

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO  
GERENCIA DE PLANIFICACIÓN  
PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN  
MEMORIA TÉCNICA

“PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LOS ALIMENTADORES  
PRIMARIOS DE LAS SUBESTACIONES TABABELA Y EL QUINCHE”

**Contenido**

1.	Análisis de la situación actual.....	2
2.	Análisis de confiabilidad.....	3
3.	Sistema de comunicaciones.....	9
4.	Alcance del proyecto.....	13
5.	Presupuesto.....	14
6.	Detalle de los Lotes 1 y 2.....	14
7.	Implementación del sistema de automatización.....	27
8.	Funcionalidades.....	28
9.	Restricciones de operación.....	29
10.	Integración.....	29
11.	Pruebas del sistema de automatización.....	29
12.	Capacitación.....	29
13.	Garantía.....	30
14.	Soporte.....	30

## 1. Análisis de la situación actual

Se analizaron las desconexiones mayores a 3 minutos (según Regulación vigente) de los alimentadores A y C de la Subestación Tababela (SE31), en el periodo 2012-2016. Los resultados se observan en las Figuras 1 y 2.

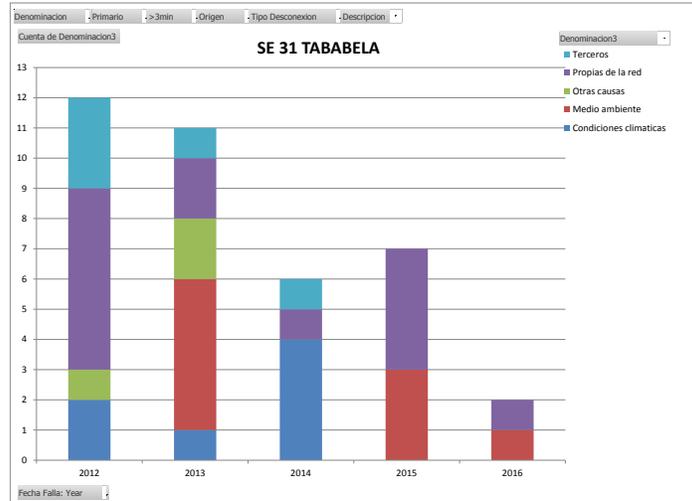


Figura 1. Desconexiones alimentador A SE Tababela

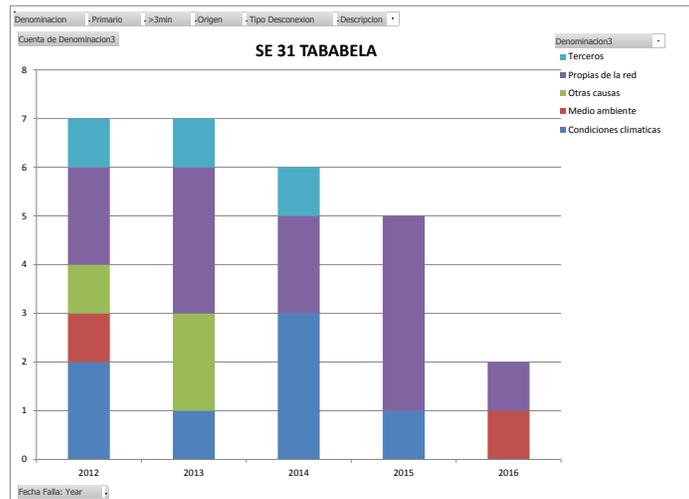


Figura 2. Desconexiones alimentador C SE Tababela

- A. El alimentador A, ha sufrido 38 desconexiones mayores a 3 minutos, las mismas que han sido originadas tanto en distribución como en subtransmisión, con un promedio de duración de 1h 4min por desconexión. Las desconexiones originadas en distribución son 20, con un promedio de 1h 6min.
- B. El alimentador C, ha presentado 27 desconexiones por fallas originadas tanto en distribución como en subtransmisión, con un promedio de 1h 3min por desconexión. Las desconexiones originadas en distribución son 7, con un promedio de duración de 50 min.

En los dos casos, al ocurrir una falla permanente aguas abajo de un reconector, se desconecta la porción fallada aguas abajo. Luego se procede a realizar la transferencia aislando manualmente la falla y cerrando el

punto de interconexión, también manualmente. Esto conlleva extensos tiempos de reposición del servicio a las zonas sin falla.

