos para una mejor toma de decisiones. PME también permite el monitoreo en tiempo real a través de sus herramientas como son los diagramas web y tendencias.

Mediante el software Power Monitoring Expert PME se implementará el sistema de monitoreo y reportaría de los reconectores del sistema de distribución con el propósito de tener una mejor visibilidad y manejo del desempeño del sistema de distribución de EMELNORTE.

Problema de investigación

Actualmente EMELNORTE tiene una gran área de concesión, por lo que se tiene distintos equipos en el sistema de distribución, como los reconectores que sirven para protección eléctrica y evacuación de fallas, permitiendo mejorar la calidad del servicio. Los reconectores no dispone de un sistema de monitoreo en tiempo real y generación de reportes de fácil acceso y disponibilidad permanente, problema que produce demoras en la coordinación de reposición del servicio y una mayor cantidad de quejas por la ausencia de servicio eléctrico.

En este contexto, el problema es no disponer de un sistema de monitoreo y reportaría que brinde a jefes zonales, ingenieros y grupos de mantenimiento, revisar y analizar los parámetros obtenidos de los reconectores para mantener el sistema de distribución funcional y en óptimas condiciones.

Por lo antes expuesto, la implementación del sistema de monitoreo y reportaría de los reconectores del sistema de distribución permitirá no solo el monitoreo, sino también el análisis de parámetros eléctricos para una reposición de servicio confiable y pronta, sin mayor afectación a los usuarios por la demora en la reposición en caso de disparo de un reconector del sistema de distribución, otorgando una mejor imagen institucional y confianza en la empresa.

Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo y reportaría para los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE mediante Power Monitoring Expert PME Schneider

Objetivos específicos

- Identificar los reconectores, enlaces de comunicación, protocolos de comunicación

industrial y capacidad del software Power Monitoring Expert PME, para realizar el sistema de monitoreo y reportería.

- Configurar e integrar los reconectores del área de concesión de EMELNORTE al software Power Monitoring Expert PME de Schneider.
- Diseñar los diagramas unifilares para el monitoreo de los reconectores e implementarlos mediante las herramientas del software Power Monitoring Expert PME.
- Realizar tendencias y reportes de los parámetros eléctricos de los reconectores mediante las herramientas del software Power Monitoring Expert PME.
- Obtener un sistema de monitoreo y reportería para que la información obtenida de los reconectores en caso de un disparo, sirva para determinar las maniobras necesarias para la restitución del servicio eléctrico y tener una mejora del sistema de distribución.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

La Empresa Eléctrica Regional Norte EMELNORTE, es una empresa pública dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica a usuarios residenciales e industriales, por lo que constantemente se realizan inversiones en proyectos para la mejora del sistema de distribución, como son la automatización de la operación de las subestaciones, obras de expansión y mejoras de las redes de distribución, y la incorporación de equipos de protección y control como los reconectores.

El presente proyecto permitirá que, a través del monitoreo de los reconectores, EMELNORTE pueda brindar un servicio eléctrico continuo y confiable a los usuarios, reduciendo los tiempos de reposición por interrupción del servicio eléctrico y beneficiando a los usuarios que se abastecen de electricidad y también a EMELNORTE al obtener mayores ingresos económicos por reducir los tiempos de energía no suministrada.

El proyecto será de utilidad para mejorar el sistema de distribución y ayudará al personal de mantenimiento de las redes eléctricas, ingenieros y jefes zonales de EMELNORTE, ya que con la implementación del sistema de monitoreo se obtiene el estado y parámetros eléctricos de los reconectores en tiempo real, por lo que en caso de disparos de los reconectores se tomaran acciones más rápidamente para reposición del servicio.

EMELNORTE también es un beneficiario del presente proyecto, porque en base a la información obtenida de los reconectores, se puede planificar el mantenimiento preventivo o correctivo del sistema de distribución de EMELNORTE y la prevención de fallas futuras, dicha información puede ser obtenida fácilmente desde cualquier computador conectado en la

INTRANET de EMELNORTE, a través del navegador web que es un programa básico que lo tienen todas las computadoras.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Contextualización general del estado del arte

Se investigó diversa información en artículos, trabajos de grado, tesis y libros técnicos, haciendo referencia a reconectadores en redes de distribución, software Power Monitoring Expert PME, redes de comunicación y protocolo Modbus TCP/IP, que sirvieron como referencia para el desarrollo del proyecto de investigación.

La tecnología de supervisión en tiempo real y el monitoreo de dispositivos eléctricos en redes de distribución y subestaciones ha venido creciendo, por lo que manejo de protocolos de comunicación industrial como Modbus y el desarrollo de sistemas SCADA permite mejorar la operatividad de todos los equipos que componen el sistema de distribución de las empresas eléctricas de todo el mundo (Rosero & Mendoza, 2013).

Vanessa Oñate presentó su proyecto de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO PARA INTERCONECTAR LA SMART GRID FORMADA POR LOS RECONECTADORES U-SERIES WITH ADVC CONTROLLER EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.”, conceptos del funcionamiento de los reconectadores en la red de distribución de la empresa eléctrica de Cotopaxi ELEPCO y como estos equipos mejoran los índices de calidad de energía TTIK y FMIK, así como también mediante la utilización de los controladores ADVC de la marca Schneider se puede realizar el envío de información mediante protocolos de comunicación industrial. El proyecto mencionado describe el funcionamiento, características y configuración de los reconectadores con interruptor U-Series y su controlador electrónico ADVC de la marca Schneider, y sirve como ayuda para conocer sobre reconectadores de la serie U-Series, configuración del controlador ADVC y monitoreo de parámetros eléctricos del sistema de distribución mediante el software WSOS (Oñate, 2014).

Danny Cisneros y Jefferson Gutama presentaron en su proyecto de titulación “Guía de integración del software POWER MONITORING EXPERT con los relés de protección Schneider P3L30, P5M30, P5F30 en el laboratorio de IEDS de la UPS sede Cuenca”, conceptos para la integración de relés de protección al software Power Monitoring Expert PME, implementación de redes LAN, y desarrollo de pantallas de visualización y monitoreo de datos mediante el protocolo de comunicación Modbus TCP/IP. El proyecto mencionado presenta una guía a los estudiantes e investigadores para la creación de redes LAN y la integración de equipos a través del programa Management Console del mismo Power Monitoring Expert PME (Cisneros & Gutama, 2023).

Héctor Mullo presento en su proyecto de titulación “Sistema de control y monitoreo de parámetros eléctricos de la subestación de transformación Novacero mediante LabVIEW”, conceptos relevantes para sistemas de monitoreo, así como también presenta la utilidad de disponer de los parámetros eléctricos de una subestación para realizar el mantenimiento eléctricos y también la reducción de tiempos de para por eventos de falla. El proyecto mencionado presenta las mejoras que se obtienen al tener un sistema que permite la recolección de parámetros eléctricos y el análisis para toma de decisiones para la reposición inmediata del servicio eléctrico a través del monitoreo de los equipos de fuerza como los interruptores en una subestación eléctrica de distribución (Mullo, 2022).

Los reconectores son equipos de interrupción eléctrica de alto voltaje que están instalados en las redes de distribución y que vienen acoplados a un controlador electrónico que permite hacer protección y control del reconector. En vista que los reconectores son equipos muy útiles en los sistemas de distribución, que posibilitan el aislamiento de fallas y reducir las interrupciones del servicio eléctrico, surge la necesidad de un sistema de monitoreo en tiempo real de los reconectores. Este sistema de monitoreo permitirá no solo el monitoreo, sino también acceder a la información de parámetros eléctricos para realizar un análisis de post fallas y planificar manteamientos del sistema de distribución, el sistema de monitoreo debe ser de fácil acceso y disponible para los ingenieros y personal operativo de manera permanente.

1.2 Proceso investigativo metodológico

El tipo de investigación aplicada es la descriptiva, la misma que según Martínez (2018) citando a Sabino (1992) expone que la investigación de tipo descriptiva busca una manera en la cual se pueda exponer los detalles fundamentales de los fenómenos involucrados en un estudio, empleando criterios sistemáticos que resultan en la presentación estructura de la información, la misma que puede ser comparada con otras fuentes (Martinez, 2018).

Así mismo esta investigación se define como aplicada, ya que busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Sin embargo, en una investigación de este tipo, lo que le interesa al investigador, primordialmente, son las consecuencias prácticas (Universidad de Veracruz, s.f.).

Se adopto la observación como técnica de investigación, se tomará y registrará información del estado de los interruptores de los reconectores y sus parámetros eléctricos, para posteriormente analizar e interpretar la información para diagnosticar problemas en el sistema de distribución y planificar mejoras.

La población disponible para el desarrollo de esta investigación se conforma por los abonados o clientes que tienen servicio eléctrico a través de alimentadores del sistema de distribución donde se encuentran instalados los reconectores, mismos que también son los beneficiarios del presente proyecto.

Esta investigación utilizó la metodología de investigación cualitativa donde el tamaño de la muestra no es importante, pues esta investigación busca resolver un problema en función a la recolección y análisis de datos permanente de los reconectores instalados en el sistema de distribución de EMELNORTE.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

2.1.1 Introducción

La Implementar del sistema de monitoreo y reportería para los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE mediante Power Monitoring Expert PME Schneider, es un proyecto destinado a la mejora en la operación de los reconectores ubicados en el sistema de distribución de EMELNORTE y a la visualización de parámetros eléctricos.

Consiste en la implementación de una interfaz HMI a través del Web Application del software Power Monitoring Expert PME, mismo que permite integrar los reconectores y cualquier otro dispositivo mediante protocolo de comunicación Modbus TCP/IP. La interfaz HMI permite visualizar el estado de los interruptores de los reconectores, alarmas de condiciones anormales y parámetros eléctricos como tensión, corriente, potencia, factor de potencia, etc., a través del navegador Web del computador.

2.1.2 Descripción de los reconectores en la red de distribución.

Un reconector es un interruptor eléctrico automático de alto voltaje que corta la energía eléctrica cuando se produce un problema, como un corto circuito. Un reconector prueba automáticamente la línea eléctrica para determinar si el problema se ha eliminado, si el problema era solo temporal, el reconector se restablece automáticamente y restablece la energía eléctrica (EATON Powering Business Worldwide, 2024).

Las empresas eléctricas como EMELNORTE, utilizan los reconectores para proporcionar máxima continuidad del servicio de manera simple, automática y económica. También sirven para minimizar el área de interrupción al aislar la falla y ayuda a los grupos de mantenimiento a localizar la falla, ahorrando a las empresas eléctricas los gastos e inconvenientes que producen los cortes de energía frecuentes.

2.1.3 Reconectores

Tipos de reconectores

Los reconectores monofásicos, se utilizan para proteger alimentadores monofásicos o ramales de alimentadores trifásicos. También se pueden utilizar en alimentadores trifásicos donde la carga es monofásica predominante. Cuando se produce una falla permanente de fase a tierra, se puede bloquear una fase mientras se realiza el mantenimiento de los dos tercios restantes del sistema. Los reconectores monofásicos pueden controlarse con un control

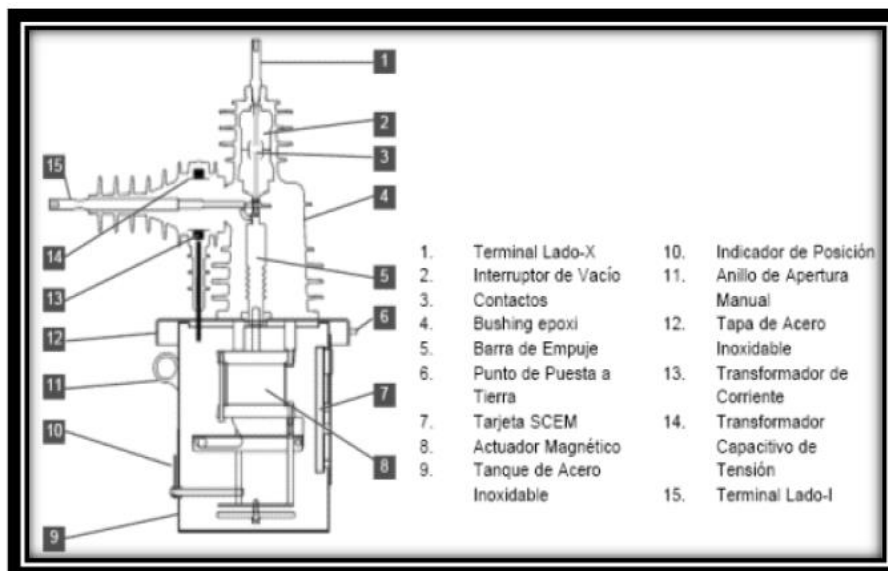
hidráulico (integrado dentro del tanque del reconectador) o un control electrónico (almacenado en un gabinete separado) basado en el diseño del reconectador.

Los reconectores trifásicos, se utilizan en circuitos trifásicos para mejorar la confiabilidad del sistema y donde se requiere el bloqueo de las tres fases para cualquier falla permanente, para evitar la fase única de cargas trifásicas como motores trifásicos grandes. El modo de operación es la desconexión trifásica, donde las tres fases están unidas mecánicamente entre sí por un mecanismo común y bloqueo trifásico, los reconectores más grandes utilizan este modo. Para cualquier falla (de fase a tierra, de fase a fase o trifásica), todos los contactos se abren simultáneamente para cada operación de disparo (EATON Powering Business Worldwide, 2024).

Componentes de los reconectores

Un reconectador está compuesto por diferentes partes mecánicas, eléctricas y electrónicas, que facilitan su funcionamiento de protección y aislamiento de fallas dentro del sistema de distribución de EMELNORTE, en un reconectador convencional se presentan las siguientes partes:

Figura 1
Partes constitutivas de un reconectador



Fuente: Tomado de (Oñate, 2014).

Interruptor

Uno de los componentes principales de los reconectores son los interruptores, que interrumpe el flujo de corriente y que puede ser:

Interruptores de vacío: Los interruptores de vacío proporcionan una interrupción rápida y de baja energía del arco eléctrico con una larga vida útil del interruptor y del contacto, baja tensión mecánica y máxima seguridad de funcionamiento. Con la interrupción del arco que se produce en un vacío, la vida útil del contacto y del interruptor supera ampliamente a otros medios de interrupción.

Interruptores de aceite: Los reconectores que utilizan aceite para la interrupción de corriente utilizan el mismo aceite para el aislamiento. Algunos reconectores con control hidráulico también utilizan el mismo aceite para las funciones de sincronización y conteo (EATON Powering Business Worldwide, 2024).

2.1.4 Software de gestión WSOS

El software Windows Switchgear Operating System (WSOS), ha sido desarrollado por el fabricante Schneider para permitir el control y la configuración basados en PC de su gama de reconectores inteligentes. El software permite controlar el funcionamiento y la configuración del tablero controlador electrónico, con la seguridad de la protección con contraseña en los ajustes de configuración. WSOS se puede usar para controlar directamente el tablero a través de un enlace de comunicaciones o el software se puede usar para configurar configuraciones del tablero fuera de línea para descargarlas en una fecha posterior. Esto permite a los ingenieros establecer configuraciones complejas de tableros de distribución en su oficina y, una vez completados, un operador puede tomar estos archivos y descargarlos en el tablero de distribución en el campo.

El sistema operativo Windows Switchgear (WSOS) proporciona control y gestión de los disyuntores e interruptores de carga del fabricante desde una computadora personal. El WSOS se ejecuta en dos modos complementarios: Operación en línea, donde el interruptor en sí está controlado directamente por WSOS. Operación fuera de línea, donde WSOS no está conectado al tablero sino a un archivo de disco que "emula" el tablero.

Características

WSOS dispone de una interfaz gráfica de usuario avanzada controlada por mouse o teclado, una estructura intuitiva orientada a menús e instrucciones de ayuda sensibles al contexto que facilitan el uso del software incluso para un usuario novato. Permite:

- Visualización de parámetros eléctricos en tiempo real.
- Niveles de usuario protegidos con contraseña, integrados en el sistema para adaptarse a la variedad de usuarios individuales y sus diferentes necesidades.

- Recopilación y visualización de datos históricos, que descarga datos registrados desde el tablero según demanda histórica, registros de eventos, etc. y puede mostrar, imprimir y almacenar esta información en el disco.
- Impresiones formateadas de la configuración actual del tablero y registros históricos en la impresora configurada.

2.1.5 Software Power Monitoring Expert PME

Introducción al PME

El software Power Monitoring Expert PME, es una herramienta del fabricante Schneider, la cual es utilizada para el monitoreo y gestión de energía, que maneja múltiples estándares y permite la integración de dispositivos electrónicos inteligentes IEDs, crear interfaces HMI y la generación de reportes personalizados de parámetros eléctricos.

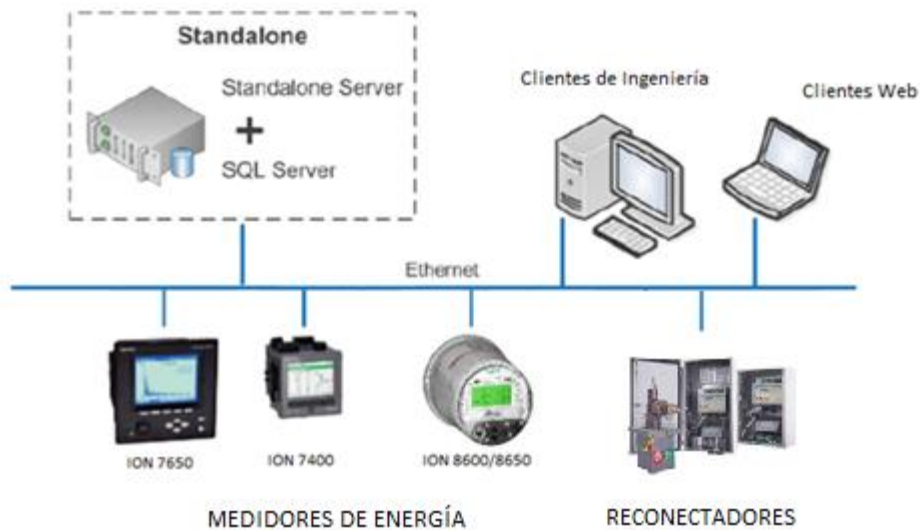
Power Monitoring Expert es un software de aplicación tipo cliente-servidor que recopila información de energía a través de la red de comunicación donde se encuentran los dispositivos inteligentes IEDs. La información de energía obtenida es recopilada y almacenada utilizando Microsoft SQL server y los usuarios pueden acceder a la información en diferentes formatos y a través de diferentes interfaces.

Arquitectura del PME

El tipo más común de arquitectura de Power Monitoring Expert (PME) es llamado "Standalone", donde una computadora aloja:

- El software Power Monitoring Expert: incluye archivos de configuración, servicios de comunicación, servidor de aplicaciones web, procesador virtual (VIP), Conexión a Microsoft SQL Server, etc.
- Microsoft SQL Server: aloja bases de datos históricas para datos registrados.

Figura 2
Arquitectura Standalone de PME



Fuente: Elaboración propia, 2024

Tipos de clientes PME

El software Power Monitoring Expert utiliza clientes para acceder a las herramientas de configuración y a las aplicaciones para visualizar datos. Hay dos tipos diferentes de clientes:

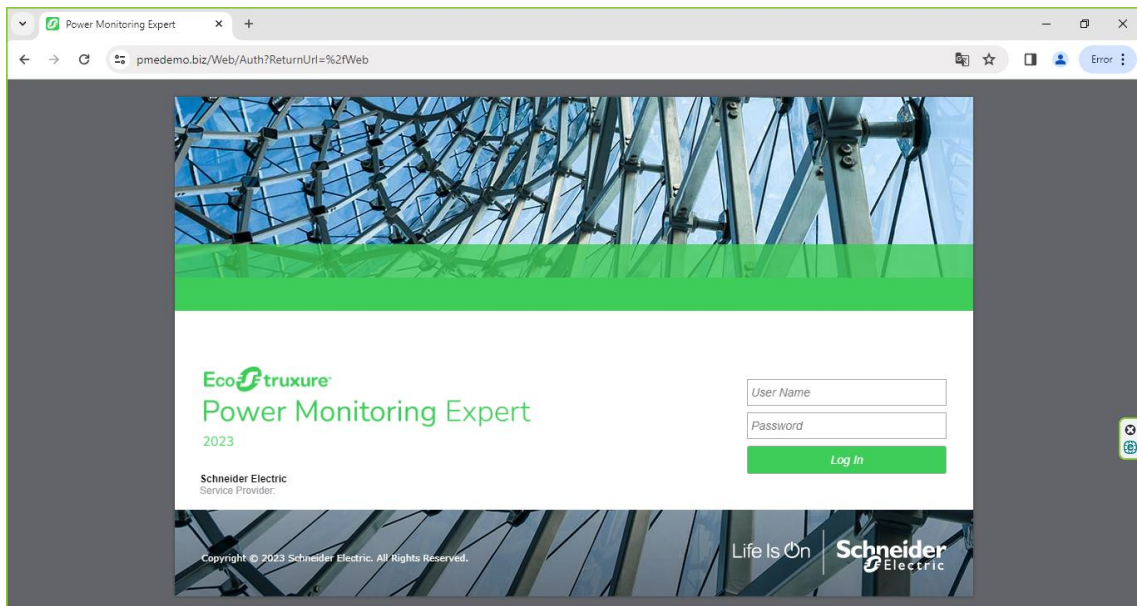
Cliente de ingeniería: se utilizan para configurar y administrar el sistema a través de una interfaz administrativa. Un cliente de ingeniería tiene herramientas como:

- Management Console
- Vista
- Designer

Los clientes de ingeniería se instalan en el servidor que aloja el Power Monitoring Expert o en un ordenador portátil que sea más accesible que el servidor y requieren una licencia de tipo cliente de ingeniería.

Cliente web: se utilizan para ver la información de monitoreo de los parámetros eléctricos y de energía, como datos en tiempo real, datos históricos, tendencias, alarmas y reportes. Los clientes web acceden a los datos del servidor a través de un navegador web y no se requiere de la instalación de ningún software o programa, solo ingresar la dirección URL del servidor PME, como por ejemplo: <https://www.pmedemo.biz/Web>

Figura 3
Interfaz del Cliente Web de PME



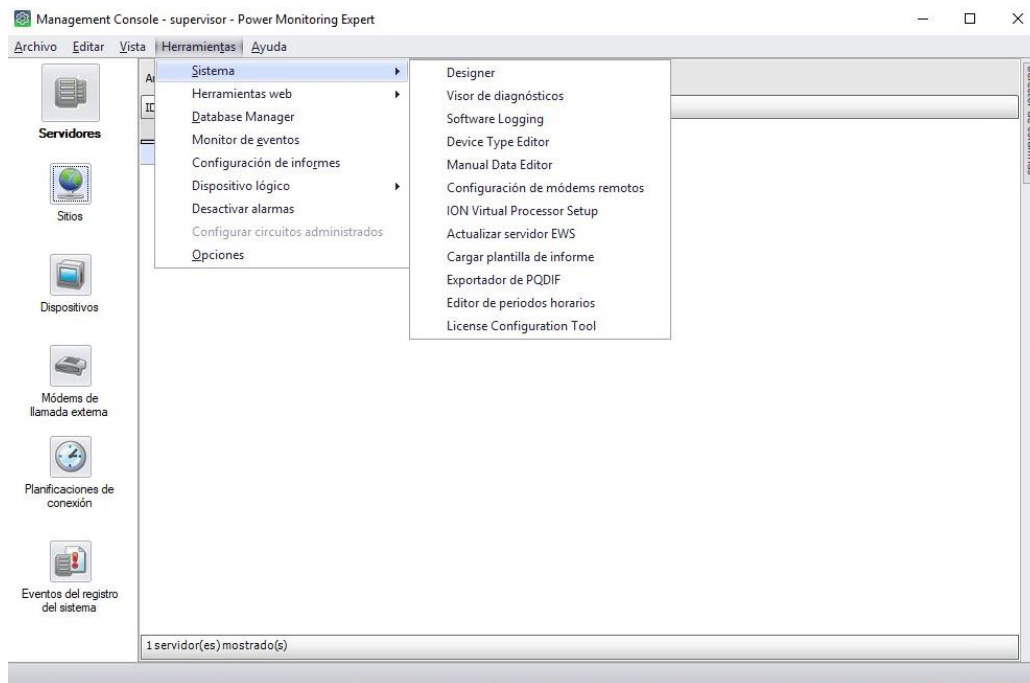
Fuente: Tomado de <https://www.pmedemo.biz/Web>

Herramienta Management Console

La herramienta Management Console, nos permite agregar y configurar componentes de red como servidores, sitios (enlaces de comunicación) y dispositivos. Management Console también proporciona acceso las aplicaciones web y utilidades del sistema, a través del menú Herramientas:

- Administrador de base de datos.
- Administrador de eventos.
- Configuración de informes.
- Editores de dispositivos lógicos.
- Desactivación de alarmas.
- Configurar y editar dispositivos administrados.
- Cargar plantillas de informes, etc.