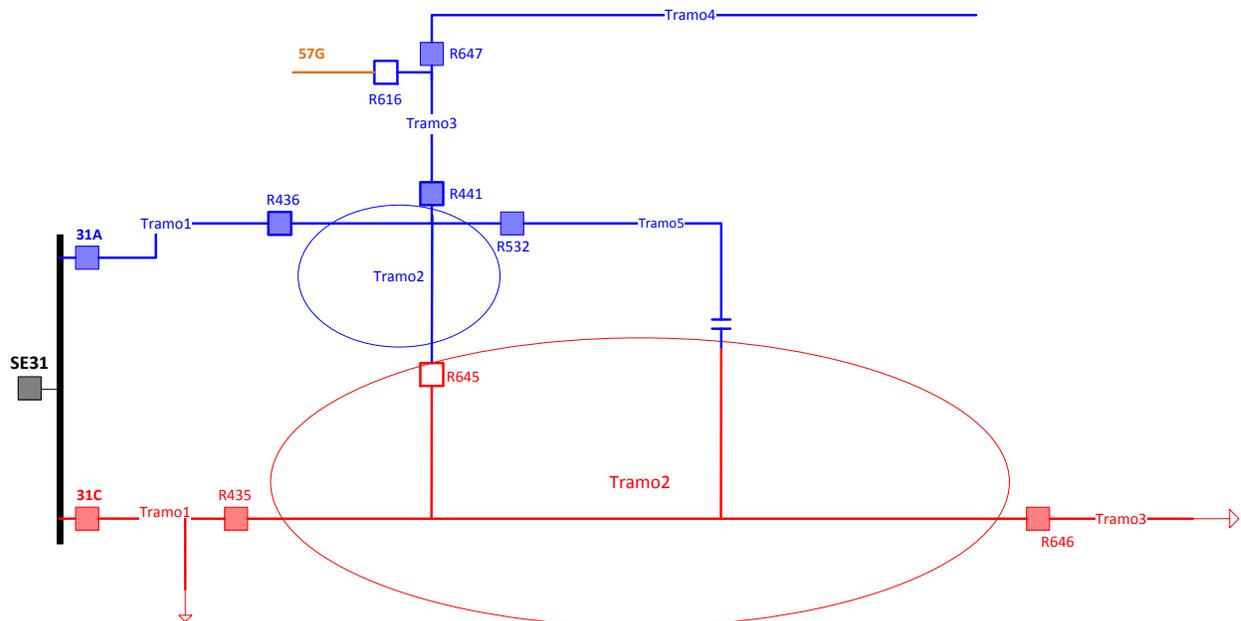
Con el objeto de mejorar la confiabilidad de los alimentadores A y C de la subestación Tababela (SE31), la EEQ ha construido la nueva subestación El Quinche (SE58), que tomará carga de ambos alimentadores. Sin embargo, debido a la cantidad de fallas que se presentan en la zona, es necesario considerar adicionalmente la automatización de las redes de distribución, para mejorar el servicio brindado a los usuarios.

## 2. Análisis de confiabilidad

En base a las desconexiones de los primarios en estudio, como de los reconectores instalados, se elaboró un análisis de confiabilidad. Para ello se realizó el estudio de desconexiones originadas en el sistema de distribución y subtransmisión, para conocer cuántas de las fallas podrían necesitar una transferencia de toda la carga de los primarios de la subestación.

Inicialmente se dividió cada primario en tramos, cada tramo se encuentra delimitado por dos equipos de protección (ya sea instalados o los nuevos a instalar), considerando que ese tramo puede ser transferido a otro primario. En el caso de reconectores que protegen derivaciones sin posibilidad de transferencias aguas abajo, no se consideran como un tramo individual sino que forman parte del tramo que puede ser transferido.

A continuación, el unifilar de los alimentadores A y C de la SE31, sin el ingreso de la SE58.



**Figura 3.** Unifilar alimentadores A y C SE Tababela, sin alimentadores de la SE El Quinche

Para el cálculo de los índices de confiabilidad SAIDI, SAIFI, CAIDI y ASUI se tomaron en cuenta el promedio anual de desconexiones, el promedio de duración de las mismas (obtenido de los históricos de interrupciones) y el número de usuarios servidos de los primarios en estudio (obtenido del ARC Gis).

Para el cálculo de la ENS, se descargó la curva de demanda de los primarios en estudio del último año, para obtener la potencia media demandada. Esta demanda se distribuyó a través del software CYMDIST, para obtener la potencia media para cada tramo.

En la siguiente tabla se resumen los datos obtenidos para el cálculo de los índices de confiabilidad:

**Tabla 1.- Información base por tramo – alimentador A (SE31)**

	ALIMENTADOR A		ALIMENTADOR C	
	USUARIOS	DEMANDA PROMEDIO (kW)	USUARIOS	DEMANDA PROMEDIO (kW)
Tramo 1	676	1119	5148	2312
Tramo 2	547	325	7677	1802
Tramo 3	1228	1724	3297	1781
Tramo 4	4574	1750	-	-
Tramo 5	500	1116	-	-
TOTAL	7525	6034	16122	5895

**Tabla 2.- Desconexiones por tramo – sin automatización alimentador A**

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3			CARGA TRAMO 4			CARGA TRAMO 5		
		Fallas /año	Trep. /falla	h/año												
Tramo 1	Relé	4	1.11	4.45	4	1.11	4.45	4	1.11	4.45	4	1.11	4.45	4	1.11	4.45
Tramo 2	R436	-	-	-	1	0.29	0.29	1	0.29	0.29	1	0.29	0.29	1	0.29	0.29
Tramo 3	R441	-	-	-	-	-	-	7	1.57	11.01	7	1.57	11.01	-	-	-
Tramo 4	R647	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.65	0.65	-	-	-
Tramo 5	R532	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.11	1.11
Totales		4	1.11	4.45	5	1.40	4.74	12	2.97	15.75	13	3.63	16.40	6	2.51	5.85

**Tabla 3.- Desconexiones por tramo – sin automatización alimentador C**

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año
Tramo 1	Relé	1.4	0.85	1.19	1.4	0.85	1.19	1.4	0.85	1.19
Tramo 2	R435	-	-	-	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36
Tramo 3	R646	-	-	-	-	-	-	2	1.67	3.34
Totales		1.4	0.85	1.19	2.4	2.21	2.55	4.4	3.88	5.88

Luego se realizó el mismo análisis, considerando el ingreso de la nueva subestación SE58, la reutilización de los reconectores ya instalados y la instalación de más reconectores.

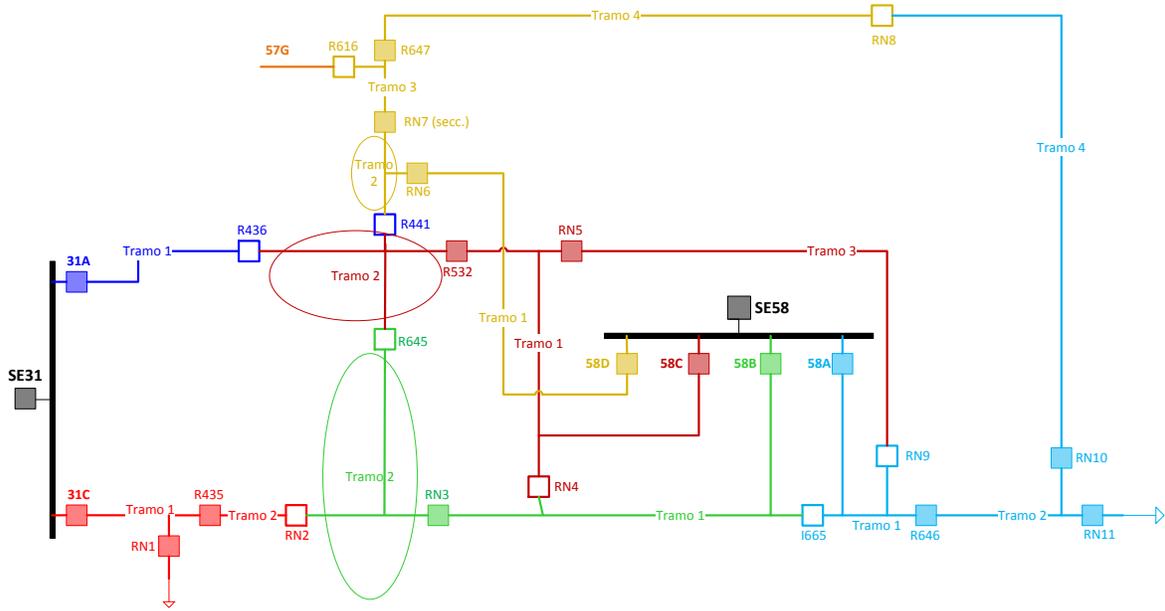


Figura. 1 Unifilar alimentadores A y C SE31, A, B, C y D SE58

Los datos se muestran a continuación:

Tabla 4 Información por tramo – alimentador A (SE31)

		CARGA TRAMO 1		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año
Tramo 1	Relé	4	1.11	4.45
Totales		4	1.11	4.45

Tabla 5 Información por tramo – alimentador C (SE31)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año
Tramo 1	Relé	1.4	0.85	1.19	1.4	0.85	1.19
Tramo 2	R435			0.00	1	1.36	1.36
Totales		1.4	0.85	1.19	2.4	2.21	2.55

Tabla 6 Información por tramo – alimentador A (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3			CARGA TRAMO 4		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año									
Tramo 1	Relé	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36
Tramo 2	R646			0.00	1	1.67	1.67	1	1.67	1.67	1	1.67	1.67
Tramo 3	RN11			0.00			0.00	1	1.67	1.67			0.00
Tramo 4	RN10			0.00			0.00			0.00	1	0.65	0.65
Totales		1.00	1.36	1.36	2	3.03	3.03	3	4.70	4.70	3	3.68	3.68

Tabla 7 Información por tramo – alimentador B (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año
Tramo 1	Relé	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36
Tramo 2	RN3			0.00	1	1.36	1.36
Totales		1	1.36	1.36	2	2.72	2.72

Tabla 8 Información por tramo – alimentador C (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año	Fallas /año	Treparación /falla	h/año
Tramo 1	Relé	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36	1	1.36	1.36
Tramo 2	R532			0.00	1	0.29	0.29	1	0.29	0.29
Tramo 3	RN5			0.00			0.00	1	1.11	1.11
Totales		1	1.36	1.36	2	1.65	1.65	3	2.76	2.76

Tabla 9 Información por tramo – alimentador D (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3			CARGA TRAMO 4		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año									
Tramo 1	Relé	1	1.11	1.11	1	1.11	1.11	1	1.11	1.11	1	1.11	1.11
Tramo 2	RN6			0.00	4	1.57	6.29	4	1.57	6.29	4	1.57	6.29
Tramo 3	RN7			0.00			0.00	3	1.57	4.72	3	1.57	4.72
Tramo 4	R647			0.00			0.00			0.00	1	0.65	0.65
Totales		1	1.11	1.11	5	2.69	7.40	8	4.26	12.12	9	4.91	12.78

Finalmente, se realiza el análisis de confiabilidad considerando la implementación de la automatización de los primarios y aumentando la posibilidad de realizar transferencia a otros. El tiempo de transferencia se asume de 60 segundos.

En este caso, se asumieron probabilidades de realizar la transferencia de la siguiente forma:

- 1. Probabilidad de transferencia del primer tramo.** Cuando la desconexión es de todo un primario, puede resultar por tres motivos: el primero por una falla en el primer tramo, el segundo por una desconexión a nivel del transformador y el tercero por un evento del SNI, que requiera deslastre de carga, mediante la actuación del esquema de baja frecuencia. Sólo en el segundo caso, es posible transferir el primario completo. Para ello se consideraron cuantas desconexiones de cada primario en estudio, fue por falla ocasionada en distribución y cuantas ocasionadas en subtransmisión. Con esos datos, se obtuvo un índice de ocurrencia de fallas en subtransmisión, las cuales requieren una transferencia de todo el primario. Ese dato se tomó como probabilidad de transferencia de ese tramo.
- 2. Probabilidad de transferencia de los segundos, terceros y cuartos tramos.** En estos casos, la probabilidad de transferir la carga aumenta, pues se trata de una carga menor. En función de la cargabilidad de los primarios que recibirían la carga, se ha asumido que existe un 90% de probabilidad de transferencia en estos casos. Esto es verdad, pues las cargas actuales de los primarios permiten realizar esas transferencias.