Figura 4
Herramienta Management Console



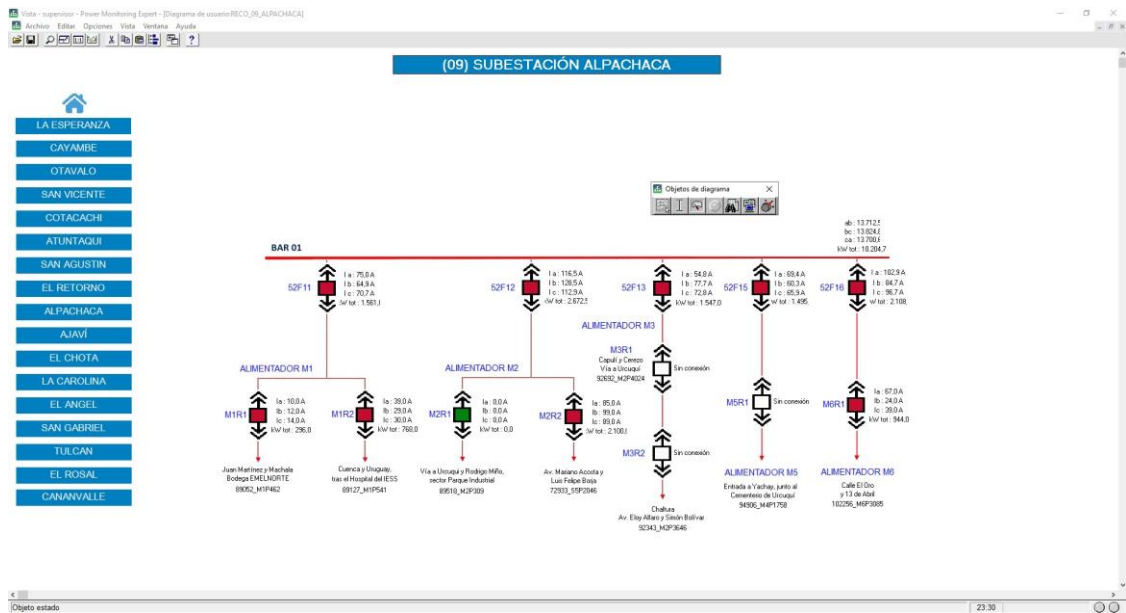
Fuente: Elaboración propia, 2024

Herramienta Vista

La herramienta Vista se utiliza para crear los diagramas para la aplicación web, donde se muestra información histórica y en tiempo real mediante pantallas gráficas, también sirve para restablecer contadores y realizar otras acciones de control en dispositivos de monitoreo.

Mediante la herramienta Vista y sus elementos de configuración se crearon los diagramas de los reconectores agrupados por subestación e incorporando los códigos de cada reconector, el número de poste donde está ubicado y su dirección.

Figura 5
Interfaz de la herramienta Vista



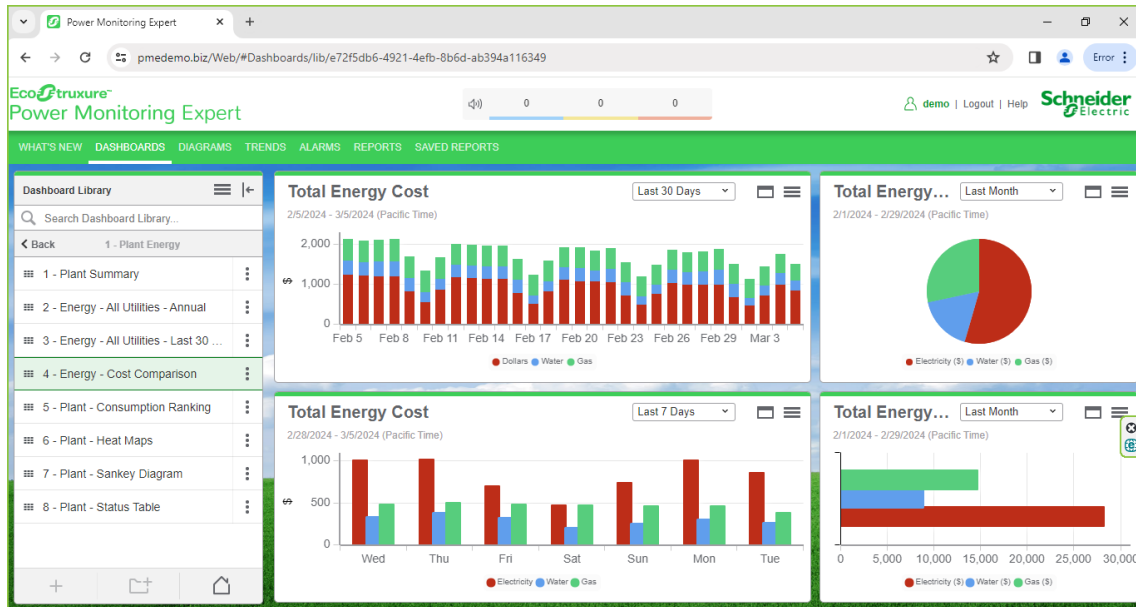
Fuente: Elaboración propia, 2024

Herramienta Web Application

La herramienta Web Application, son los componentes del software para el usuario final y proporciona acceso a información de monitoreo de energía y parámetros eléctricos. Las siguientes pestañas de aplicaciones están incluidas en Web Application:

- Paneles de control
- Diagramas
- Tendencias
- Alarmas
- Informes

Figura 6
Interfaz de la herramienta Web Application

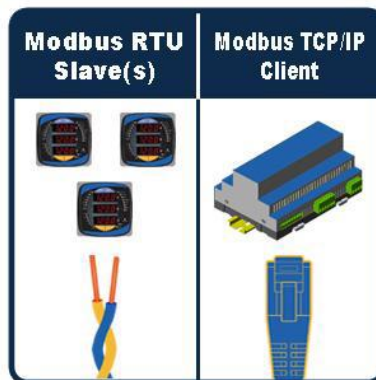


Fuente: Elaboración propia, 2024

2.1.6 Protocolo de comunicación Modbus

El protocolo de comunicación industrial Modbus es una estructura de datos creada por Schneider. Este protocolo es usado para la comunicación entre los dispositivos de control o monitoreo como PLCs, relés de protección, reconectores, controladores de motores y Unidades Terminales Remotas RTU. Dependiendo del medio de comunicación que se disponga, existe Modbus TCP/IP basado en la tecnología Ethernet y el Modbus RTU que es nivel serial (RS3232 o RS485).

Figura 7
Modelo de Modbus RTU y Modbus TCP/IP



Fuente: Tomado de (Estrada, 2019)

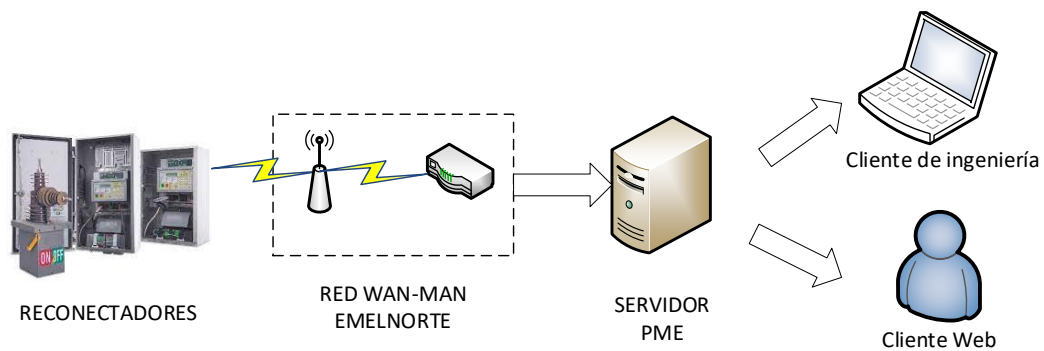
2.2 Descripción de la propuesta

a. Estructura general

El sistema de monitoreo de reconectadores, se establece en una de red de comunicación WAN/MAN entre los reconectadores instalados en el sistema de distribución de EMELNORTE y el servidor PME instalado en el data Center del Centro de Control mediante el protocolo de comunicación industrial Modbus TCP/IP, y así acceder a la lectura, almacenamiento y visualización de los parámetros eléctricos de los reconectadores desde los clientes.

Figura 8

Proceso de adquisición y visualización del sistema de monitoreo.



Fuente: Elaboración propia, 2024

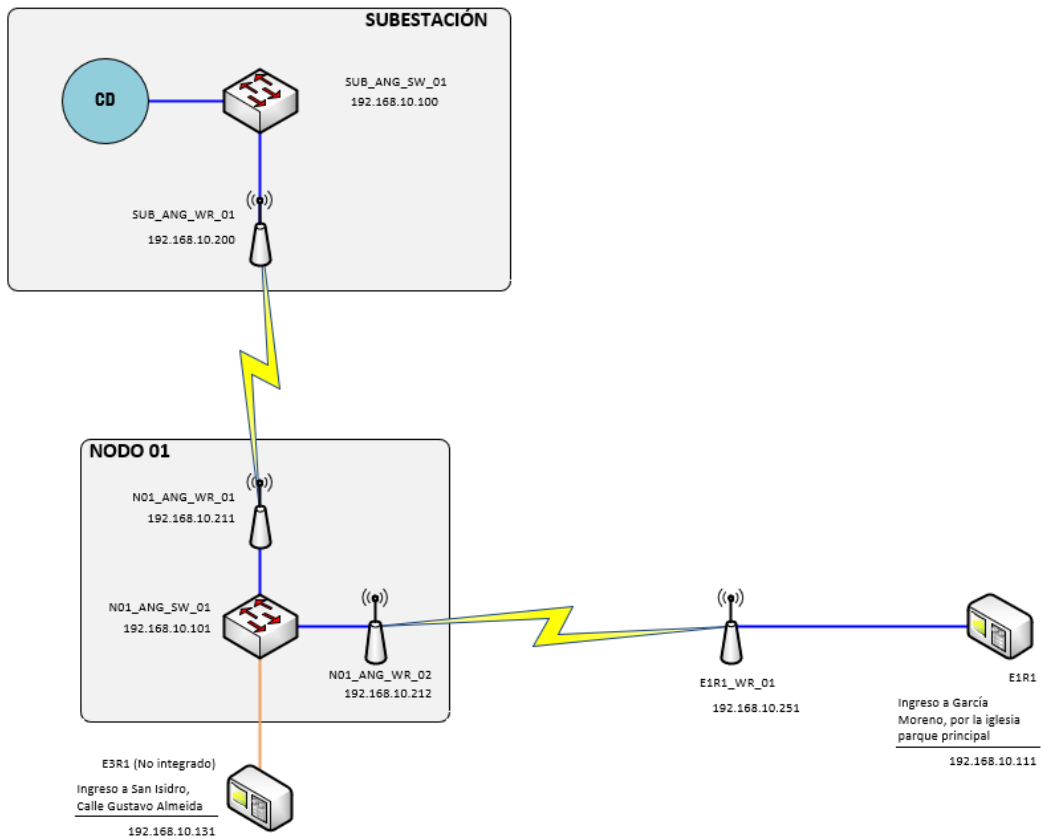
Actualmente se han ingresado 39 reconectadores al PME, los cuales poseen distintos enlaces de comunicación como son radio frecuencia, fibra óptica y cobre. Estos reconectadores están considerados para la configuración, integración y monitoreo desde el software Power Monitoring Expert PME mediante Modbus sobre TCP/IP.

- Verificación de comunicación con los reconectadores en la red WAN-MAN EMELNORTE

Previo a la integración de los reconectadores, se procedió a identificar que reconectadores tienen enlaces de comunicación funcionales y que permitirán el envío de los parámetros eléctricos hacia el software de monitoreo y reportería elaborado en Power Monitoring Expert.

Para identificar la disponibilidad de los enlaces de comunicación de los reconectadores, se realizó pruebas de conectividad utilizando el comando PING del CMD (Command Prompt) o símbolo de sistemas basados en Windows, a las direcciones IP de los reconectadores. A continuación, se ilustra un diagrama de comunicación del reconector E1R1 cuyo enlace de comunicación se encuentra en la subestación El Ángel.

Figura 9
Diagrama de reconectores Subestación El Ángel



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Previo a la realización de las pruebas de comunicación, se configuró la función NAT (Network Address Translation) en los router Garrettcom Magnum DX940 de cada subestación de EMELNORTE, que permite hacer el enmascaramiento de las direcciones IP, ya que el direccionamiento principal de los reconectores se encuentra asignado en la red OT (192.168.10.X) y se requiere que el direccionamiento IP este en la red IT (172.17.X.X) y así poderlos integrarlos al servidor Power Monitoring Expert PME.

Figura 10
Configuración de función NAT de reconector Subestación El Ángel

Interface	Protocol	Local Address	Global Address	Port	Priority	Enabled
E6	NAT	172.17.45.85	192.168.10.26			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.78	192.168.10.10			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.100	192.168.10.30			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.101	192.168.10.31			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.102	192.168.10.32			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.103	192.168.10.33			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.104	192.168.10.35			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.105	192.168.10.34			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.82	192.168.10.40			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.83	192.168.10.41			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.76	192.168.10.8			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.77	192.168.10.9			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.95	192.168.10.28			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.94	192.168.10.29			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.107	192.168.10.200			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.108	192.168.10.211			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.110	192.168.10.212			<input type="checkbox"/>
E6	NAT	172.17.45.111	192.168.10.111			<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Una vez realizado las configuraciones respectivas en los router Magnum DX940, se procede a realizar las pruebas de comunicación mediante el comando PING hacia las direcciones NAT de cada reconector.

Figura 11
Prueba de conectividad al reconector E1R1 de la Subestación El Ángel

```

C:\Users\Administrador>ping 172.17.45.111

Haciendo ping a 172.17.45.111 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.17.45.111: bytes=32 tiempo=21ms TTL=58
Respuesta desde 172.17.45.111: bytes=32 tiempo=19ms TTL=58
Respuesta desde 172.17.45.111: bytes=32 tiempo=38ms TTL=58
Respuesta desde 172.17.45.111: bytes=32 tiempo=19ms TTL=58

Estadísticas de ping para 172.17.45.111:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
              Mínimo = 19ms, Máximo = 38ms, Media = 24ms

C:\Users\Administrador>
  
```

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Actualmente se han ingresado 39 reconectores al PME, los cuales poseen distintos enlaces de comunicación como son radio frecuencia, fibra óptica y cobre. Estos reconectores están considerados para la configuración, integración y monitoreo desde el software Power Monitoring Expert PME mediante Modbus sobre TCP/IP. A continuación, se indica los reconectores con enlaces funcionales:

Tabla 1
Direccionamiento IP de los reconectores

Nro.	Subestación	Reconector	Dirección IP-red OT	Dirección IP-red IT	Observación	
1	01_La Esperanza	Z1R1	192.168.10.199	172.17.39.222	Sin conexión	
2		Z2R1	192.168.10.121	172.17.39.218	Sin conexión	
3		Z3R1	192.168.10.188	172.17.39.223	Sin conexión	
4	02_Cayambe	C1R1	192.168.10.111	172.17.39.211		
5		C1R2	192.168.10.112	172.17.39.217		
6		C2R1	192.168.10.120	172.17.39.219	Sin conexión	
7		C2R2	192.168.10.122	172.17.39.224	Sin conexión	
8		C6R1	192.168.10.131	172.17.39.214	Sin conexión	
9		C7R1	192.168.10.171	172.17.39.213		
10		C8R1	192.168.10.181	172.17.39.215		
11		C8R2	192.168.10.182	172.17.39.216	Sin conexión	
12		C8R3	192.168.10.183	172.17.39.212		
13		03_Otavalo	V2R1	192.168.10.121	172.17.37.205	
14			V3R1	192.168.10.131	172.17.37.204	Sin conexión
15			V5R1	192.168.10.151	172.17.37.203	
16	04_San Vicente	I2R1	192.168.10.121	172.17.38.86		
17		I4R1	192.168.10.141	172.17.38.85	Sin conexión	
18		I4R2	192.168.10.142	172.17.37.206	Sin conexión	
19		I4R3	192.168.10.143	172.17.37.207		
20	05_Cotacahi	H1R1	192.168.10.111	172.17.36.197		
21		H2R1	192.168.10.121	172.17.36.198		
22		H3R1	192.168.10.131	172.17.36.199		

23		H3R2	192.168.10.132	172.17.36.200	Sin conexión
24		H3R3	192.168.10.153	172.17.36.201	Sin conexión
25		A1R1	192.168.10.111	172.17.35.104	
26	06_Atuntaqui	A4R1	192.168.10.141	172.17.35.105	
27		A5R1	192.168.10.151	172.17.35.106	
28		S1R1	192.168.10.111	172.17.60.179	
29	07_San Agustín	S2R1	192.168.10.121	172.17.60.180	
30		S3R1	192.168.10.131	172.17.60.182	
31	08_El Retorno	R4R1	192.168.10.141	172.17.60.185	Sin conexión
32		M1R1	192.168.10.111	172.17.56.195	
33		M1R2	192.168.10.212	172.17.56.196	
34		M2R1	192.168.10.123	172.17.56.197	
35		M2R2	192.168.10.188	172.17.60.183	
36	09_Alpachaca	M3R1	192.168.10.131	172.17.56.74	Sin conexión
37		M3R2	192.168.10.132	172.17.56.73	Sin conexión
38		M5R1	192.168.10.151	172.17.56.77	Sin conexión
39		M6R1	192.168.10.161	172.17.56.76	
40		J1R1	192.168.10.111	172.17.56.190	Sin conexión
41		J1R2	192.168.10.112	172.17.56.191	
42		J2R1	192.168.10.199	172.17.60.184	
43	10_Ajaví	J3R1	192.168.10.131	172.17.56.192	
44		J4R1	192.168.10.141	172.17.56.193	
45		J4R2	192.168.10.142	172.17.56.194	
46		X5R1	192.168.10.131	172.17.45.208	
47	11_El Chota	X7R1	192.168.10.121	172.17.45.206	Sin conexión
48		X7R2	192.168.10.122	172.17.45.207	Sin conexión
49	12_La Carolina	K2R1	192.168.10.121	172.17.60.121	
50	13_El Angel	E1R1	192.168.10.111	172.17.45.111	
51		G2R1	192.168.10.121	172.17.34.211	Sin conexión
52	14_San Gabriel	G3R1	192.168.10.131	172.17.34.209	

53		L1R1	192.168.10.111	172.17.32.192	
54		L2R1	192.168.10.121	172.17.32.193	
55	15_Tulcán	L3R1	192.168.10.131	172.17.32.188	
56		L3R2	192.168.10.132	172.17.32.189	
57		L3R3	192.168.10.133	172.17.32.190	
58		L4R1	192.168.10.141	172.17.32.191	
59	16_El Rosal	F2R1	192.168.10.121	172.17.32.194	
60	17_Cananvalle	N4R1	192.168.10.141	172.17.39.220	Sin conexión
61		N4R2	192.168.10.142	172.17.39.221	Sin conexión

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- **Configuración de reconectores**

Posterior a identificar los reconectores con enlaces de comunicación funcionales, se debe habilitar y configurar el protocolo Modbus TCP/IP con su mapa de señales analógicas y digitales mediante el software de configuración de reconectores WSOS en su versión 5.0.

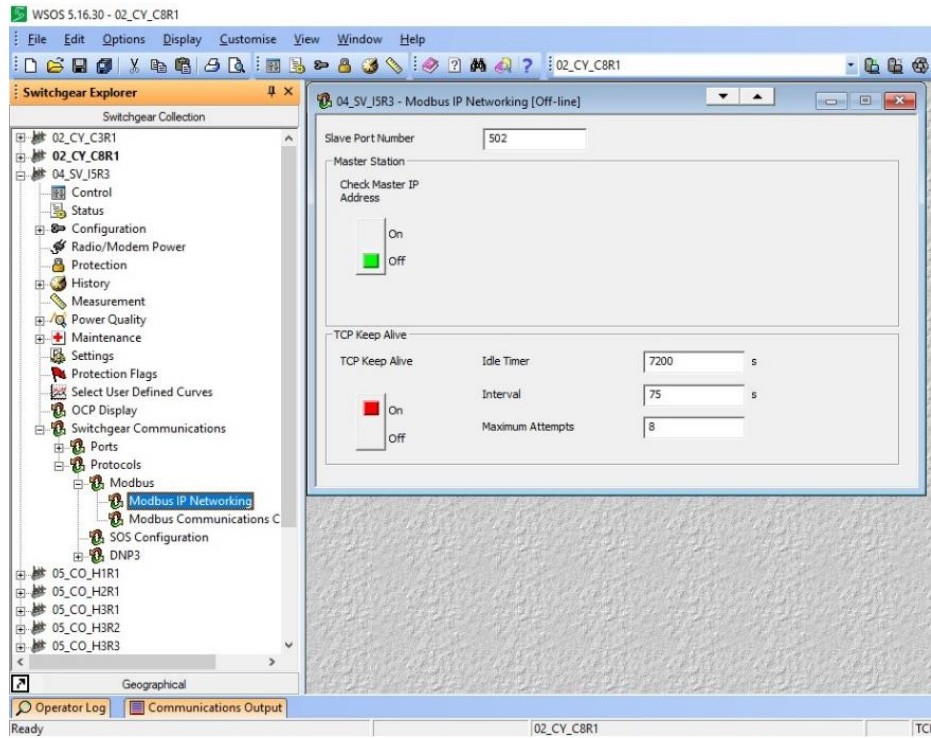
Figura 12

Configuración de reconectores en sitio.