Tabla 10.- Probabilidades de transferencia

	31A	31C	58A	58B	58C	58D
Tramo 1	0.53	0.26	0.20	0.20	0.20	0.20
Tramo 2		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Tramo 3			0.9		0.9	0.9
Tramo 4			0.9			0.9

Con estos datos, los índices de fallas y tiempos de reparación quedan como se indica a continuación:

Tabla 11.- Desconexiones por tramo – con automatización alimentador A (SE31)

		CARGA TRAMO 1		
		Fallas/año	Treparación/falla	h/año
Tramo 1	Relé	4	0.54	2.14
	Totales	4	0.54	2.14

Tabla 12.- Desconexiones por tramo – con automatización alimentador C (SE31)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2		
		Fallas/año	Treparación/falla	h/año	Fallas/año	Treparación/falla	h/año
Tramo 1	Relé	1.4	0.63	0.88	1.4	0.10	0.14
Tramo 2	R435			0.00	1	1.36	1.36
	Totales	1.4	0.63	0.88	2.4	1.46	1.50

Tabla 13.- Desconexiones por tramo – con automatización alimentador A (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3			CARGA TRAMO 4		
		Fallas/año	Treparación/falla	h/año									
Tramo 1	Relé	1	1.09	1.09	1	0.15	0.15	1	0.15	0.15	1	0.15	0.15
Tramo 2	R646			0.00	1	1.67	1.67	1	0.18	0.18	1	0.18	0.18
Tramo 3	RN11			0.00			0.00	1	1.67	1.67			0.00
Tramo 4	RN10			0.00			0.00			0.00	1	0.65	0.65
	Totales	1.00	1.09	1.09	2	1.82	1.82	3	2.00	2.00	3	0.99	0.99

Tabla 14 Desconexiones por tramo – con automatización alimentador B (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2		
		Fallas/año	Treparación/falla	h/año	Fallas/año	Treparación/falla	h/año
Tramo 1	Relé	1	1.09	1.09	1	0.15	0.15
Tramo 2	RN3			0.00	1	1.36	1.36
	Totales	1	1.09	1.09	2	1.51	1.51

Tabla 15 Desconexiones por tramo – con automatización alimentador C (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3		
		Fallas/año	Treparación/falla	h/año	Fallas/año	Treparación/falla	h/año	Fallas/año	Treparación/falla	h/año
Tramo 1	Relé	1	1.09	1.09	1	0.15	0.15	1	0.15	0.15
Tramo 2	R532			0.00	1	0.29	0.29	1	0.04	0.04
Tramo 3	RN5			0.00			0.00	1	1.11	1.11
	Totales	1	1.09	1.09	2	0.44	0.44	3	1.31	1.31

Tabla 16 Desconexiones por tramo – con automatización alimentador D (SE58)

		CARGA TRAMO 1			CARGA TRAMO 2			CARGA TRAMO 3			CARGA TRAMO 4		
		Fallas /año	Treparación /falla	h/año									
Tramo 1	Relé	1	0.89	0.89	1	0.13	0.13	1	0.13	0.13	1	0.13	0.13
Tramo 2	RN6			0.00	4	1.57	6.29	4	0.17	0.69	4	0.17	0.69
Tramo 3	RN7			0.00			0.00	3	1.57	4.72	3	0.17	0.52
Tramo 4	R647			0.00			0.00			0.00	1	0.65	0.65
	Totales	1	0.89	0.89	5	1.70	6.42	8	1.87	5.53	9	1.12	1.98

Como se puede observar, los tiempos de reparación se reducen en gran medida, como también en ciertos casos, la cantidad de desconexiones que afectan a los tramos no fallados.

En la tabla siguiente se comparan los índices de calidad obtenidos, en la situación actual, como al implementar la automatización de los primarios.