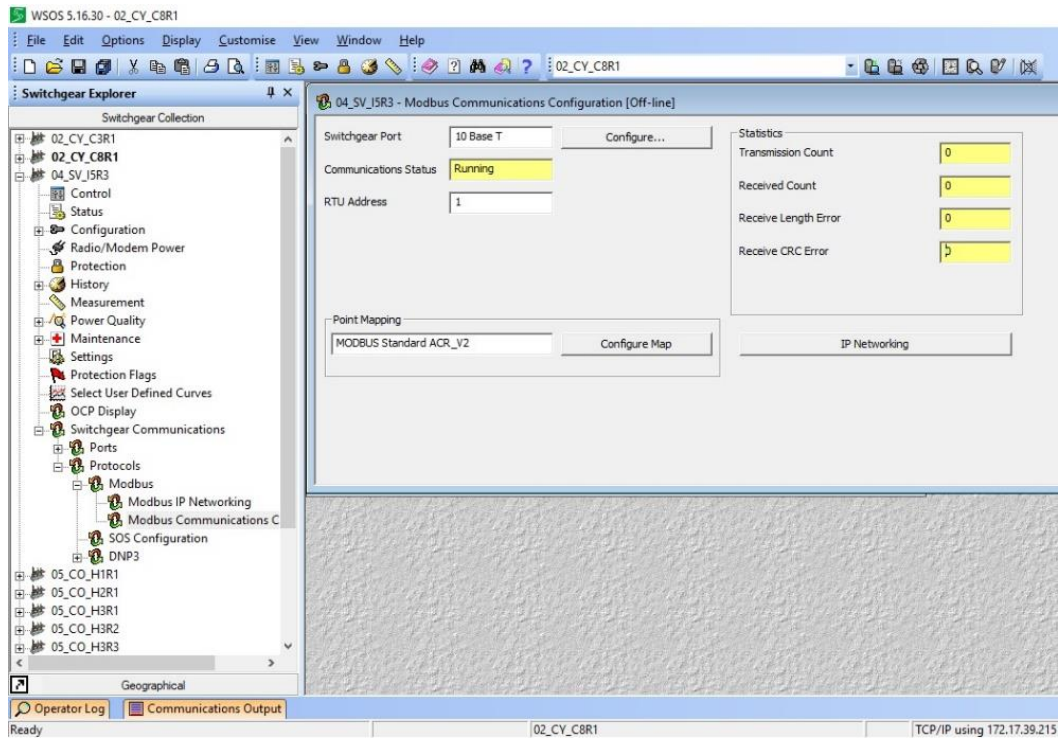
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 13
 Parametrización de protocolo Modbus TCP/IP.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 14
 Configuración de mapa de puntos Modbus



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Integración de reconectores en la herramienta Management Console

Para la integración de cada uno de los reconectores utilizamos la herramienta Management Console, para lo cual debemos seguir el siguiente procedimiento:

Creación de un dispositivo Modbus

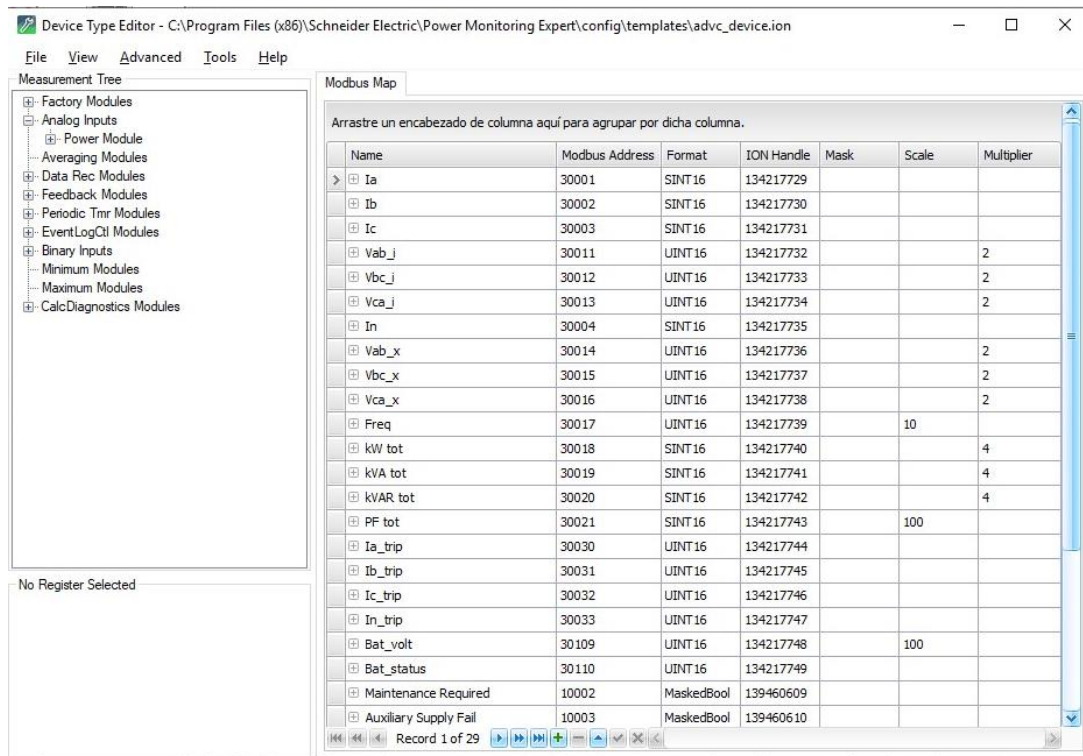
Al no contar con un dispositivo de tipo reconector en la base de dispositivos de PME, se debe crear un tipo de dispositivo que traduce el mapa Modbus del reconector y lo transforma a la estructura de datos basada en la tecnología ION de Power Monitoring Expert.

Para crear un tipo de dispositivo Modbus:

1. Para crear una nueva plantilla de mapeo Modbus, en Device Type Editor, click **File > New > Modbus Device Type**.
2. Ingresamos la información del mapa Modbus en la tabla manualmente. Para lo cual debemos tener previamente identificado las señales y la dirección Modbus que vamos a utilizar.

Figura 15

Creación de un nuevo tipo de dispositivo Modbus



Fuente: Elaboración propia, 2024.

3. Configuramos el nombre del tipo de dispositivo y el nombre de la plantilla.
4. Hacemos click en **File > Save**, para guardar el nuevo tipo de dispositivo.

5. Luego debemos instalar el tipo de dispositivo en el sistema de PME, haciendo click en **Tools > Install Device Type** y así poderlo usar en nuestro proyecto.

Creación de un sitio y dispositivo Modbus

Mediante Management Console podemos ingresar los reconectores mediante la opción Sitio y Dispositivos ethernet, para lo cual procedemos de la siguiente manera:

1. Para crear un sitio de puerta de enlace Ethernet, en **Sitio**, click derecho, **Nuevo > Sitio directo** e ingresaremos la información de Nombre, dirección IP o nombre del host del reconector, el puerto 502 asignado para Modbus, Ordenador donde está instalado el PME y la habilitación.

Figura 16

Configuración de un sitio de enlace Ethernet

Configuración de sitio de puerta de enlace Ethernet	
Nombre	13_SUB_EL_ANGEL_E1R1
Dirección IP o nombre de host	172.17.45.111
TCP/IP Port	502
Ordenador	SRVPMS
Habilitado	Sí
Sincronización horaria ION habilitada	No
Sincronización horaria 3XXX habilitada	No
Sincronización horaria 3720 habilitada	No
Descripción	

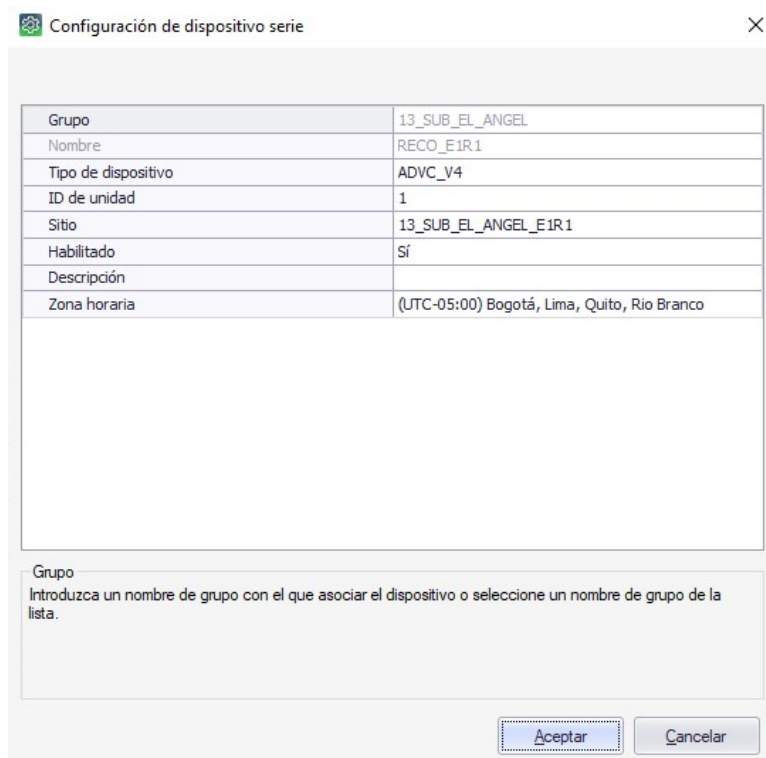
Nombre
Introduzca un nombre con que identificar el sitio.

Aceptar Cancelar

Fuente: Elaboración propia, 2024.

2. Para crea un dispositivo Ethernet, en **Dispositivo**, click derecho, **Nuevo > Dispositivo serie en sitio de puerta de enlace Ethernet**, e ingresamos el Grupo, Nombre del reconector, Tipo de dispositivo, ID de unidad, Sitio y la habilitación.

Figura 17
Configuración de dispositivo serie



Grupo	13_SUB_EL_ANGEL
Nombre	RECO_E1R1
Tipo de dispositivo	ADVC_V4
ID de unidad	1
Sitio	13_SUB_EL_ANGEL_E1R1
Habilitado	Sí
Descripción	
Zona horaria	(UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito, Rio Branco

Grupo
Introduzca un nombre de grupo con el que asociar el dispositivo o seleccione un nombre de grupo de la lista.

Aceptar Cancelar

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- **Nomenclatura utilizada en los reconectores.**

El sistema Power Monitoring Expert PME, permite configurar e identificar cada dispositivo de acuerdo a los siguientes parámetros:

Grupo: Hace referencia al número y nombre de cada subestación.

Ejemplo: 02_SUB_CAYAMBE (Número Subestación_Nombre Subestación)

Nombre: Hace referencia al circuito, transformador o línea al que pertenece el dispositivo de medición en la subestación.

Ejemplo: RECO_E1R1 (Reconector_Codigo del reconector)

Con la nomenclatura antes descrita, se procedió a integrar los 39 reconectores que tienen una prueba de comunicación exitosa, donde se utilizó la plantilla del nuevo dispositivo Modbus creado, así como también la dirección IP de la red IT asignada. A continuación, se presenta un resumen de los reconectores integrados en la herramienta Management Console.

Figura 18
Resumen de reconectores integrados en PME

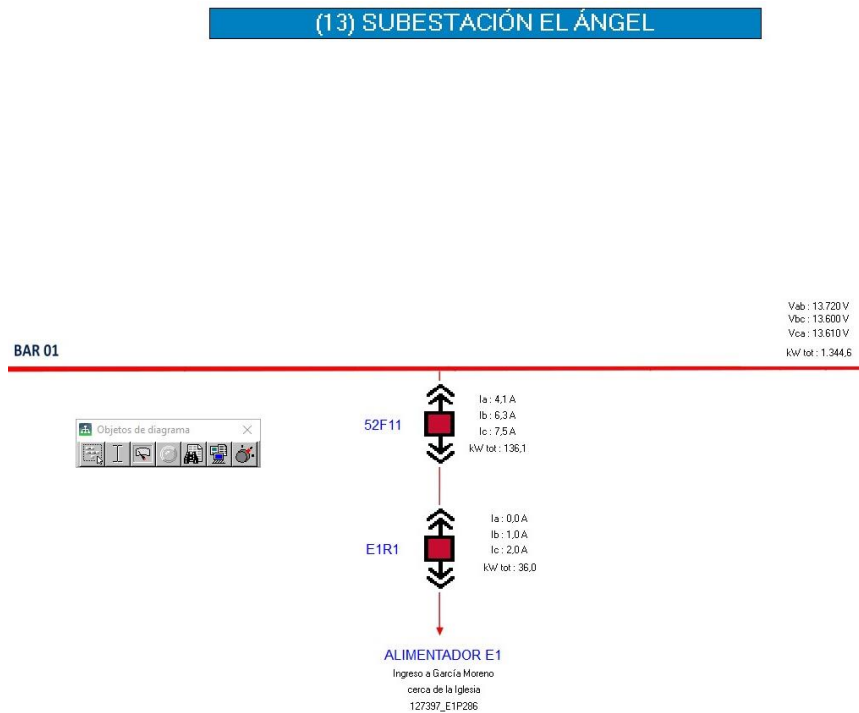
Estado	Nombre	Dirección	Habilitado	Protocolo	Sitio	Descripción
Tipo: ADVC_V4						
Grupo: 02_SUB_CAYAMBE						
Sitio disponible	RECO_C1R1	172.17.39.211/502/1	✓	MODBUS	02_SUB_CAYAMBE_C1R1	
Sitio disponible	RECO_C1R2	172.17.39.217/502/1	✓	MODBUS	02_SUB_CAYAMBE_C1R2	
Sitio disponible	RECO_C7R1	172.17.39.213/502/1	✓	MODBUS	02_SUB_CAYAMBE_C7R1	
Sitio disponible	RECO_C8R1	172.17.39.215/502/1	✓	MODBUS	02_SUB_CAYAMBE_C8R1	
Sitio disponible	RECO_C8R3	172.17.39.212/502/1	✓	MODBUS	02_SUB_CAYAMBE_C8R3	
Grupo: 03_SUB_OTAVALO						
Sitio disponible	RECO_I4R3	172.17.37.207/502/1	✓	MODBUS	03_SUB_OTAVALO_I4R3	
SiteAvailable	RECO_V2R1	172.17.37.205/502/1	✓	MODBUS	03_SUB_OTAVALO_V2R1	
SiteAvailable	RECO_V5R1	172.17.37.203/502/1	✓	MODBUS	03_SUB_OTAVALO_V5R1	
Grupo: 04_SUB_SAN_VICENTE						
SiteAvailable	RECO_I2R1	172.17.38.86/502/1	✓	MODBUS	04_SUB_SAN_VICENTE_I2R1	
Grupo: 05_SUB_COTACACHI						
SiteAvailable	RECO_H1R1	172.17.36.197/502/1	✓	MODBUS	05_SUB_COTACACHI_H1R1	
SiteAvailable	RECO_H2R1	172.17.36.198/502/1	✓	MODBUS	05_SUB_COTACACHI_H2R1	
SiteAvailable	RECO_H3R1	172.17.36.199/502/1	✓	MODBUS	05_SUB_COTACACHI_H3R1	
Grupo: 06_SUB_ATUNTAQUI						
SiteAvailable	RECO_A1R1	172.17.35.104/502/1	✓	MODBUS	06_SUB_ATUNTAQUI_A1R1	
SiteAvailable	RECO_A4R1	172.17.35.105/502/1	✓	MODBUS	06_SUB_ATUNTAQUI_A4R1	
SiteAvailable	RECO_A5R1	172.17.35.106/502/1	✓	MODBUS	06_SUB_ATUNTAQUI_A5R1	
Grupo: 07_SUB_SAN_AGUSTIN						
SiteAvailable	RECO_I2R1	172.17.60.184/502/1	✓	MODBUS	07_SUB_SAN_AGUSTIN_I2R1	
SiteAvailable	RECO_M2R2	172.17.60.183/502/1	✓	MODBUS	07_SUB_SAN_AGUSTIN_M2R2	
SiteAvailable	RECO_S1R1	172.17.60.179/502/1	✓	MODBUS	07_SUB_SAN_AGUSTIN_S1R1	
SiteAvailable	RECO_S2R1	172.17.60.180/502/1	✓	MODBUS	07_SUB_SAN_AGUSTIN_S2R1	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- **Desarrollo de los diagramas en la herramienta Vista.**

Los diagramas son la interfaz gráfica entre los reconectores y el usuario final, y muestran una representación personalizada del sistema de monitoreo de los reconectores, usando los diagramas unifilares de cada subestación de Emelnorte a través de un navegador web.

Figura 19
Diagrama del reconectador SE El Ángel






Fuente: Elaboración propia, 2024.

La herramienta Vista permite mostrar y monitorear el sistema de reconectores. Así como también la interfaz de la herramienta Vista contiene un área de visualización y es donde se mostrarán los diagramas y objetos creados en el Cliente de Ingeniería (Vista). Los objetos que se pueden mostrar en los diagramas incluyen:

- Datos numéricos en tiempo real de parámetros eléctricos (Voltaje L-L, corriente de fase y potencia activa).
- Gráficos o diagramas de fondo.
- Código del reconectador, estado del interruptor del reconectador y datos de la ubicación o dirección donde está instalado el reconectador.

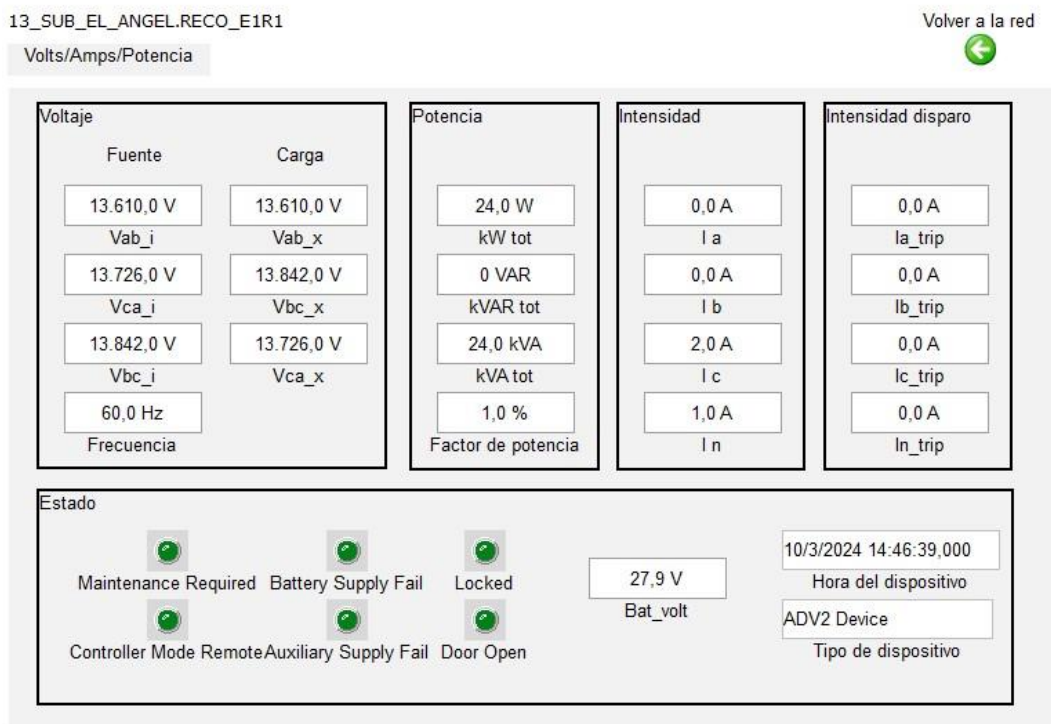
Para identificar el estado de los interruptores de los reconectores, se utilizó la siguiente clasificación de diagramas de estado:

Tabla 2
Estados del interruptor del reconectador

Diagrama	Estado
	Reconectador cerrado
	Reconectador abierto
	Reconectador sin comunicación

Adicionalmente al diagrama unifilar, se desarrolló un diagrama con una plantilla que contiene información específica de señales analógicas de parámetros eléctricos del reconectador y señales digitales de estados y alarmas presentes en el reconectador.

Figura 20
Plantilla de señales del reconectador



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- **Uso del cliente web**

El Cliente web es una aplicación de usuario que muestra datos en tiempo real, históricos y de alarma en una única interfaz de usuario y disponibles a través del navegador web (Chrome, Mozilla o Internet Explorer). Múltiples usuarios pueden acceder y mostrar diagramas creados, sin instalar software adicional. Se requiere:

- Microsoft Excel 2010 o versión superior, para los informes exportados en formato Excel.
- Navegador de escritorio para acceder a las aplicaciones web, los navegadores pueden ser:
 - Microsoft Internet Explorer versión 11 o posterior
 - Google Chrome versión 122 o posterior.
 - Mozilla Firefox versión 123 o posterior.

Figura 21

Navegadores de escritorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para ingresar debemos ejecutar los siguientes pasos:

- Escriba <https://srvpms/pme/Auth?ReturnUrl=%2fpme>, que es nombre del servidor de Power Monitoring Expert PME.
- Inicie sesión con su usuario y contraseña asignados.

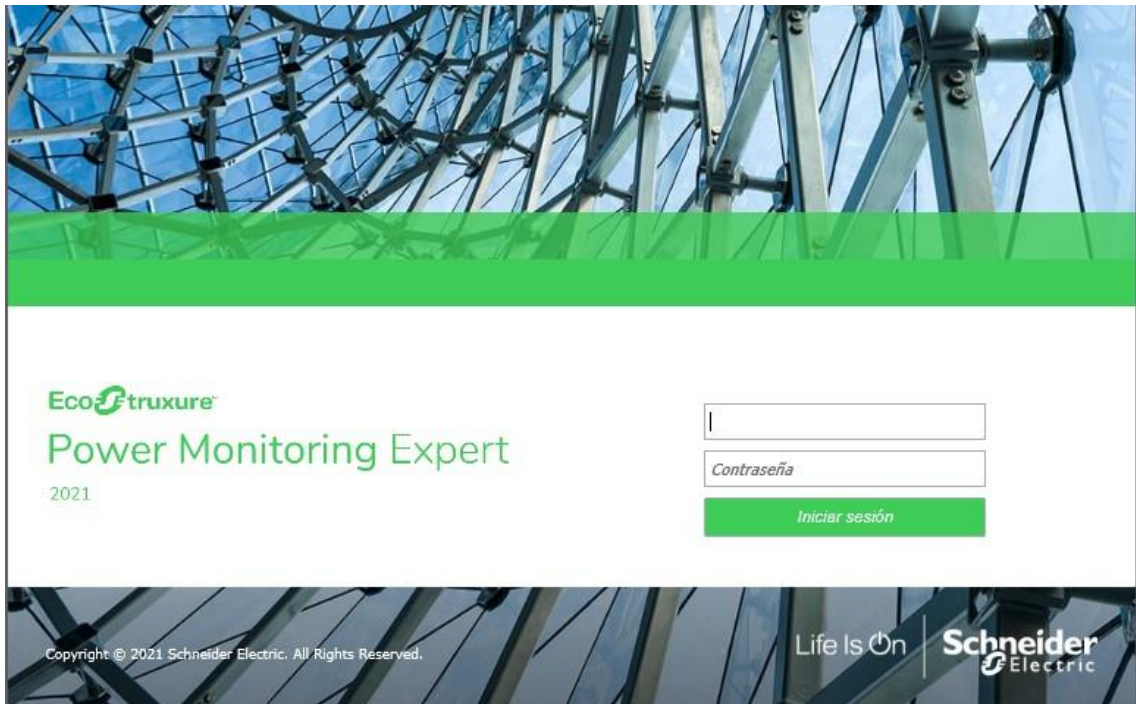
Ejemplo: Ing. Diego Imbaquingo

Usuario: dimbaquingo

Contraseña: dimbaquingo

Figura 22

Acceso de Power Monitoring Expert PME



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Una vez que se ha iniciado sesión, se puede acceder a las aplicaciones del cliente web. El acceso estará habilitado durante 24 horas, si el cliente no registra actividad el aplicativo web cerrará sesión y se tendrá que volver a iniciar sesión.

Figura 23

Aplicaciones del cliente Web



Se incluyen las siguientes aplicaciones:

Tabla 3

Aplicaciones del cliente Web

Aplicaciones	Descripción
Cuadros de mandos	Muestra datos históricos en dispositivos fácilmente visibles.
Diagramas	Muestra una representación gráfica personalizada del sistema de monitoreo de energía.

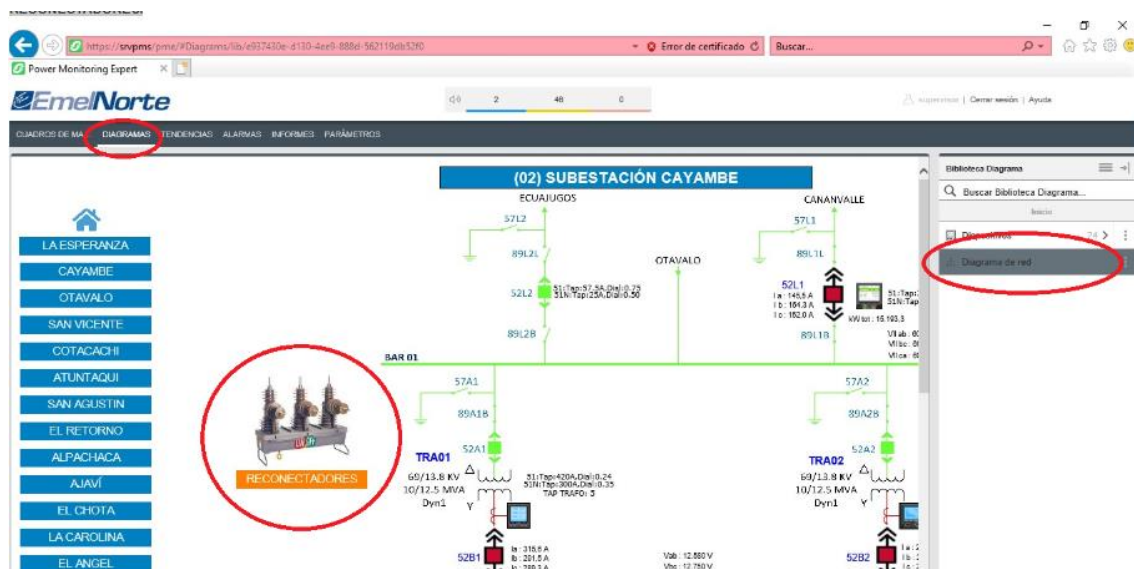
Tendencias	Monitorea las condiciones del sistema al mostrar datos históricos y en tiempo real en un formato gráfico.
Alarmas	Muestra datos en tiempo real del sistema de alarmas en formato tabular.
Informes	Proporciona energía, calidad de la energía e informes genéricos del sistema basados en datos históricos recogidos de dispositivos.
Parámetros	Permite la parametrización o configuración de los dispositivos integrados, creación de nuevos usuarios, modificar las alarmas, etc.

Aplicativo DIAGRAMAS

El aplicativo DIAGRAMAS, permite monitorear los reconectadores y ver datos numéricos en tiempo real. Se ha desarrollado diagramas de los unifilares de las 17 subestaciones que tiene EMELNORTE, dentro de los cuales existe un ícono llamado RECONECTADORES que permiten mostrar el diagrama de los reconectadores asignados a esa subestación, donde se muestra una ilustración simple del sistema de reconectadores con diversos parámetros en tiempo real medidos.

Para visualizar los diagramas elaborados: Ir a la pestaña **DIAGRAMAS**, seleccionar **Diagrama de red**, escoger una subestación y luego escoger el ícono **RECONECTADORES**.

Figura 24
Diagrama 1 de reconectadores

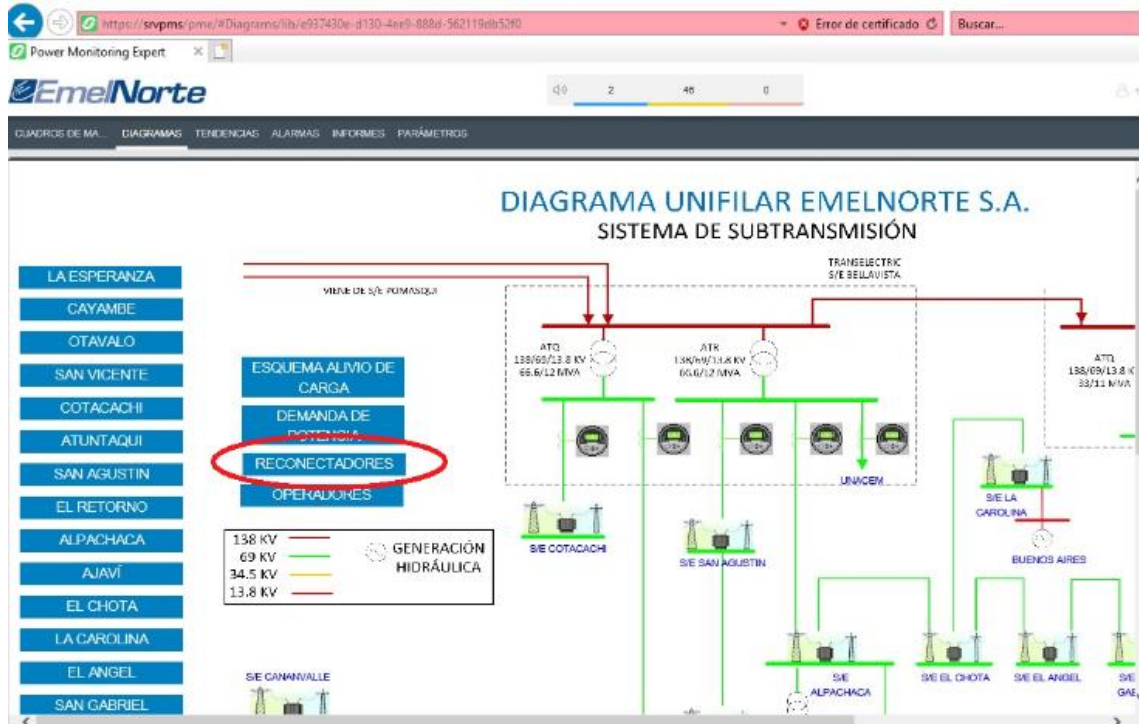


Fuente: Elaboración propia, 2024.

También se ha desarrollado una pantalla tipo resumen del estado de los reconectadores, donde se puede visualizar información de alarmas y valores de parámetros eléctricos en tiempo

real. Para visualizar el diagrama elaborado: Ir a la pestaña **DIAGRAMAS**, seleccionar **Diagrama de red** y luego escoger el botón **RECONECTADORES**.

Figura 25
Diagrama 2 de reconectadores



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Aplicativo TENDENCIAS

Sirve para monitorear las condiciones del sistema de reconectadores, mostrándolas en tiempo real y datos históricos en formato gráfico, y también permite exportar datos a formato de archivo *.CSV de Microsoft Excel.

Par visualizar las tendencias elaboras ir a la pestaña **TENDENCIAS**, seleccionar una subestación de la **Biblioteca Tendencias** y escoger una reconector.

Figura 26
Tendencias de reconectores



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Biblioteca de tendencias.

La biblioteca de tendencias contiene tendencias que se han creado para los reconectores. Las tendencias que se visualizan contienen la información de voltaje línea-línea e intensidad por fase de cada reconector existente en las subestaciones de EmeNorte, dicha información es extraída del dispositivo cada 5 segundos y de la base de datos cada 5 minutos. Se ha establecido un código de colores para identificar cada parámetro eléctrico y también se puede ha superpuesto el valor máximo según el periodo escogido.

Figura 27
Configuración de tendencias

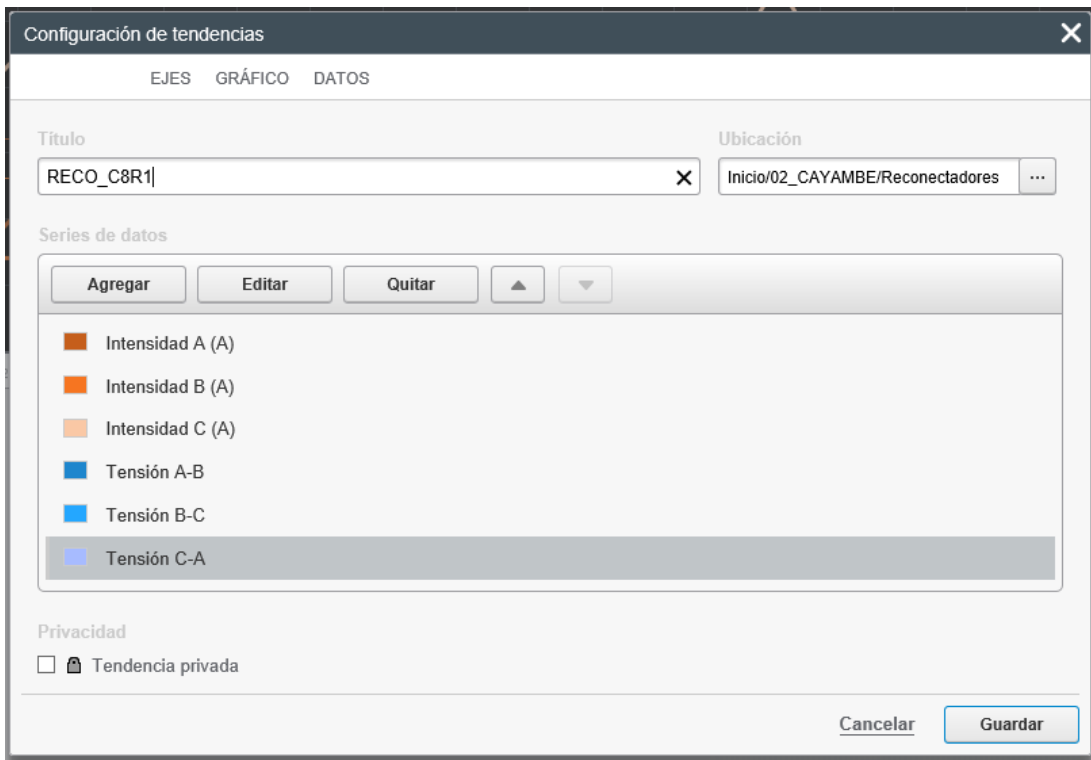
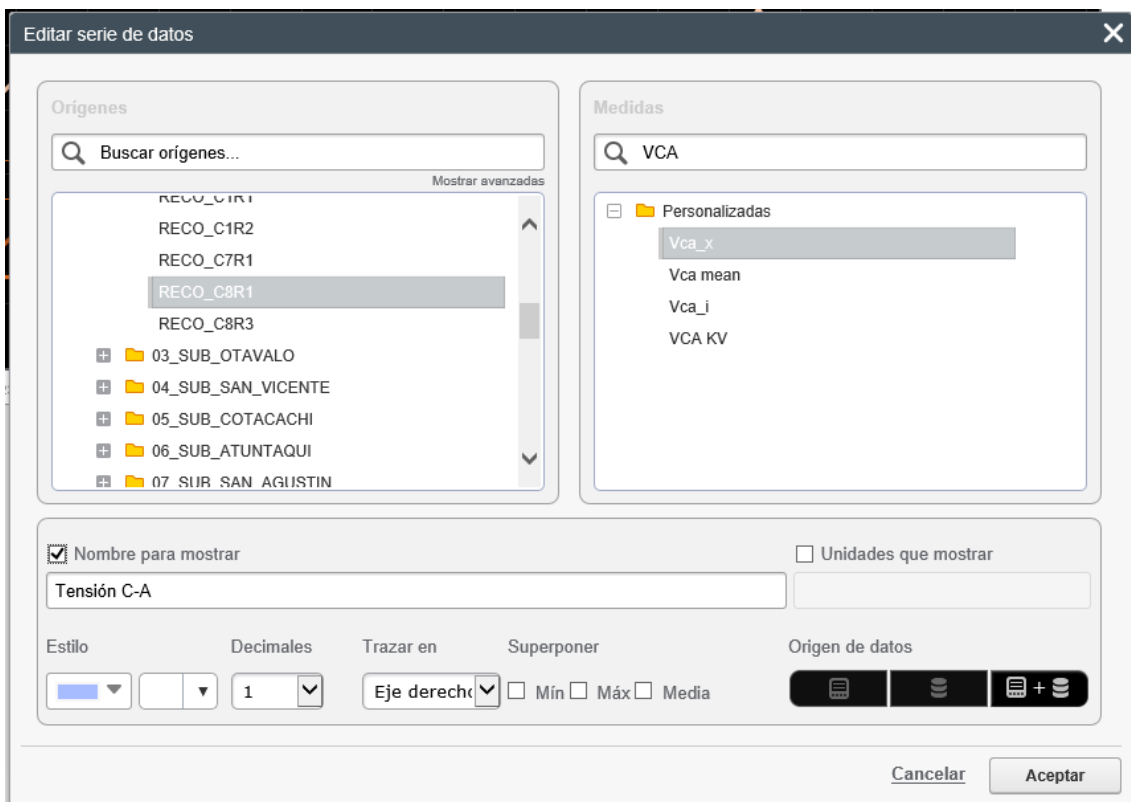


Figura 28
Selección de datos de tendencia



A través de la aplicación TENDENCIAS, también se puede realizar los reportes de los parámetros eléctricos de los reconectores, para lo cual hay que exportar los datos a formato de archivo *.CSV de Microsoft Excel.

Figura 29
Reporte de datos de reconectores

Timestamp	Intensidad A	Intensidad B	Intensidad C	Tensión A-B	Tensión B-C	Tensión C-A
2/3/2024 23:15	17	3	5	13732	13606	13650
2/3/2024 23:20	17	4	5	13732	13606	13750
2/3/2024 23:25	16	4	5	13732	13606	13750
2/3/2024 23:30	17	4	5	13732	13606	13750
2/3/2024 23:35	16	4	5	13732	13706	13750
2/3/2024 23:40	16	4	5	13732	13706	13750
2/3/2024 23:45	16	4	5	13732	13706	13750
2/3/2024 23:50	16	4	5	13732	13706	13750
2/3/2024 23:55	16	3	5	13732	13706	13750
3/3/2024 0:00	16	4	5	13732	13706	13850
3/3/2024 0:05	17	4	5	13732	13706	13850
3/3/2024 0:10	16	4	5	13732	13706	13850
3/3/2024 0:15	16	5	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:20	16	3	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:25	17	4	6	13832	13706	13850
3/3/2024 0:30	17	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:35	17	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:40	16	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:45	17	5	6	13832	13706	13850
3/3/2024 0:50	16	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 0:55	16	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 1:00	16	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 1:05	16	4	5	13832	13706	13850
3/3/2024 1:10	17	5	5	13730	13706	13850
3/3/2024 1:15	15	3	5	13730	13706	13850
3/3/2024 1:18	16	3	5	13730		

b. Explicación del aporte

El presente proyecto tiene como finalidad el monitoreo de los parámetros eléctricos de los reconectores instalados en el área de concesión de EMELNORTE, parámetros como:

- Voltaje de línea lado fuente V_{ab_i} .
- Voltaje de línea lado de la carga V_{ab_x} .
- Corriente de fases y neutro.
- Potencia activa, reactiva, aparente y factor de potencia.
- Corriente de disparo I_{trip} .
- Estado de interruptor del reconector.
- Alarmas de estado y de configuración.
- Voltaje de baterías del reconector.

Mediante el monitoreo de los reconectores a través del software Power Monitoring Experte, se tiene un sistema centralizado y en tiempo real, de fácil acceso y disponible para los usuarios que requieran información de los reconectores y del sistema de distribución de EMELNORTE.

Mediante el uso de las herramientas que dispone EMELNORTE como son el software licenciado de Power Monitoring Expert, los reconectores con controladores electrónicos y sus enlaces de comunicación se pudo ejecutar el proyecto y así proveer a EMELNORTE de una herramienta adicional para monitorear los reconectores, detectar fallas y mejorar el sistema de distribución.

c. Estrategias y/o técnicas

Estrategia

Desarrollar una interfaz entre los reconectores y clientes web para el monitoreo de los reconectores del sistema de distribución de EMELNORTE, utilizando el protocolo de comunicación industrial Modbus TCP/IP, con la configuración de reconectores, routers, estableciendo enlaces de comunicación robustos entre los reconectores y el software de monitoreo Power Monitoring Expert.

Técnica

Probar los enlaces de comunicación entre los reconectores y los equipos de comunicación de cada subestación de EMELNORTE, y configuración del enrutamiento hacia el Centro de Control donde se encuentra el servidor de Power Monitoring Expert.

Configuración y parametrización del protocolo Modbus TCP/IP en los reconectores y software Power Monitoring Expert, mediante la creación de nuevos dispositivos con el mapa Modbus de los parámetros eléctricos deseados para el monitoreo de los reconectores.

Desarrollar varios diagramas como interfaz entre el reconector y el cliente web para permitir el monitoreo, generación de tendencias y reportes de manera fácil y amigable.

2.3 Validación de la propuesta

Para la elección de especialistas se ha considerado un perfil acorde a los siguientes criterios: formación académica relacionada con el tema investigativo, experiencia académica y/o laboral orientada a la gestión administrativa y motivación para participar. La siguiente tabla presenta información detallada de los actores seleccionados para la validación del modelo.

Tabla 4

Descripción del perfil de validadores

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Validador 1			
Validador 2			

Validador 3

Tabla 5
Criterios de valuación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Tabla 6
Perfil de validador 1

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Omar Darío Chacón Herrera	11	Magister en redes eléctricas Inteligentes	Jefe de Unidad de Control de Pérdidas Profesor en Universidad Técnica del Norte

Tabla 7
Escala de evaluación del validador 1

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
CRITERIOS	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X

Calidad Técnica	X
Factibilidad	X
Pertinencia	X

Fuente: Elaborada por Mg. Omar Chacón

Tabla 8
Perfil del validador 2

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Olger Gilberto Arellano Bastidas	13	Magister en Energías Renovables	Ingeniero Eléctrico de Calidad de Energía Profesor en Universidad Técnica del Norte

Tabla 9
Escala de evaluación del validador 2

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
CRITERIOS	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Fuente: Elaborada por Mg. Olger Arellano

Tabla 10
Perfil del validador 3

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Jorge Alberto Montesdeoca Cruz	20	Ingeniero Eléctrico en potencia	Jefe Departamento SCADA

Tabla 11*Escala de evaluación del validador 3*

EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD					
CRITERIOS	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto				X	
Aplicabilidad				X	
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad				X	
Pertinencia				X	

Fuente: Elaborada por Ing. Jorge Montesdeoca

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 12

Matriz de articulación

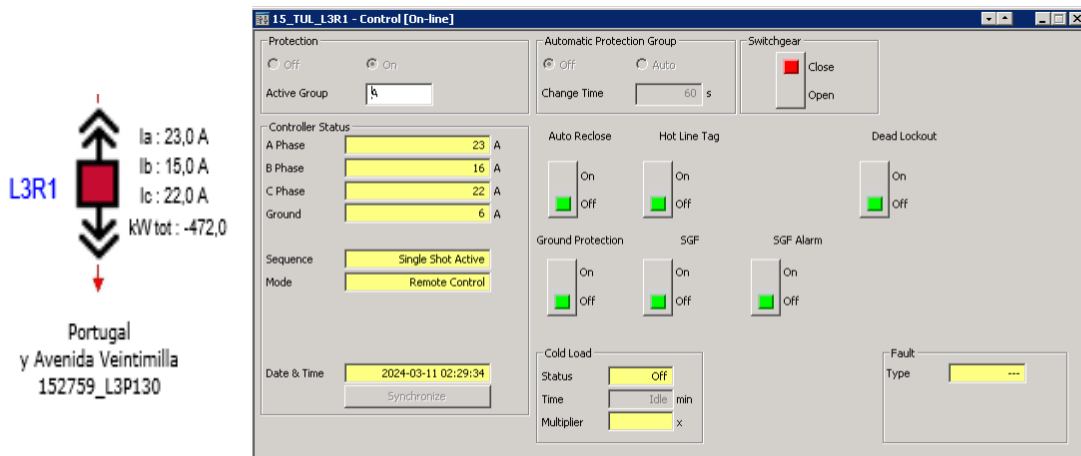
Ejes o partes principales del proyecto	Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1 Definición: de los reconectores, enlaces de comunicación, protocolos de comunicación industrial y capacidad del software Power Monitoring Expert PME.	1.1. Tomas de decisiones en base a funcionalidades y beneficios.	Comunicaciones alámbricas e Inalámbricas. Protocolos de comunicación industrial.	Análisis documental y experimental. Consulta de datasheets, manuales e instructivos.
2 Configuración: de controladores electrónicos de reconectores, router de comunicación, software Power Monitoring Expert.	2.1. Conexión y transferencia de datos mediante el protocolo Modbus TCP/IP. 2.2. Encales de comunicación WAN/MAN entre las subestaciones y el Centro de Control.	Protocolos de comunicación industrial. Aplicaciones de configuración propietaria (WSOS, Web Server) Herramientas de Power Monitoring Expert.	Análisis documental y experimental. Consulta de datasheets, manuales e instructivos.
3 Implementación: de diagramas unifilares de monitoreo, tendencias y reportes de parámetros eléctricos de los reconectores.	3.1 Monitoreo de equipos de sistemas de distribución eléctrica. 3.2. Adquisición y análisis de parámetros eléctricos.	Sistemas de comunicaciones Desarrollo de interfaces HMI	Análisis documental y experimental. Consulta de datasheets, manuales e instructivos. Sistemas HMI y adquisición de señales.

2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

La aplicación del sistema de monitoreo de los reconectores abarca algunos resultados como el monitoreo permanente de los reconectores, la visualización de tendencias con la toma de datos de los reconector cada 5 segundos y de la base de datos cada 5 minutos.