Tabla 17.- Índices de calidad

Alimentador	Índice	Actual	Ingreso Se58	Automatización	
		Valor	Valor	Valor	Mejora
A SE31	SAIDI (horas/cliente.año)	13.67	4.45	2.14	52%
	SAIFI (int/cliente.año)	10.98	4.00	4.00	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	1.25	1.11	0.54	52%
	ASUI (%)	0.16	0.05	0.02	52%
	ENS (MWh/año)	68.91	4.98	2.40	52%
C SE31	SAIDI (horas/cliente.año)	2.79	1.84	1.18	36%
	SAIFI (int/cliente.año)	2.49	1.88	1.88	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	1.12	0.98	0.63	36%
	ASUI (%)	0.0319	0.02	0.01	36%
	ENS (MWh/año)	17.81	3.89	2.72	30%
A SE58	SAIDI (horas/cliente.año)	-	3.00	1.53	49%
	SAIFI (int/cliente.año)	-	2.05	2.05	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	-	1.46	0.75	49%
	ASUI (%)	-	0.03	0.02	49%
	ENS (MWh/año)	-	10.08	4.63	54%
B SE58	SAIDI (horas/cliente.año)	-	2.54	1.46	43%
	SAIFI (int/cliente.año)	-	1.87	1.87	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	-	1.36	0.78	43%
	ASUI (%)	-	0.03	0.02	43%
	ENS (MWh/año)	-	2.24	1.40	38%
C SE58	SAIDI (horas/cliente.año)	-	2.01	0.93	54%
	SAIFI (int/cliente.año)	-	2.15	2.15	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	-	0.93	0.43	54%
	ASUI (%)	-	0.02	0.01	54%
	ENS (MWh/año)	-	3.23	1.63	50%
D SE58	SAIDI (horas/cliente.año)	-	12.29	2.71	78%

Alimentador	Índice	Actual	Ingreso Se58	Automatización	
		Valor	Valor	Valor	Mejora
	SAIFI (int/cliente.año)	-	8.55	8.55	0%
	CAIDI (horas/cliente.int)	-	1.44	0.32	78%
	ASUI (%)	-	0.14	0.03	78%
	ENS (MWh/año)	-	33.40	12.61	62%

Con estos resultados, se espera una reducción de Energía No Suministrada de 61MWh/año.

### 3. Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones inalámbrica de banda ancha seleccionado para este proyecto, contempla las siguientes fases previas:

- Descripción de la arquitectura de red, según los requerimientos de la automatización.
- Definición de los puntos de red finales y sitios de repetición
- Análisis radio eléctrico en la banda de frecuencia 5.8 GHz
- Ingeniería de detalle del despliegue de la red de comunicaciones
- Adquisición de opciones y fabricantes de equipos y soluciones de radiocomunicaciones de banda ancha

#### 3.1. Descripción de la arquitectura de red, según los requerimientos de la automatización

Los requerimientos del sistema de automatización son de dos potenciales escenarios, como: una automatización semi-centralizada y centralizada. En el caso de la semi-centralizada el requerimiento de a nivel de un sistema de comunicaciones de datos obliga a que se garantice la comunicación entre los sitios que intervienen, en este caso las subestaciones Tababela y El Quinche, tomando en cuenta la red de fibra óptica que las enlaza.

En la parte inalámbrica es necesario aislar dos segmentos de red bien definidos, como son los enlaces entre radio bases, radio bases y suscriptores (reconectores) y radio bases con subestaciones. Con la idea clara de los segmentos, se define la estructura de red que se presenta en la Figura 4.

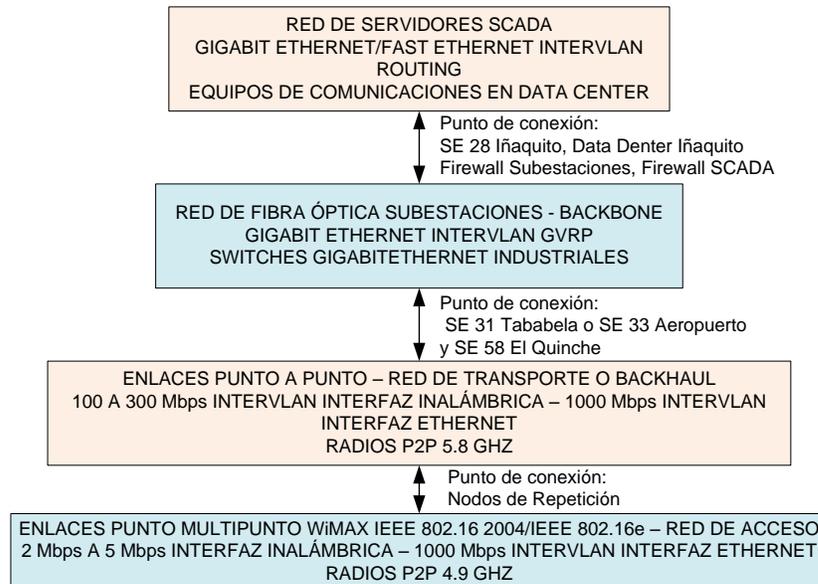


Figura 4. Niveles de red

Una vez definidos los niveles de la red, se elabora el diagrama de la arquitectura, que de manera general se presenta en la Figura 5.

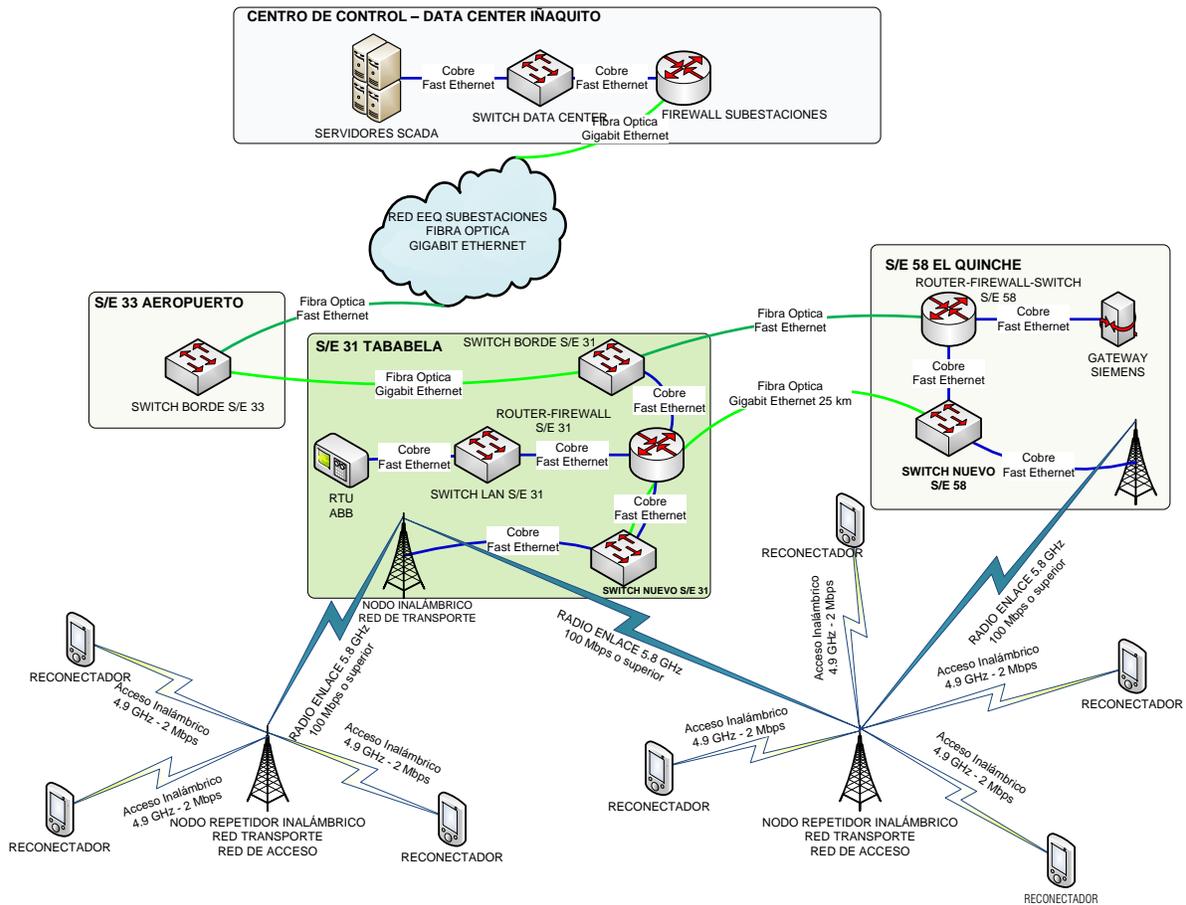


Figura 5. Diagrama de arquitectura de la red

Con la definición de la arquitectura de red, se procedió a realizar los estudios radioeléctricos, para definir los detalles de los elementos de la red y sus respectivos segmentos de red.