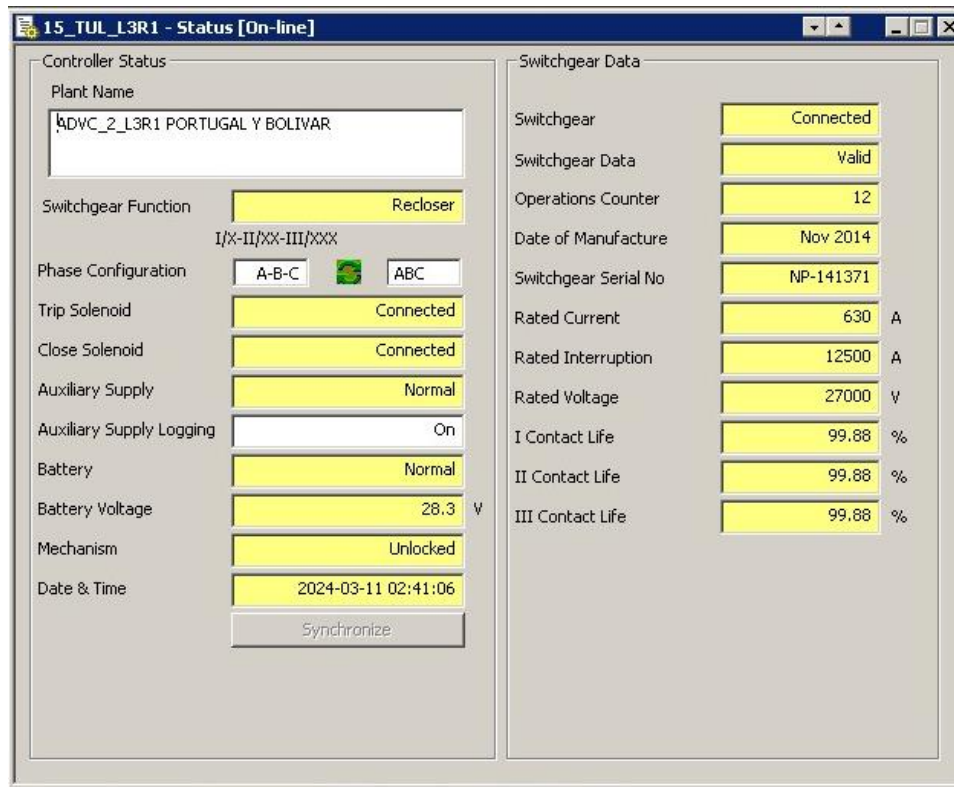
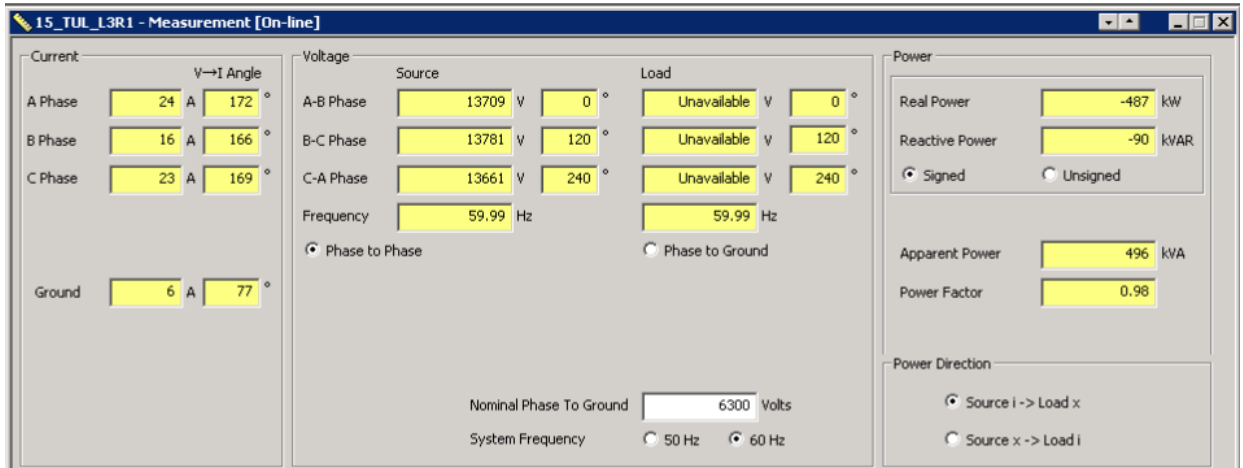
Para corroborar que los parámetros eléctricos obtenidos del sistema de monitoreo de los reconectores son los correctos y no existe valores falsos, y que provoquen un mal análisis y toma de decisiones en la operación del sistema de distribución de EMELNORTE; se procedió a comparar y validar los datos obtenida directamente a través del software propietario WSOS de los reconectores y los datos obtenidos en los diagramas del cliente web realizados en Power Monitoring Expert PME.

Figura 30
Validación de datos 1



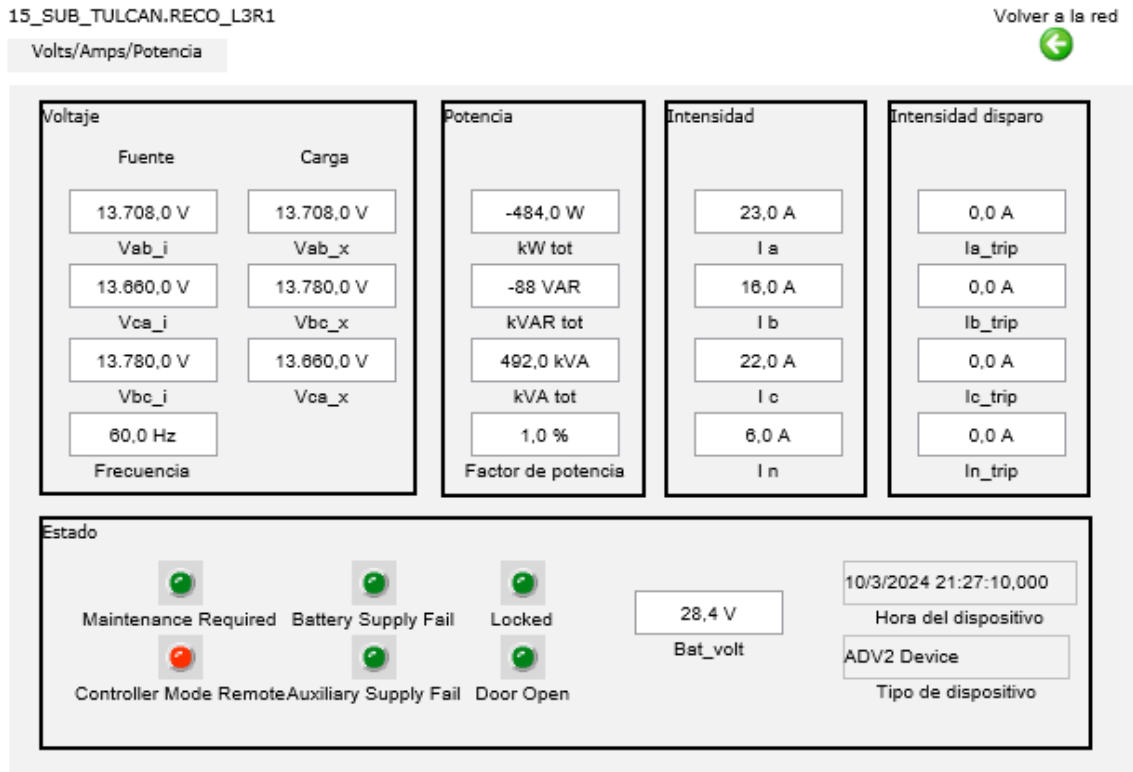
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 31
Validación de datos en software WSOS



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 32
Validación de datos en diagramas de PME



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la implementación de este proyecto, EMELNORTE dispone de una herramienta de fácil acceso, como es el sistema de monitoreo y reportería de los reconectores, la cual permite revisar y analizar los parámetros obtenidos de los reconectores para mantener el sistema de distribución funcional y en óptimas condiciones. Herramienta que puede ser usada por los jefes zonales, ingenieros y grupos de mantenimiento, y para lo cual se creó un INSTRUCTIVO SOBRE EL USO DE HERRAMIENTA CLIENTE WEB PME para el mejor entendimiento y aplicación.

CONCLUSIONES

Mediante la implementación del proyecto, los clientes web que utilicen el sistema de monitoreo de los reconectores, podrán acceder a la información de estado y de parámetros eléctricos de los reconectores de EMELNORTE de manera fácil, sencilla, en tiempo real y a cualquier horario, sin la necesidad de disponer de un software dedicado y complicaciones en instalación de programas.

El presente proyecto permitirá que a través del monitoreo permanente de los reconectores y mediante el análisis de los datos obtenidos en una falla eléctrica en el sistema de distribución, el personal de EMELNORTE pueda tomar acciones correctivas y de mantenimiento, para así brindar un servicio eléctrico continuo y confiable a los usuarios, reduciendo los tiempos de reposición por interrupción del servicio eléctrico y beneficiando a los usuarios que se abastecen de electricidad y también a EMELNORTE al obtener mayores ingresos económicos por reducir los tiempos de energía no suministrada.

EMELNORTE dispone del software Power Monitoring Expert PME con una licencia ilimitada para la integración de dispositivos a través del protocolo Modbus, por lo que el sistema de monitoreo de reconectores es expandible, permitiendo la integración de nuevos reconectores que puedan instalarse a futuro en el sistema de distribución; y también es escalable, permitiendo adaptar más funciones que se requieran o modificar las existentes.

RECOMENDACIONES

Participar al personal de EMELNORTE como ingenieros, jefes zonales y personal de operación, de la implementación de esta herramienta de monitoreo de reconectores, para su aplicación y uso para mejorar la operación del sistema de distribución.

Realizar una capacitación semestral, sobre el uso y manejo de las funcionalidades del sistema de monitoreo de reconectores, para que al personal de EMELNORTE adquiriera conocimientos y habilidades en el empleo de esta nueva herramienta.

BIBLIOGRAFÍA

- Chulde, E. (2018). *Diseño de un modelo de sistema de gestión por procesos para el departamento de Tic's en la empresa eléctrica regional del norte "Emelnorte" S.A de la ciudad de Ibarra*. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8192>
- Cisneros, D., & Gutama, J. (2023). *Guía de integración del software POWER MONITORING EXPERT con los relés de protección Schneider P3L30, P5M30, P5F30 en el laboratorio de IEDS de la UPS sede Cuenca*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24738>
- EATON Powering Business Worldwide. (2024). *Reconectores: conceptos fundamentales de los reconectores*. <https://www.eaton.com/ar/es-mx/products/medium-voltage-power-distribution-control-systems/reclosers/reclosers--fundamentals-of-reclosers.html#:~:text=Un%20reconector%20es%20un%20interruptor,problema%2C%20como%20un%20corto%20circuito>.
- EMELNORTE. (2022). *EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE PRESENTÓ SU RENDICIÓN DE CUENTAS 2022*. www.emelnorte.com: <https://www.emelnorte.com/eern/index.php/2023/06/06/empresa-electrica-regional-norte-s-a-emelnorte-presento-su-rendicion-de-cuentas-2022/>
- Estrada, J. (2019). *Protocolos de comunicaciones industriales*. Logicbus SA de CV: <https://www.logicbus.com.mx/pdf/articulos/Protocolos-de-Comunicaci%C3%B3n-Industrial.pdf>
- Martinez, C. (2018). *Investigación descriptiva: definición, tipos y características*. RECIMUNDO: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Mullo, H. (2022). *SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LA SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN NOVACERO MEDIANTE LabVIEW*. Repositorio Digital Universidad Israel : <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/3329>
- Oñate, V. (2014). *Diseño e implementación del sistema de comunicación inalámbrico para interconectar la SMART GRID formada por los reconectores U-series WITH ADV C Controller en la red de distribución eléctrica de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A*. Repositorio ESPE Sede Latacunga: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8798>
- Rosero, J., & Mendoza, W. (2013). *Estudio y diseño de los medios de comunicación industrial sobre sistemas de protección con IEDs en subestaciones de distribución*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5164>
- Ugsha, D., & Ugsha, L. (2019). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI UTILIZANDO DISPOSITIVOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA "CATAZACON" DEL CANTÓN PANGUA PERTENECIENTE A LA EMPRESA EL*. Repositorio ESPE Sede Latacunga:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/7328/AC-ESPEL-ENI-0311.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad de Veracruz. (s.f.). *Introducción a la Investigación: guía interactiva*.
<https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>

ANEXOS

- 01 DIAGRAMAS COMUNICACIÓN DE RECONECTADORES
- 02 DIRECCIONAMIENTO IP DE RECONECTADORES
- 03 INSTRUCTIVO SOBRE EL USO DE HERRAMIENTA CLIENTE WEB PME




ANEXO 01
DIAGRAMAS
COMUNICACIÓN DE
RECONECTADORES

DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE CAYAMBE - EMELNORTE

DATOS DE RED

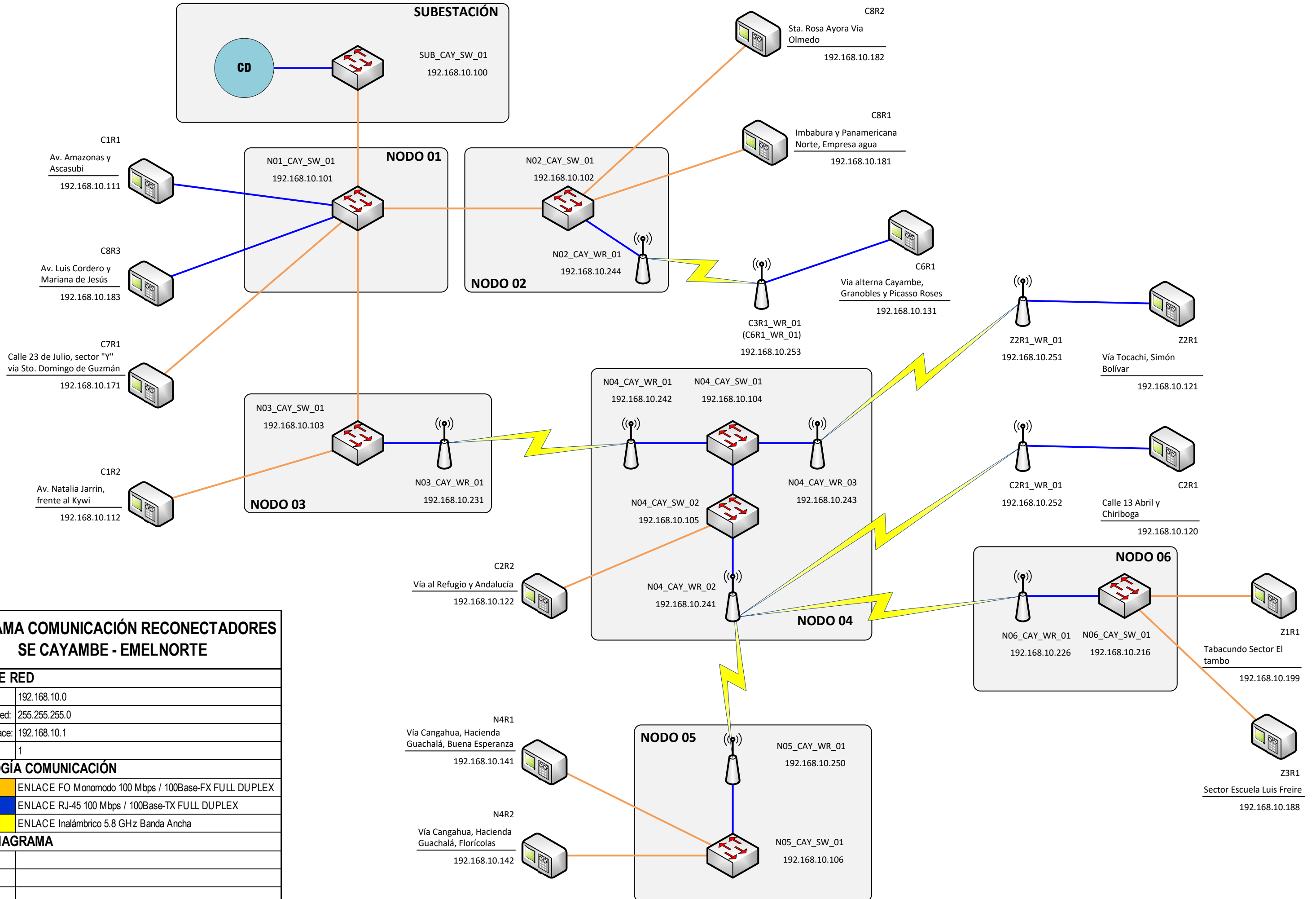
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	



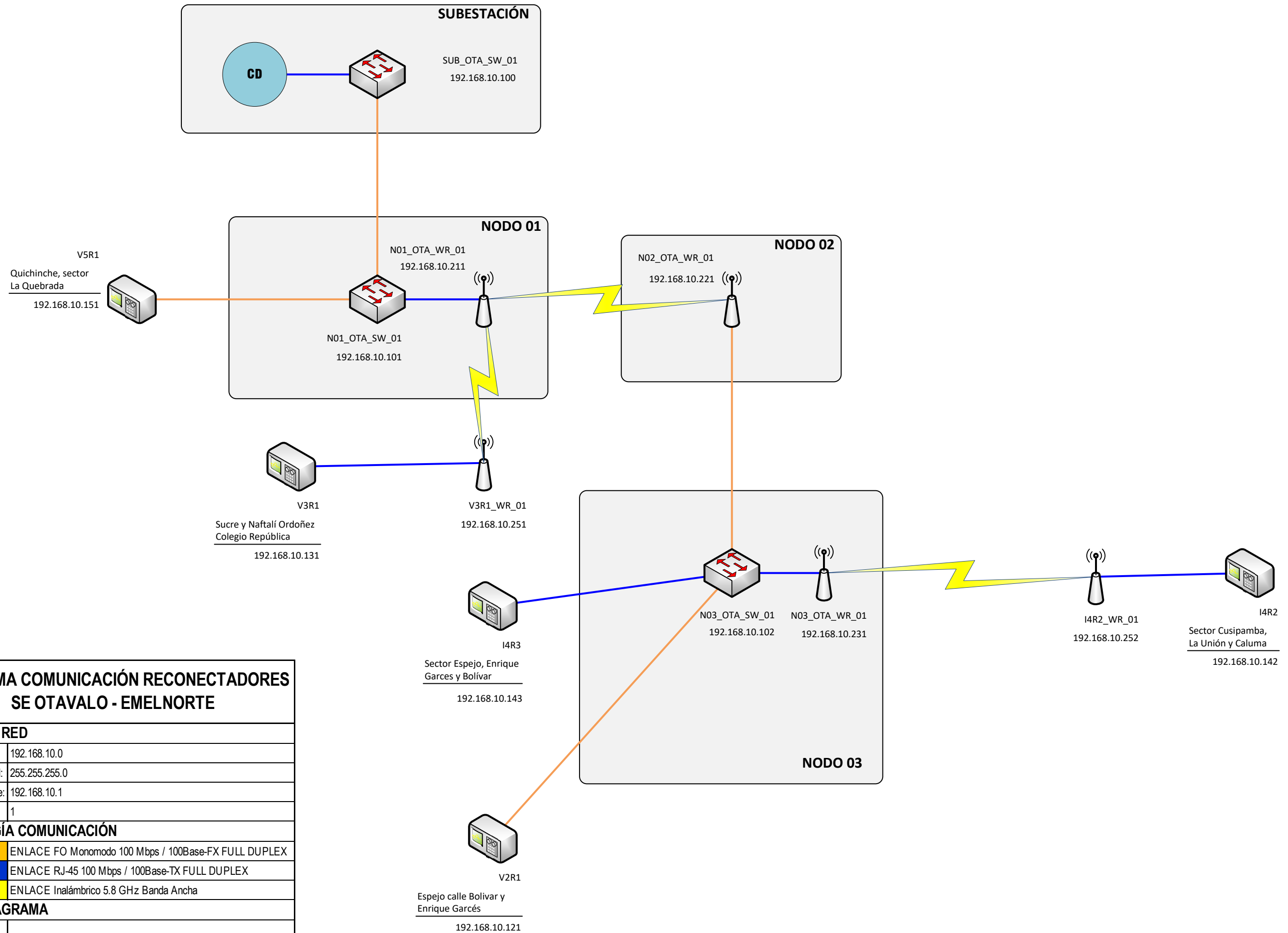


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE OTAVALO - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

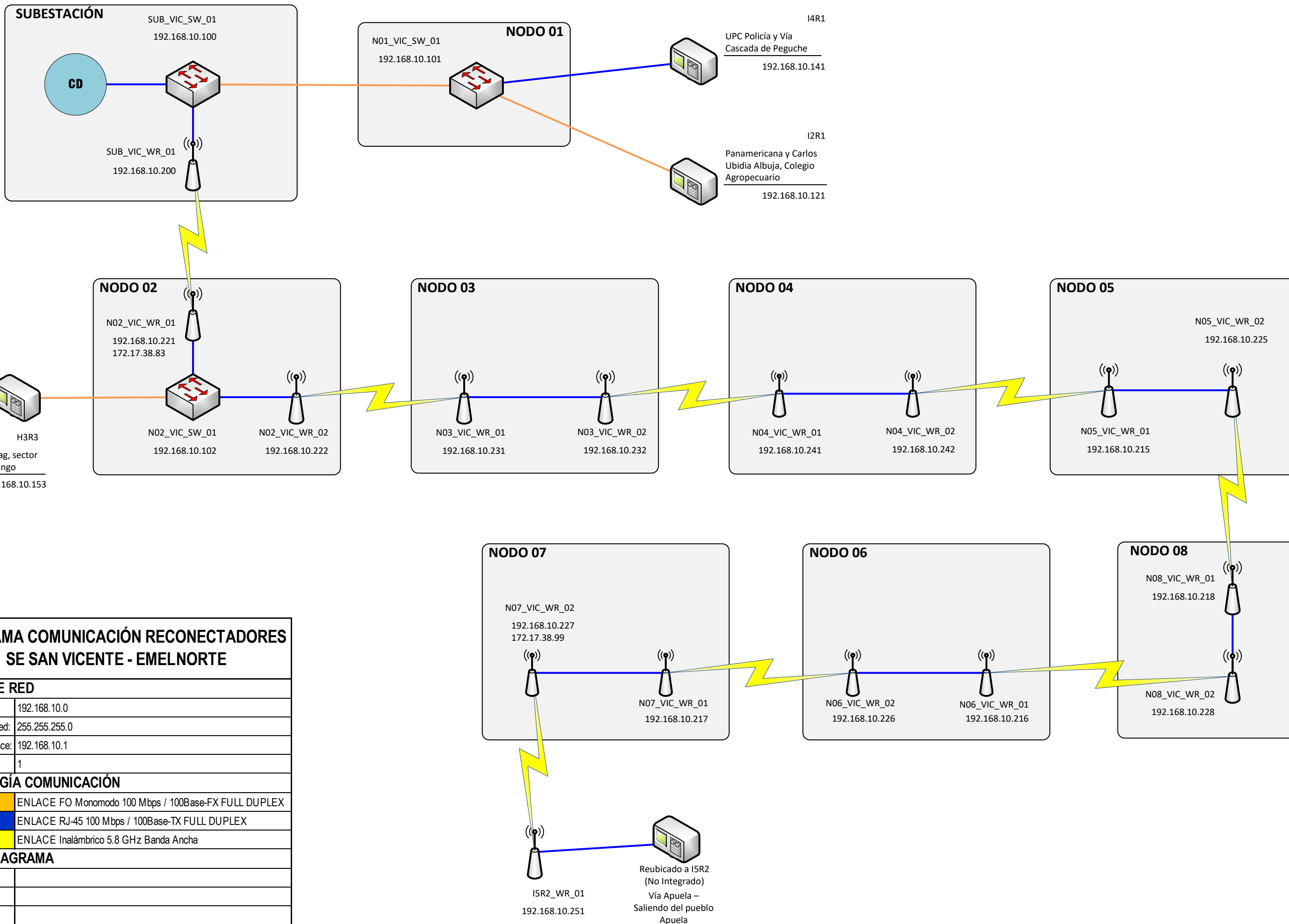


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE SAN VICENTE - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

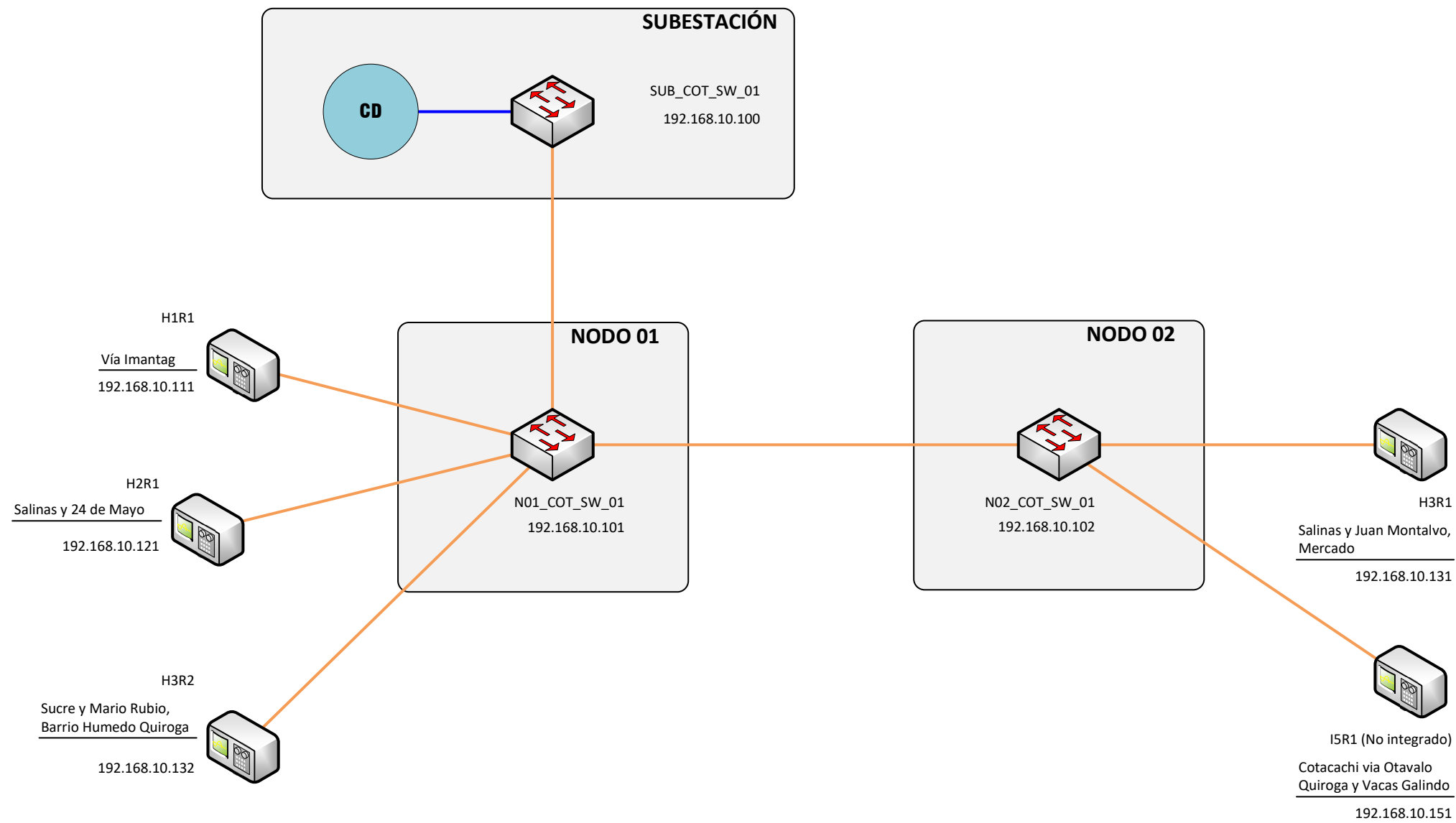


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE COTACACHI - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

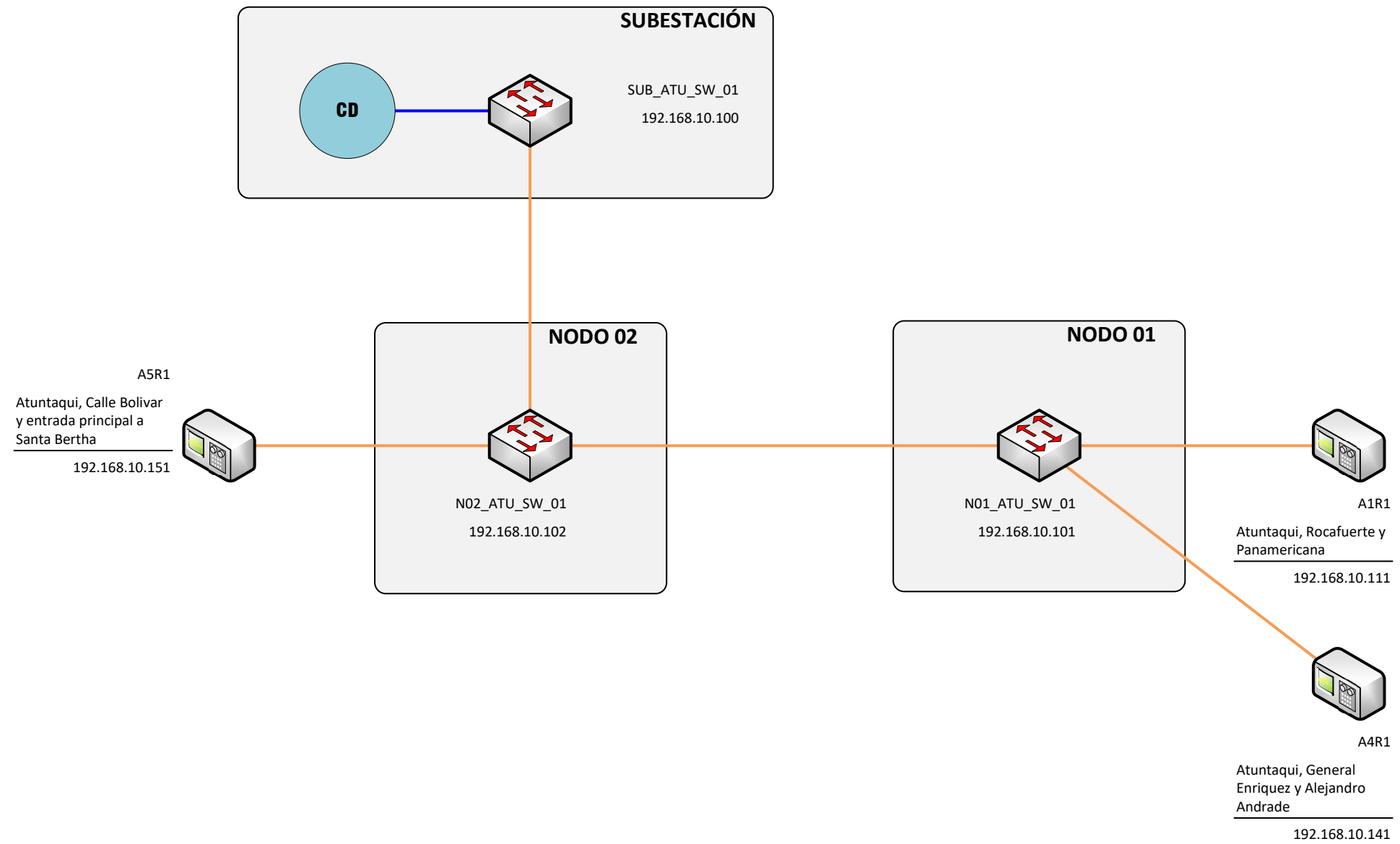


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE ATUNTAQUI - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

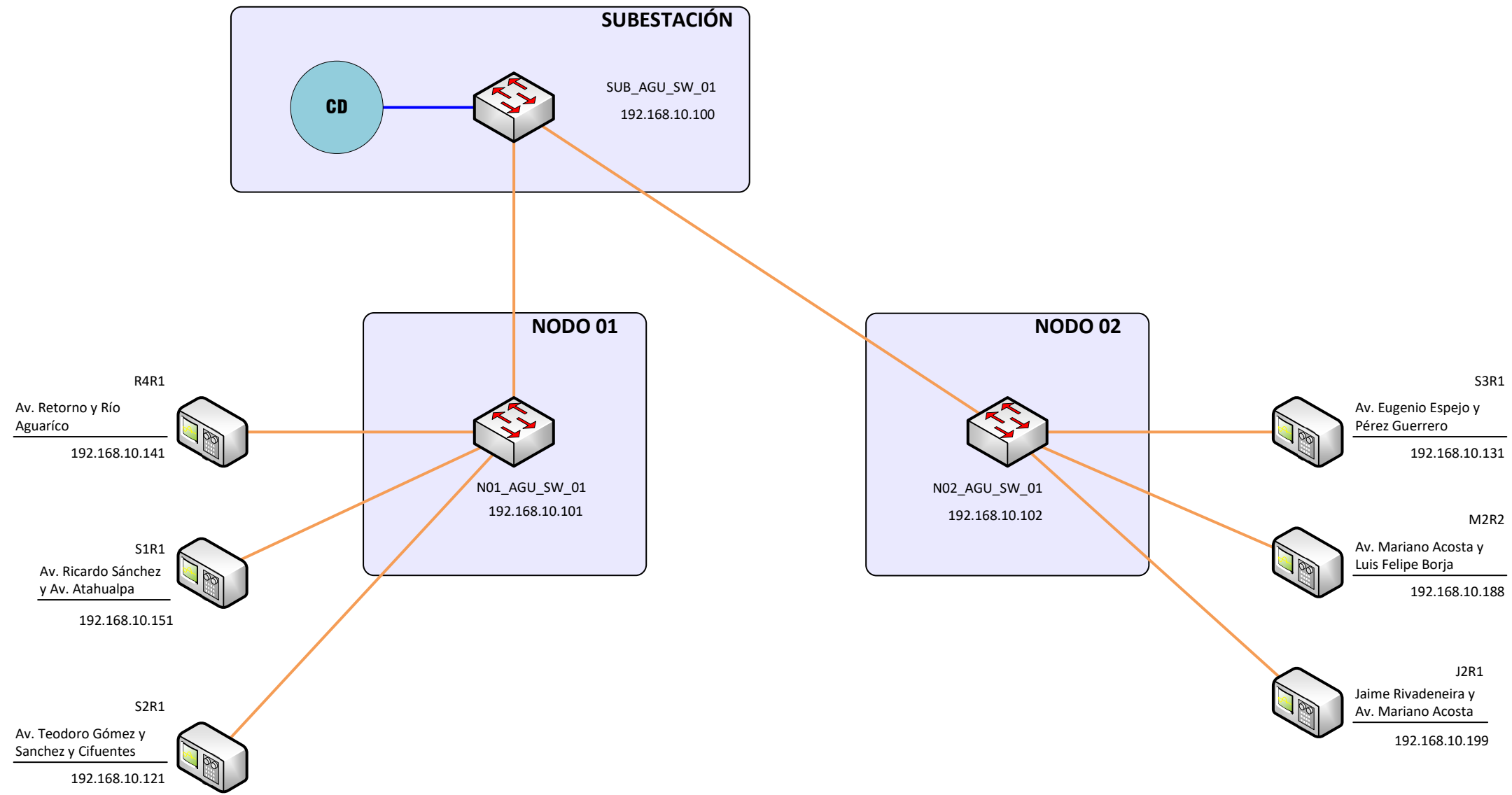


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE SAN AGUSTÍN - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

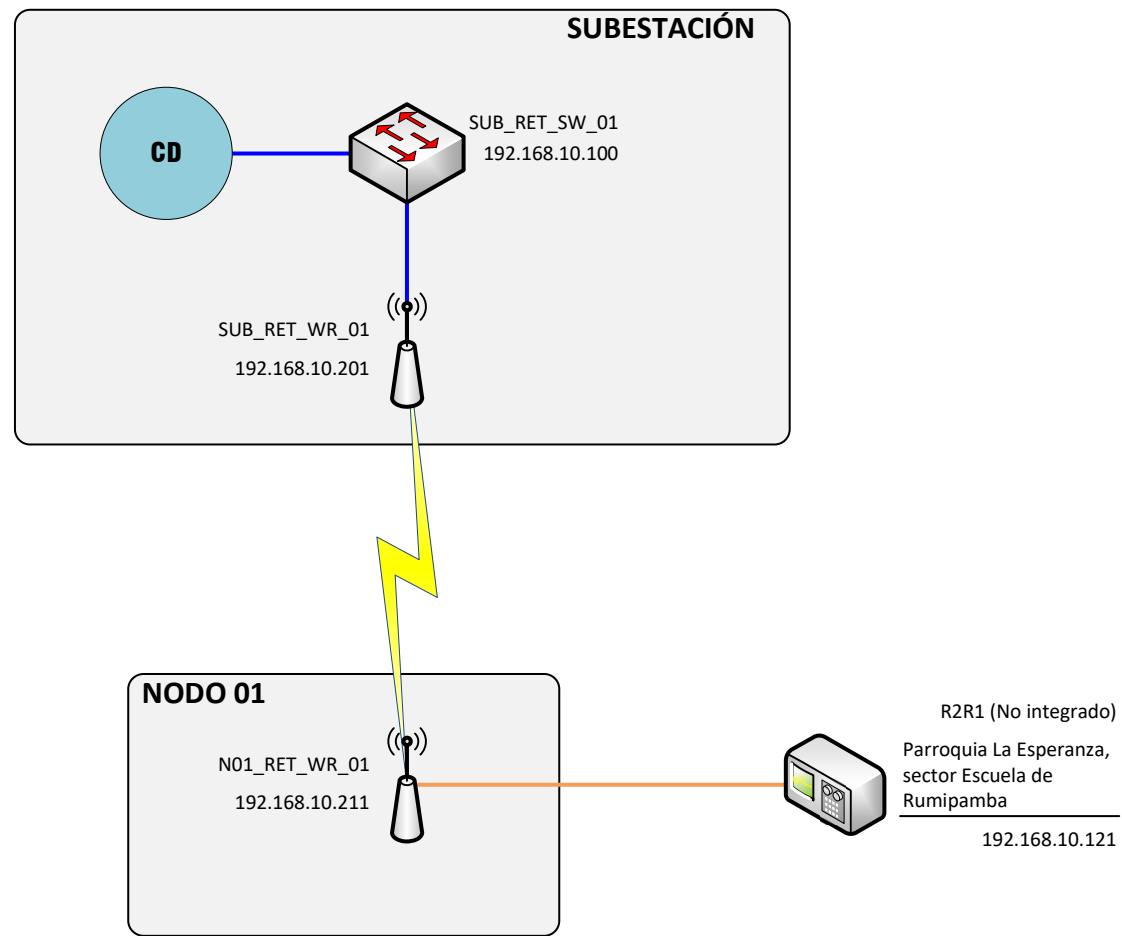
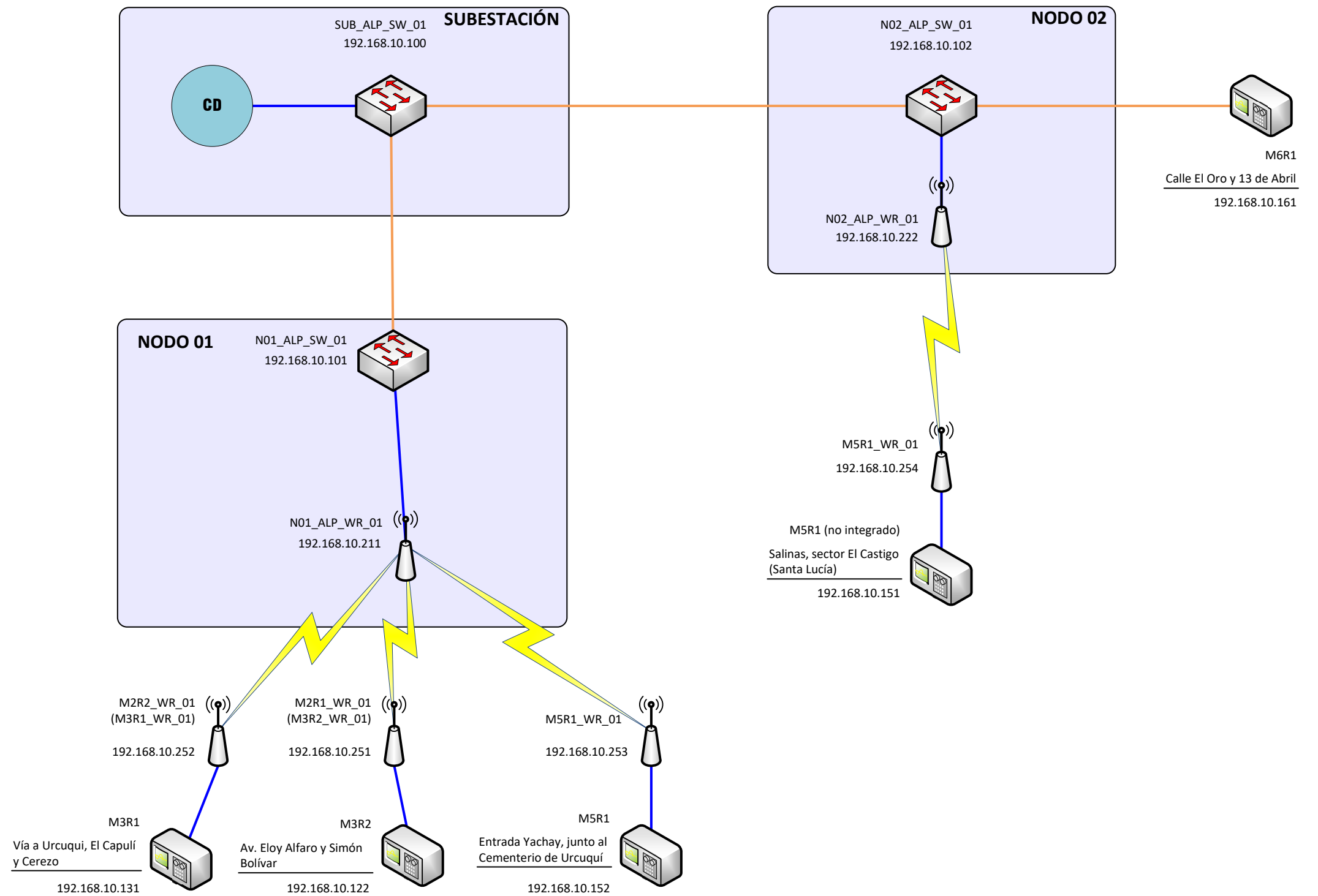


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE EL RETORNO - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE ALPACHACA - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	



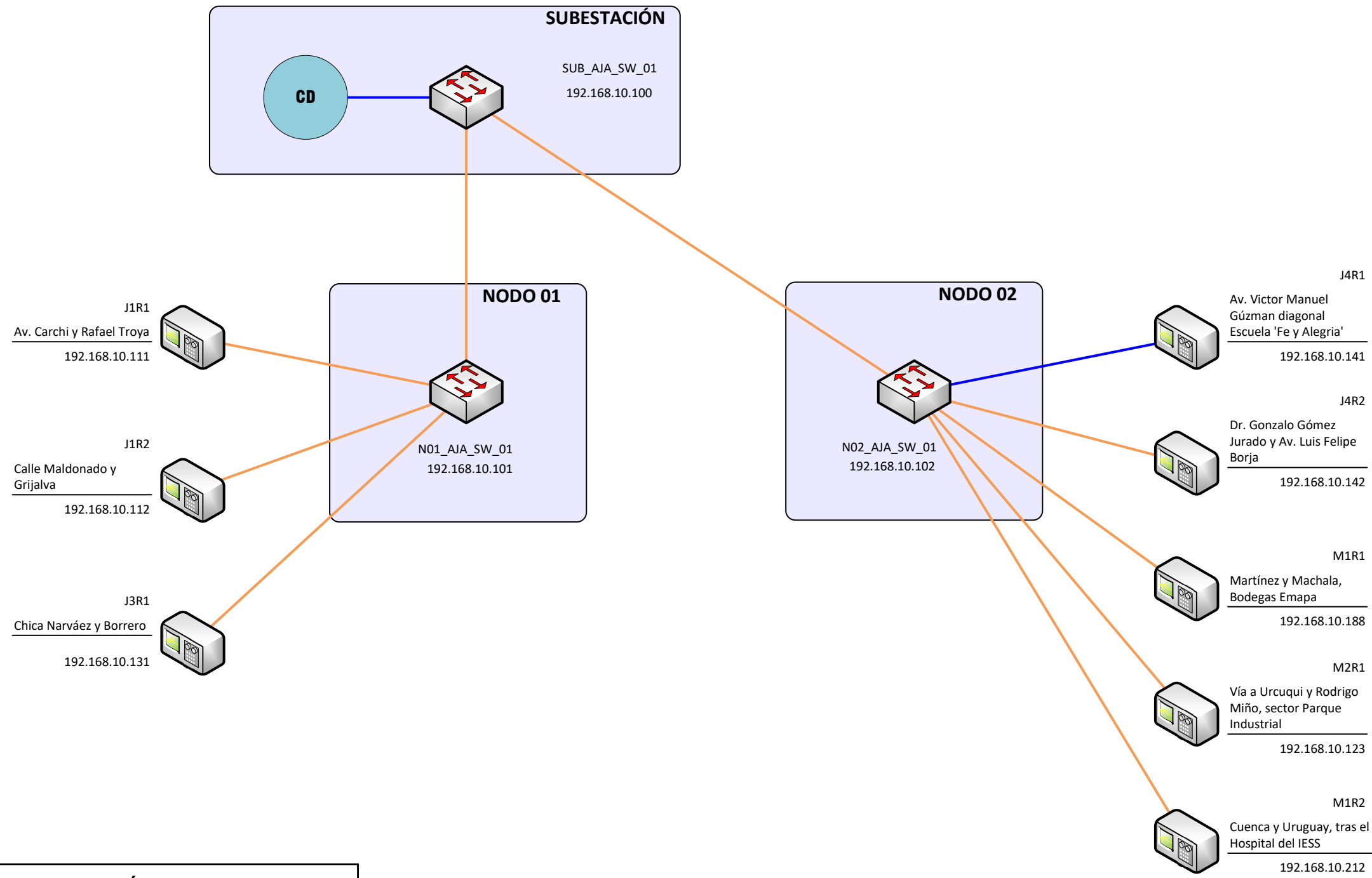




DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE AJAVÍ - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

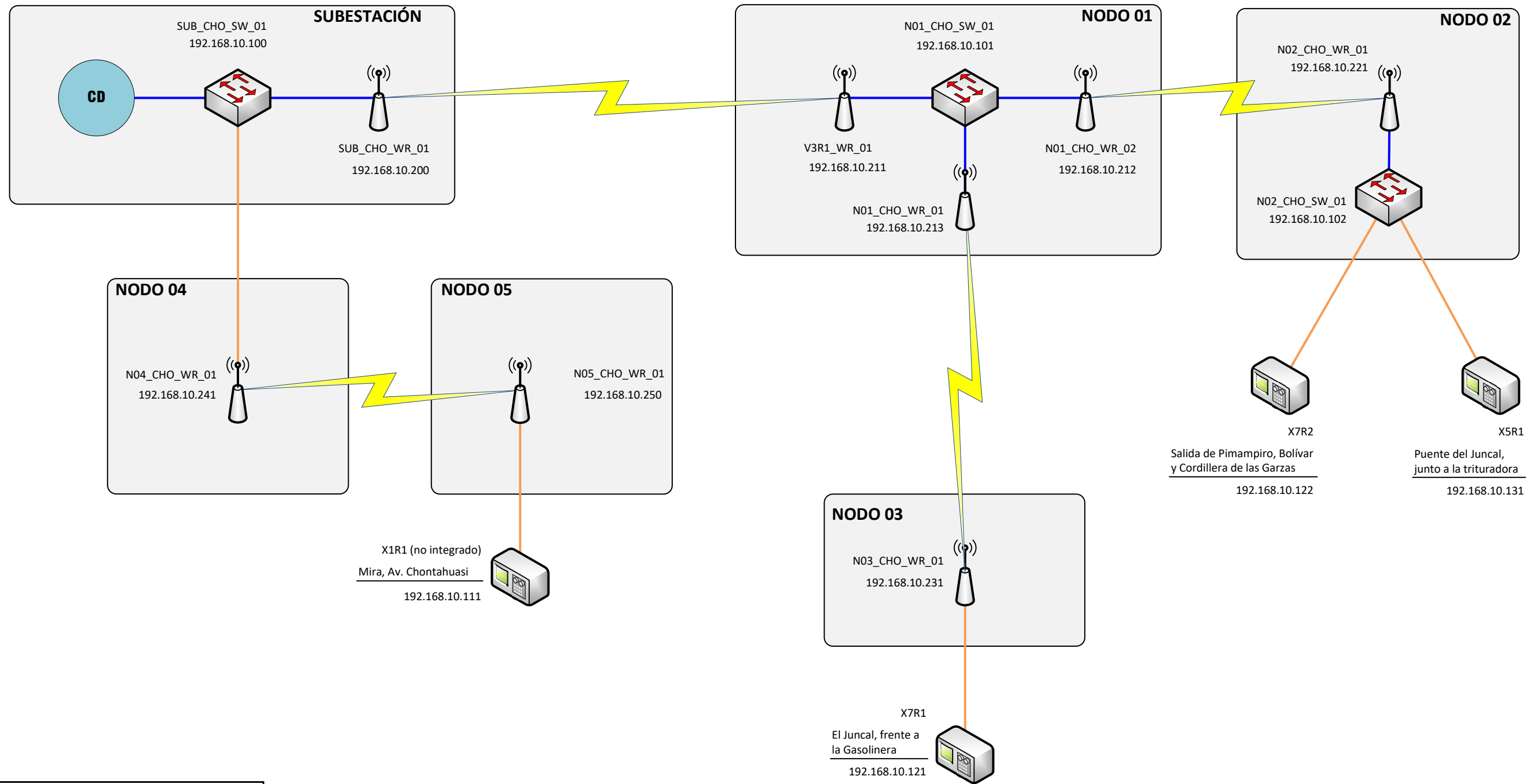


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE EL CHOTA - EMELNORTE	
DATOS DE RED	
Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1
SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN	
	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha
DATOS DIAGRAMA	
Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

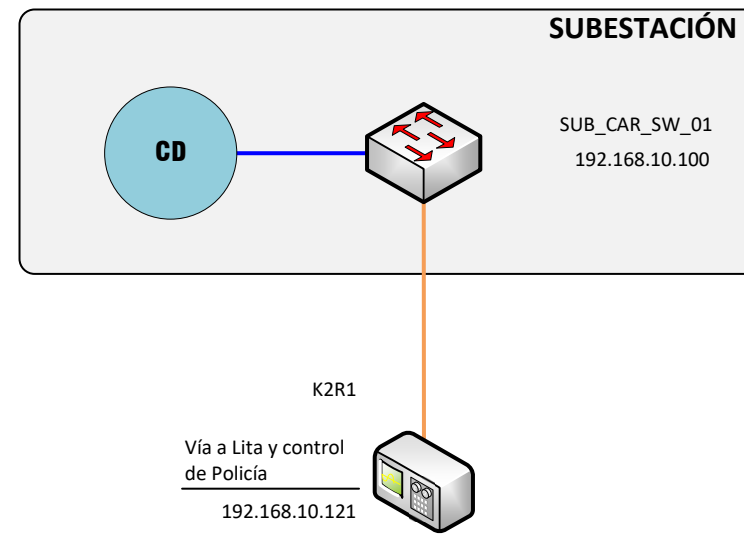





DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE CAROLINA - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

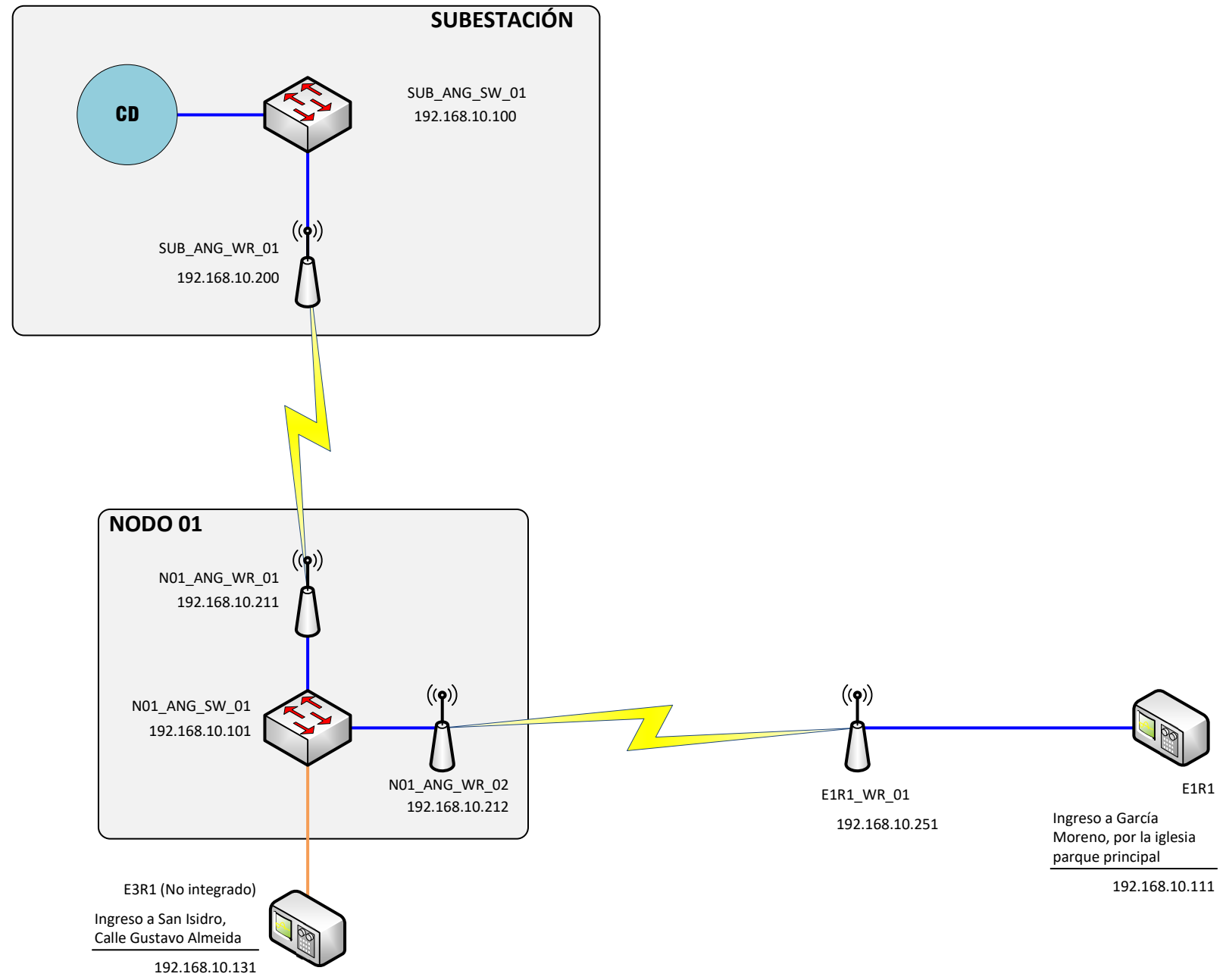


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE EL ANGEL - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

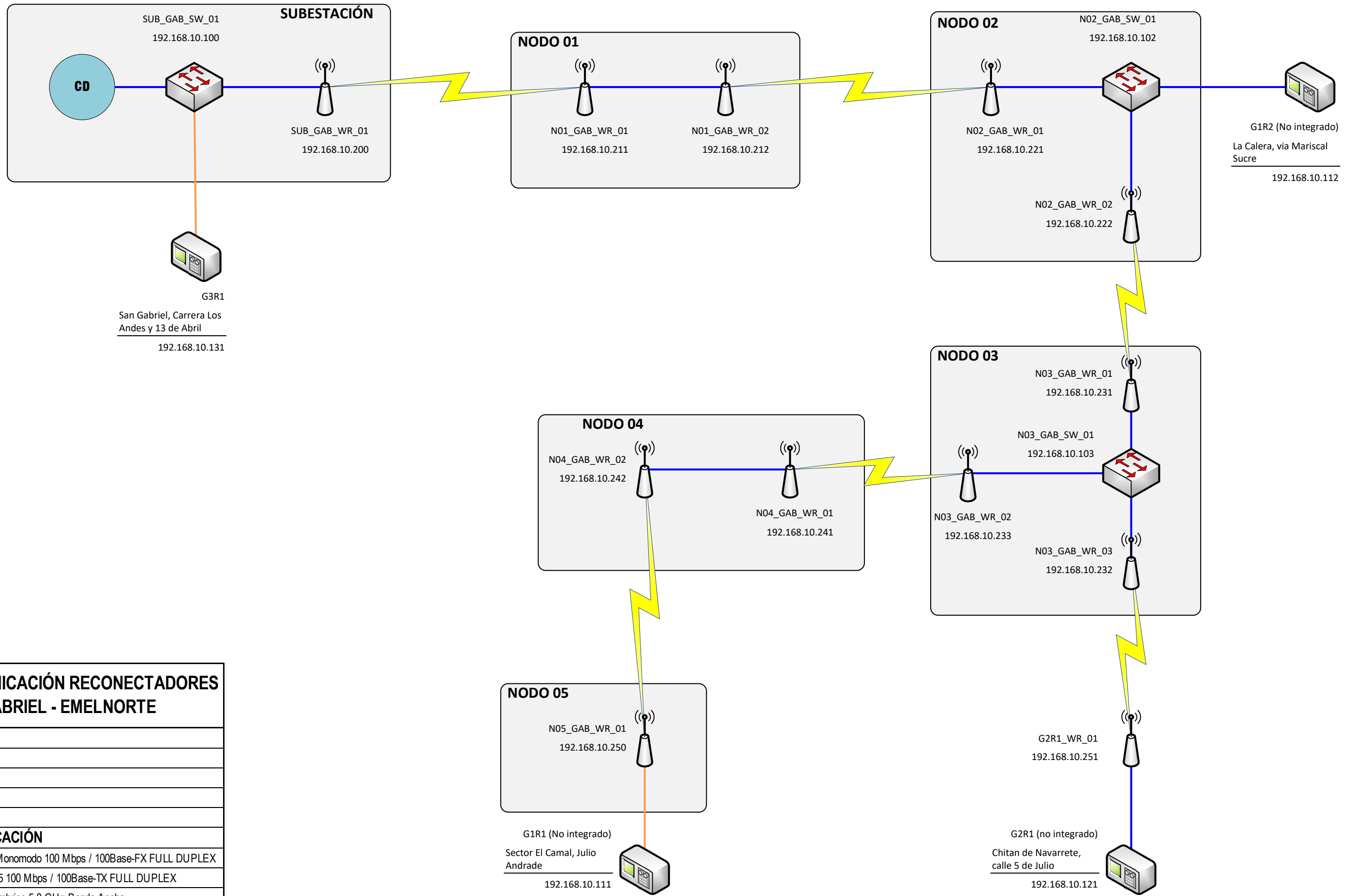


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE SAN GABRIEL - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

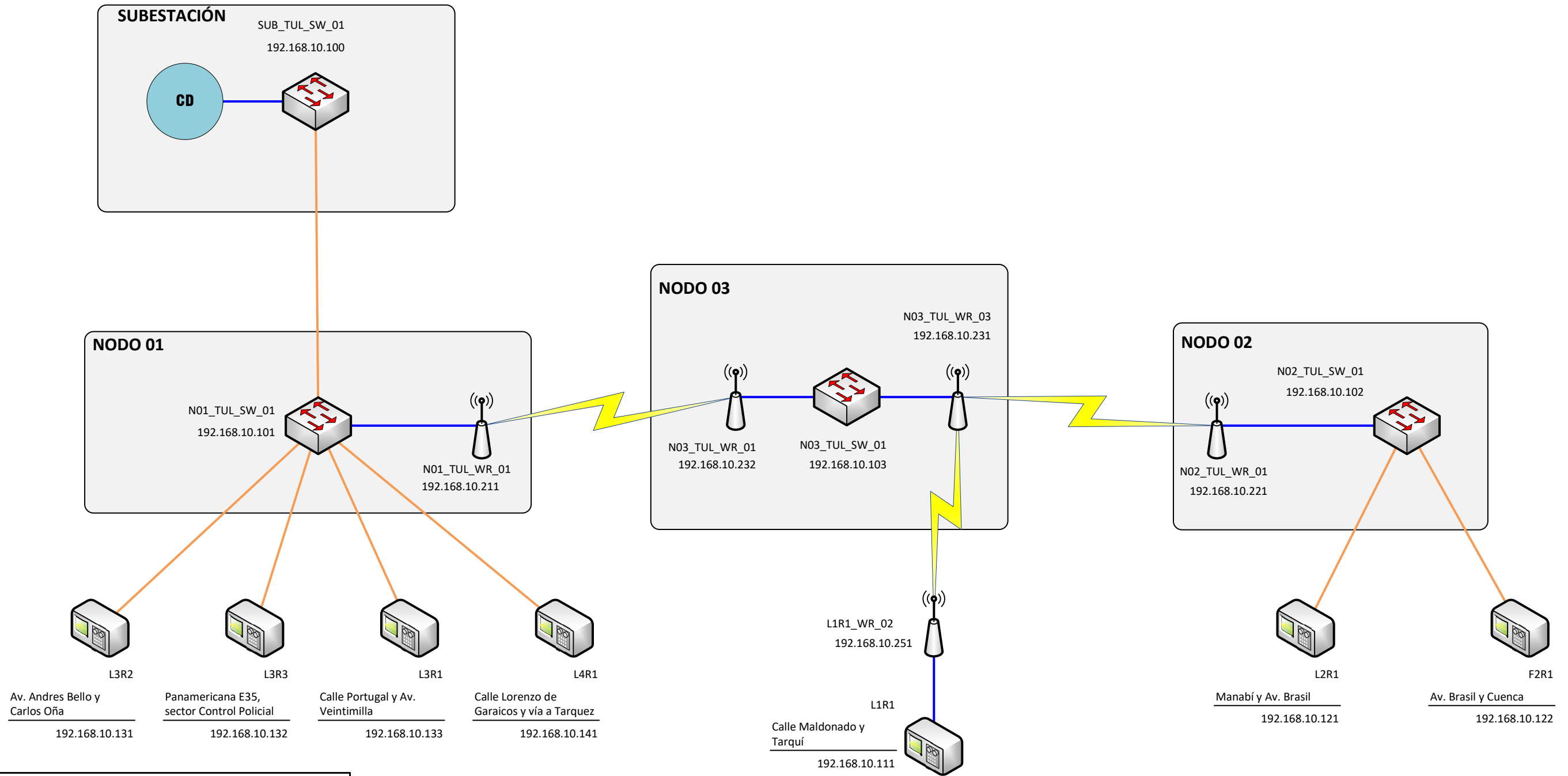


DIAGRAMA COMUNICACIÓN RECONECTADORES SE TULCÁN - EMELNORTE

DATOS DE RED

Red IP	192.168.10.0
Máscara Subred:	255.255.255.0
Puerta de Enlace:	192.168.10.1
VLAN	1

SIMBOLOGÍA COMUNICACIÓN

	ENLACE FO Monomodo 100 Mbps / 100Base-FX FULL DUPLEX
	ENLACE RJ-45 100 Mbps / 100Base-TX FULL DUPLEX
	ENLACE Inalámbrico 5.8 GHz Banda Ancha

DATOS DIAGRAMA

Elaboró:	
Revisó:	
Lámina:	
Fecha elaboración:	
Fecha actualización:	

ANEXO 02

DIRECCIONAMIENTO IP DE RECONECTADORES

Nro.	Subestación	Dirección 1	Dirección 2	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		Reconector	Poste	Circuito	Dirección IP-OT	Dirección IP-IT	Observación
				X	Y	Latitud	Longitud						
53	15_Tulcán	Tulcán	Maldonado y Tarqui	865293,00	10089472,00	0°48'29.32"N	77°43'7.27"O	L1R1	147751	L1P224	192.168.10.111	172.17.32.192	
54		Tulcán	Manabí y Av. Brasil	866002,00	10090672,00	0°49'8.32"N	77°42'44.34"O	L2R1	151041	L2P740	192.168.10.121	172.17.32.193	
55		Tulcán	Portugal y Av. Veintimilla	863828,9098	10088521,8	0°47'58.46"N	77°43'54.59"O	L3R1	152759	L3P130	192.168.10.131	172.17.32.188	
56		Tulcán	Av. Andrés Bello y Carlos Oña	863637,00	10088210,00	0°47'48.33"N	77°44'0.80"O	L3R2	152717	L3P87	192.168.10.132	172.17.32.189	
57		Tulcán	Panamericana E35, sector Control Policial	863179,7508	10085524,52	0°46'21.02"N	77°44'15.63"O	L3R3	154401	L3P1933	192.168.10.133	172.17.32.190	
58		Tulcán	Lorenzo de Garaicoa y Vía a Taques	862310,4955	10088001,1	0°47'41.57"N	77°44'43.65"O	L4R1	158715	L4P6957	192.168.10.141	172.17.32.191	
59	16_El Rosal	Tulcán	Av. Brasil y Cuenca	865978	10090730	0°49'10.21"N	77°42'45.11"O	F2R1	151047	L2P746	192.168.10.121	172.17.32.194	
60	17_Cananvalle	Cayambe	Vía Cangahua, Hacienda Guachalá, Buena Esperanza	814940,26	9997255,47	0°1'29.28"S	78°10'15.13"O	N4R1	12221	Z4P5874	192.168.10.141	172.17.39.220	Sin conexión
61		Cayambe	Vía Cangahua, Hacienda Guachalá, Florícolas	814973,75	9997260,60	0°1'29.11"S	78°10'14.05"O	N4R2	8321	Z4P658	192.168.10.142	172.17.39.221	Sin conexión

ANEXO 03

INSTRUCTIVO SOBRE EL USO DE HERRAMIENTA CLIENTE WEB-PME

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Diego Imbaquingo		
Fecha: 10/02/2024		

PME requiere datos en tiempo real e históricos de dispositivos para ser un sistema de monitoreo de energía. Esto solo es posible si el software como los dispositivos se comunica utilizando el mismo protocolo. Se admite los siguientes protocolos para comunicarse con los dispositivos:

- MODBUS® TCP
- MODBUS RTU (vía Ethernet Gateway)
- ION™

Actualmente se han ingresado los dispositivos de medición Marca Schneider, Modelo ION (7650, 7400, 8600, 8650 y 6200) de las subestaciones y centrales de generación de EMELNORTE y dispositivos en puntos de frontera con TRANSELECTRIC, dando un total de **211 dispositivos** entre gama alta, media y baja. Todos estos dispositivos han sido incorporados mediante Ethernet y serial a través de Gateway (LINK 150)

NOMENCLATURA DE LOS DISPOSITIVOS

El sistema PME, permite configurar e identificar cada dispositivo de medición de acuerdo a los siguientes parámetros:

Grupo	02_SUB_CAYAMBE
Nombre	CIRCUITO_C2
Tipo de dispositivo	ION 8500
Sincronización horaria Ethernet habilitada	SI
Dirección IP o nombre de host	172.17.39.85
Ordenador	SRVPME
Habilitado	SI
Descripción	

Donde:

Grupo: Hace referencia al número y nombre de cada subestación.

Ejemplo: 02_SUB_CAYAMBE

Número Subestación

Nombre Subestación

Nombre: Hace referencia al circuito, transformador o línea al que pertenece el dispositivo de medición en la subestación.

Ejemplo: GENERAL_1

Transformador

Nro. Transformador

Ejemplo: **CIRCUITO_C1**



Tipo de dispositivo: Hace referencia al modelo del dispositivo de medición. Se cuenta con modelos ION 8600, ION 8650, ION 7650, ION 7400 e ION 6200

CLIENTE WEB

El conjunto de aplicaciones web es la interfaz de usuario principal del sistema Power Monitoring Expert (PME). Muestra datos en tiempo real, información histórica y alarmas en una única interfaz de usuario, accesible en cualquier lugar de la red y se usa más comúnmente en la tarea de administración de energía diaria.

Las aplicaciones web están alojadas en el servidor de Power Monitoring Expert y están disponibles para conectarse desde cualquier computadora en la red a través del navegador web.



Se incluyen las siguientes aplicaciones:

CUADROS DE MANDOS	Muestra datos históricos en dispositivos fácilmente visibles.
DIAGRAMAS	Muestra una representación gráfica personalizada del sistema de monitoreo de energía.
TENDENCIAS	Monitorea las condiciones del sistema al mostrar datos históricos y en tiempo real en un formato gráfico.
ALARMAS	Muestra datos en tiempo real del sistema de alarmas en formato tabular.
INFORMES	Proporciona energía, calidad de la energía e informes genéricos del sistema basados en datos históricos recogidos de dispositivos.
PARÁMETROS	Permite la parametrización o configuración de los dispositivos integrados, creación de nuevos usuarios, modificar las alarmas, etc.

REQUISITOS DE SOFTWARE:

Se requiere:

- Microsoft Excel 2010 o versión superior, para los informes exportados en formato Excel.
- Navegador de escritorio para acceder a las aplicaciones web, los navegadores pueden ser:
 - Microsoft Internet Explorer versión 11 o posterior (para uso de TABLAS)
 - Google Chrome versión 42 o posterior.
 - Mozilla Firefox versión 35 o posterior.



USO DEL CLIENTE WEB

El Cliente web es una aplicación de usuario que muestra datos en tiempo real, históricos y de alarma en una única interfaz de usuario y disponibles a través del navegador web.

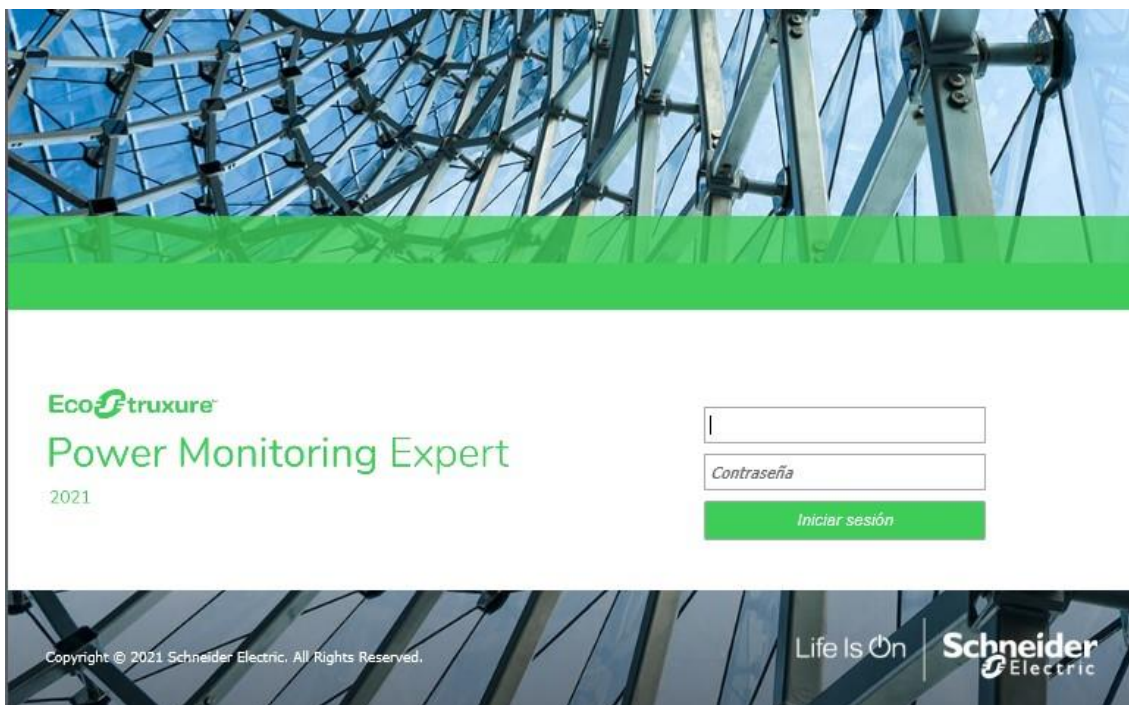
Para ingresar:

1. Escriba <http://srvpme/SystemDataService/Auth?ReturnUrl=%2fpme%2f> , es el nombre del servidor.
2. Inicie sesión con su usuario y contraseña asignados.

Ejemplo: **Ing. Diego Imbaquingo**

Usuario: dimbaquingo

Contraseña: dimbaquingo



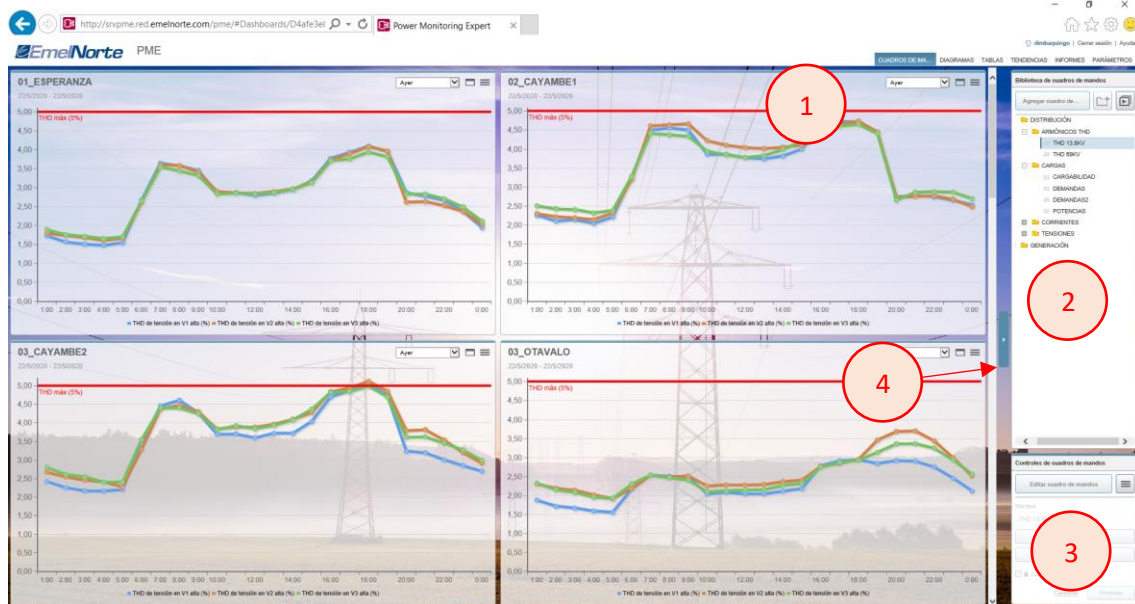
3. Seleccione cualquiera de las aplicaciones de la barra de navegación para usarlas.

CUADROS DE MANDOS

Permite al usuario ver el uso de energía y otros parámetros eléctricos en representaciones gráficas llamadas gadgets (gráficos de tendencias, barra y pastel). Estos gadgets se utilizan para mostrar todas las mediciones históricas como Cargabilidad, Tensiones, Corrientes, e información de calidad de energía como THD, flicker, etc; en formato gráfico.

Interface Cuadros de Mando

La interfaz de usuario de Cuadros de mandos consta de un panel de visualización y un panel de configuración:



1. Panel de visualización
2. Biblioteca de cuadros de mandos
3. Controles de carpetas
4. Alternar para mostrar / ocultar el panel de configuración del tablero

Panel de visualización

El panel de visualización es donde se cargarán los cuadros de mandos para que el usuario interactúe. Seleccione un cuadro de mando de la Biblioteca para ver en el panel de visualización. Se puede cambiar entre gadget para analizar más los datos.

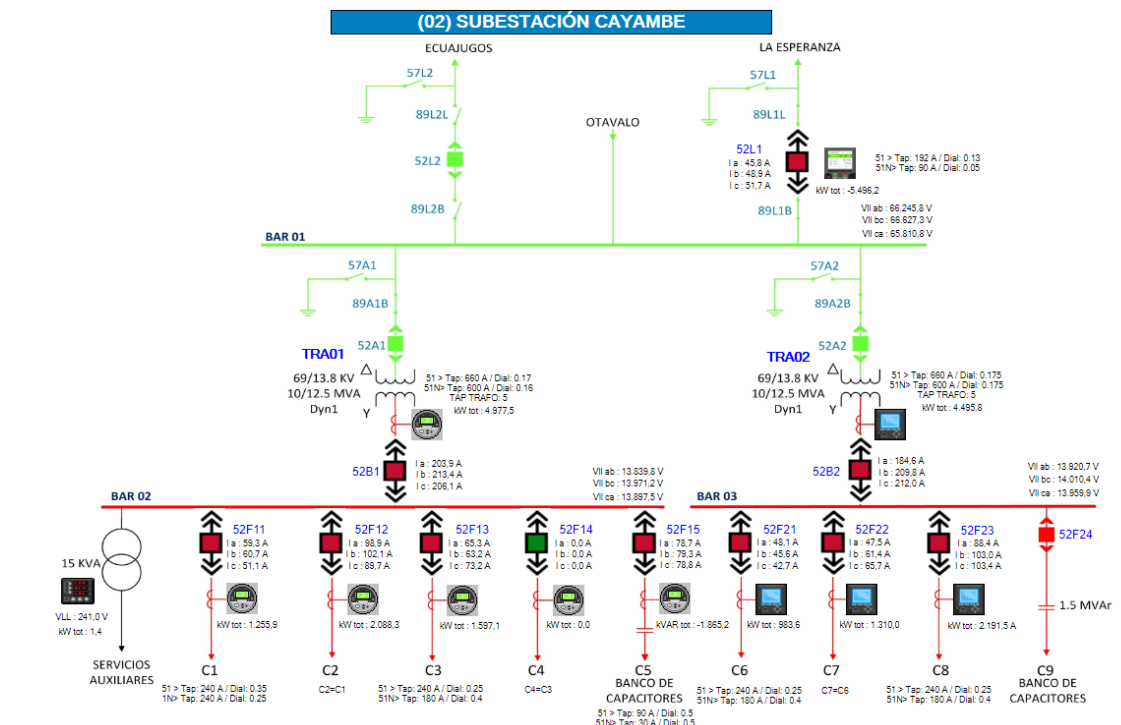
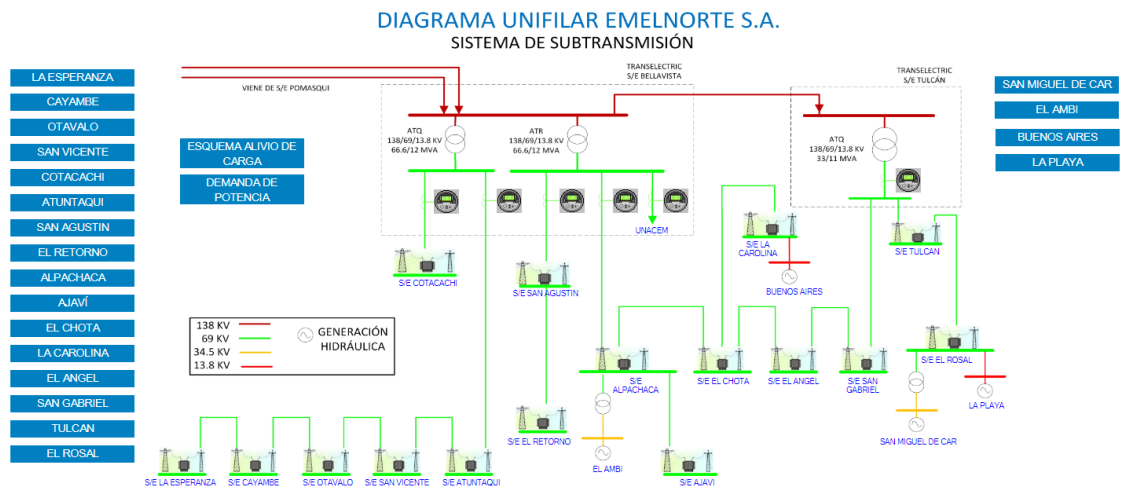


1. Desplace el cursor del mouse sobre el punto de datos para obtener más detalles, como fuente, medida, marca de tiempo y valor.
2. Haga clic en una serie de datos para habilitarla / deshabilitarla fácilmente en el área de visualización.
3. Controles para interactuar con el gadget. Aquí se podrá cambiar el periodo de visualización y exportar los datos del gadget actual a un archivo formato Excel *.CSV para más análisis.

DIAGRAMAS

Muestra una representación gráfica personalizada del sistema de monitoreo de energía, como es el diagrama unifilar del sistema de Subtransmisión de Emelnorte mostrado en un navegador web.

Múltiples usuarios pueden acceder y mostrar diagramas creados, sin instalar software adicional



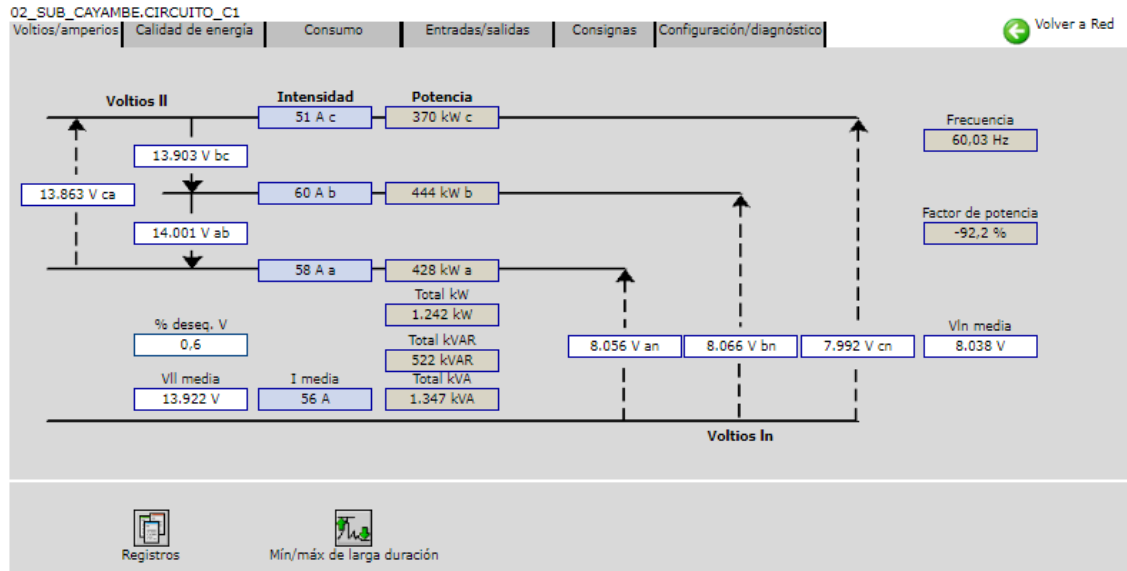
El área de visualización es donde se mostrarán los diagramas y objetos creados en el Cliente de Ingeniería (Vista). Los objetos que se pueden mostrar en Diagramas incluyen:

- Datos numéricos en tiempo real.
- Gráficos o diagramas de fondo.
- Vistas básicas de eventos, datos y registros de forma de onda.

Ver datos en tiempo real



Los íconos permiten mostrar diagramas predeterminados que muestra datos en tiempo real. Se muestra una ilustración simple del sistema de energía con diversos parámetros en tiempo real medidos por el dispositivo ION.



Hora del dispositivo 23/5/2020 18:00:27,276
Tipo de dispositivo 8500

A través de esta ilustración simple se podrá acceder a:

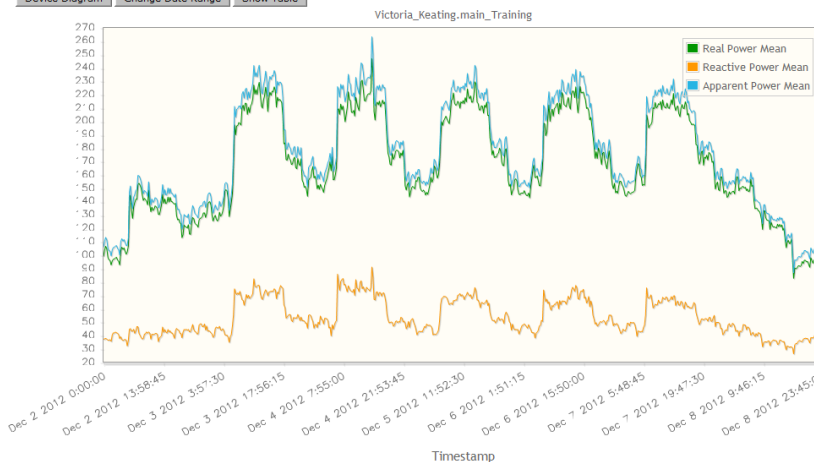
Datos de tendencias históricas:

Device Diagram | Change Date Range | Show Graph

Timestamp	<input checked="" type="checkbox"/> Real Power Mean	<input checked="" type="checkbox"/> Reactive Power Mean	<input checked="" type="checkbox"/> Apparent Power Mean	<input type="checkbox"/> Real Power High	<input type="checkbox"/> Reactive Power High
12/10/2012 3:30:00.000 PM	213.733	67.179	224.052	239.006	71.264
12/10/2012 3:15:00.000 PM	213.397	67.008	223.682	240.671	73.568
12/10/2012 3:00:00.000 PM	211.649	65.876	221.676	241.441	68.273
12/10/2012 2:45:00.000 PM	207.994	66.477	218.366	227.486	70.586
12/10/2012 2:30:00.000 PM	208.800	62.063	217.849	230.142	78.055
12/10/2012 2:15:00.000 PM	209.325	66.823	219.743	229.144	81.540
12/10/2012 2:00:00.000 PM	213.404	66.946	223.667	232.738	70.198

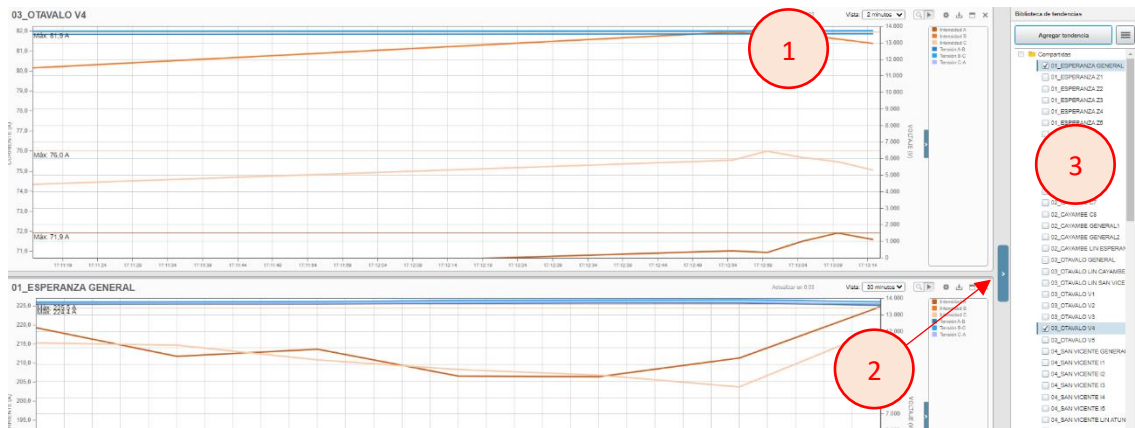
Trazar datos de tendencias históricas:

Device Diagram | Change Date Range | Show Table



TENDENCIAS

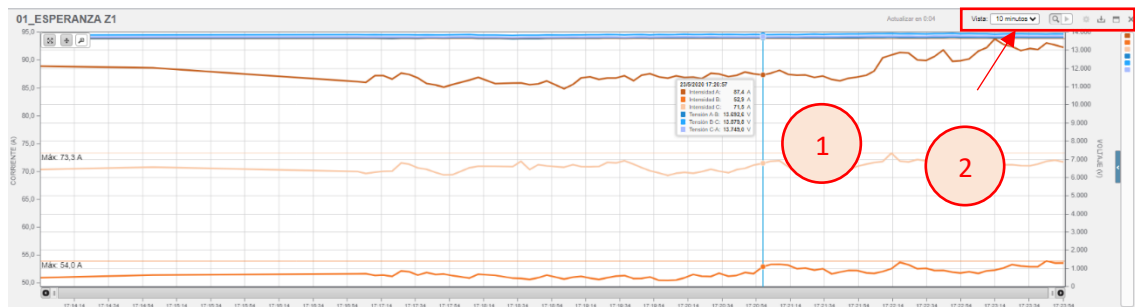
Sirve para monitorear las condiciones del sistema, mostrándolas en tiempo real y datos históricos en formato gráfico. También permite exportar datos a formato de archivo .CSV de Excel. La interface de tendencias contiene los siguientes componentes:



1. Panel de visualización con tendencias, controles y leyendas.
2. Alternar para mostrar / ocultar la biblioteca
3. Biblioteca de tendencias.

Panel de visualización

El panel de visualización es donde se cargarán las tendencias para que el usuario interactúe. Cada tendencia en el panel de visualización puede ser usada para analizar aún más los datos mostrados.



1. Desplace el cursor del mouse sobre el punto de datos para obtener más detalles, como la fuente, medida, marca de tiempo y valor.
2. Controles para interactuar con la tendencia. A través del control se podrá cambiar el rango de tiempo, detener la tendencia y descargar la tendencia como archivo de Excel *. CSV

Biblioteca de tendencias

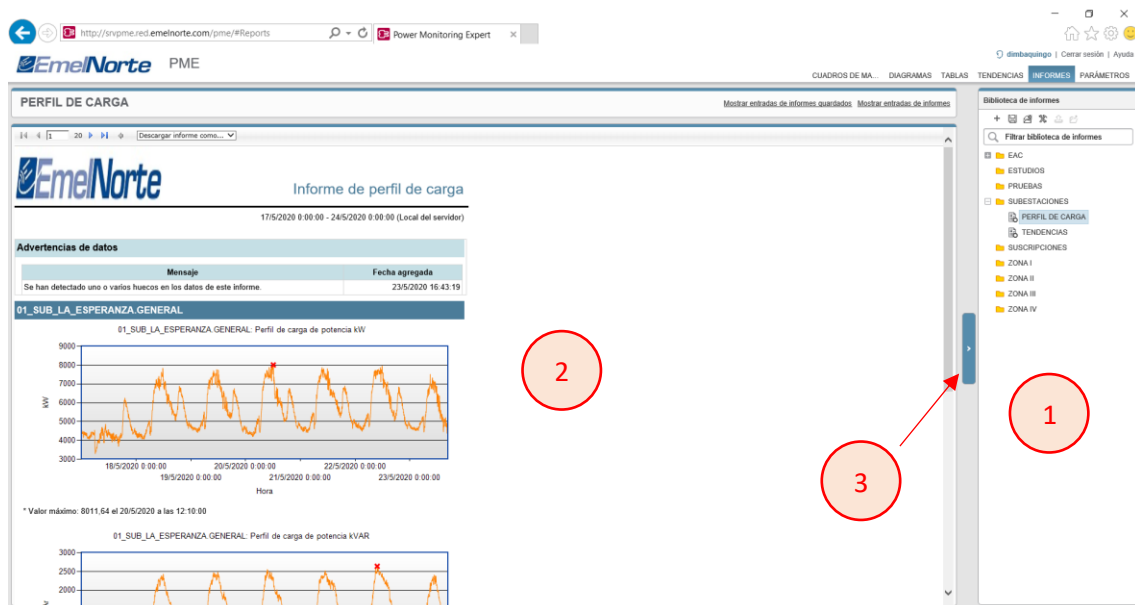
La biblioteca de tendencias contiene tendencias que se han creado. Las tendencias que se visualizan contienen la información de voltaje e intensidad de cada alimentador, transformador y línea existente en las subestaciones de Emelnorte.

INFORMES

Sirve para definir, generar y gestionar informes completos para gestión de energía, calidad de energía o uso de tendencias para perfil de carga o demandas.

Se puede programar periódicamente o automáticamente desde eventos del sistema y alarmas de dispositivo para distribución a través de correo electrónico, impresora o archivo compartido.

La aplicación Informes viene con plantillas de informes predefinidas que se pueden usar para ver y analizar datos históricos del sistema. La interfaz consta de los siguientes componentes:



1. Biblioteca de informes
2. Panel de visualización
3. Alternar para mostrar / ocultar la biblioteca

Biblioteca de informes

La Biblioteca de informes contiene una biblioteca de todas las definiciones de informes disponibles en el sistema, organizada en carpetas, se puede usar el campo Filtrar biblioteca de informes para encontrar rápidamente un informe.

Los nombres de los informes están precedidos por un icono de informe.

- Los iconos con un círculo blanco indican que necesita ingresar al menos algunas de las entradas.
- Los iconos con un círculo negro indican que se han guardado todas las entradas; el informe puede ser generado sin ingresar ninguna entrada.

Panel de visualización

El panel de visualización es donde se cargará el informe generado para que el usuario interactúe. Seleccione un informe guardado de la Biblioteca de informes para cargar el parámetro del informe área de entrada en la parte superior del panel. Las entradas varían según el informe seleccionado.

POTENCIAS

Título

Orígenes 10_SUB_AJAVI.GENERAL, 09_SUB_ALPACHACA.GENERAL_...

Medidas Potencia reactiva (kVAr), Potencia activa (kW),...

Periodo de informe [comienzo del día 17/5/2020 hasta el final del día 23/5/2020]

Etiqueta de origen

Incluir duplicados Sí No

Mostrar advertencias de datos Sí No

La siguiente sección describe algunas de las entradas más comunes para las definiciones de informe predeterminadas. Las entradas disponibles varían según el tipo de informe seleccionado.

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Título	Escriba un título para el informe en el cuadro de texto.
Orígenes	Seleccione los dispositivos de las subestaciones para incluir en el informe. Algunos informes solo permiten una sola fuente mientras que otros permiten múltiples.
Medidas	Seleccione las medidas de datos para incluir en el informe (P, Q, S, V, A, etc.). Solo algunos informes permitir una sola medida mientras que otras permiten múltiples.
Periodo de informe	Seleccione el rango de tiempo de los datos que se verán en el informe. La mayoría de los informes los periodos son dinámicos como "Último mes" o "Mes a día", pero el tiempo específico los rangos se pueden seleccionar usando la opción "Fecha fija".
	Los datos del informe se pueden mostrar en la hora local del servidor o en UTC (Universal Tiempo coordinado).
Incluir duplicados	Seleccione si desea incluir o no los datos duplicados en el informe.
Advertencias	Seleccione si desea mostrar o no advertencias de datos sobre datos faltantes para el rango de tiempo especificado o fuentes en el informe.

Después de generar un informe, la barra de herramientas en la parte superior del panel de visualización permite al usuario:



- Navegar por las páginas del informe.
- Navegar a un informe anterior (si está viendo un informe secundario).
- Exportar el informe como formatos de archivo PDF, XLS o TIFF