El análisis radioeléctrico, permitió visualizar: los potenciales sitios de repetición, definir las zonas de cobertura y niveles de calidad de enlaces en condiciones adversas. En la Figura 6, Figura 7 y Figura 8, se muestra de los resultados de forma gráfica del análisis radioeléctrico efectuado.

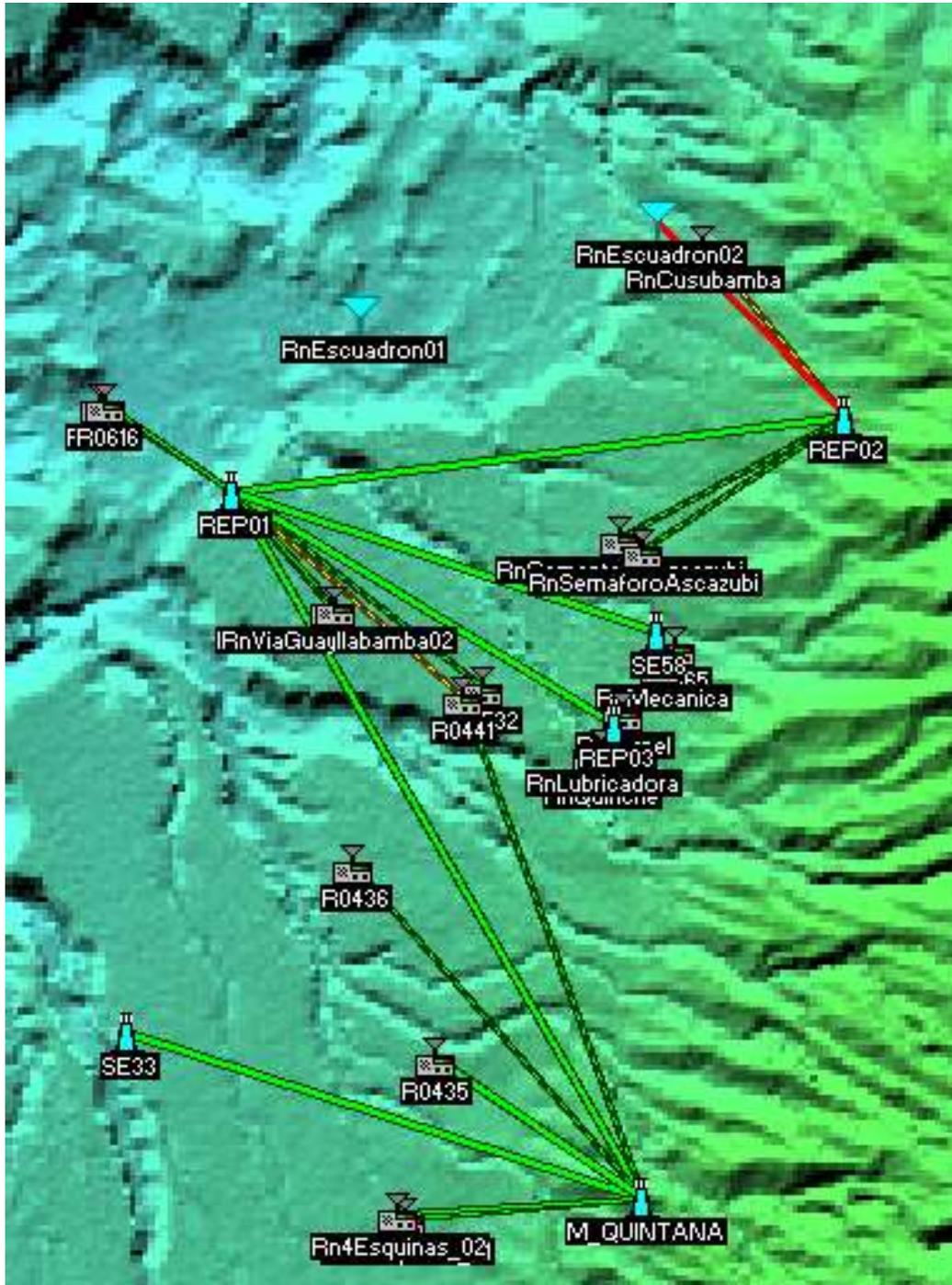


Figura 6. Análisis radioeléctrico\_01

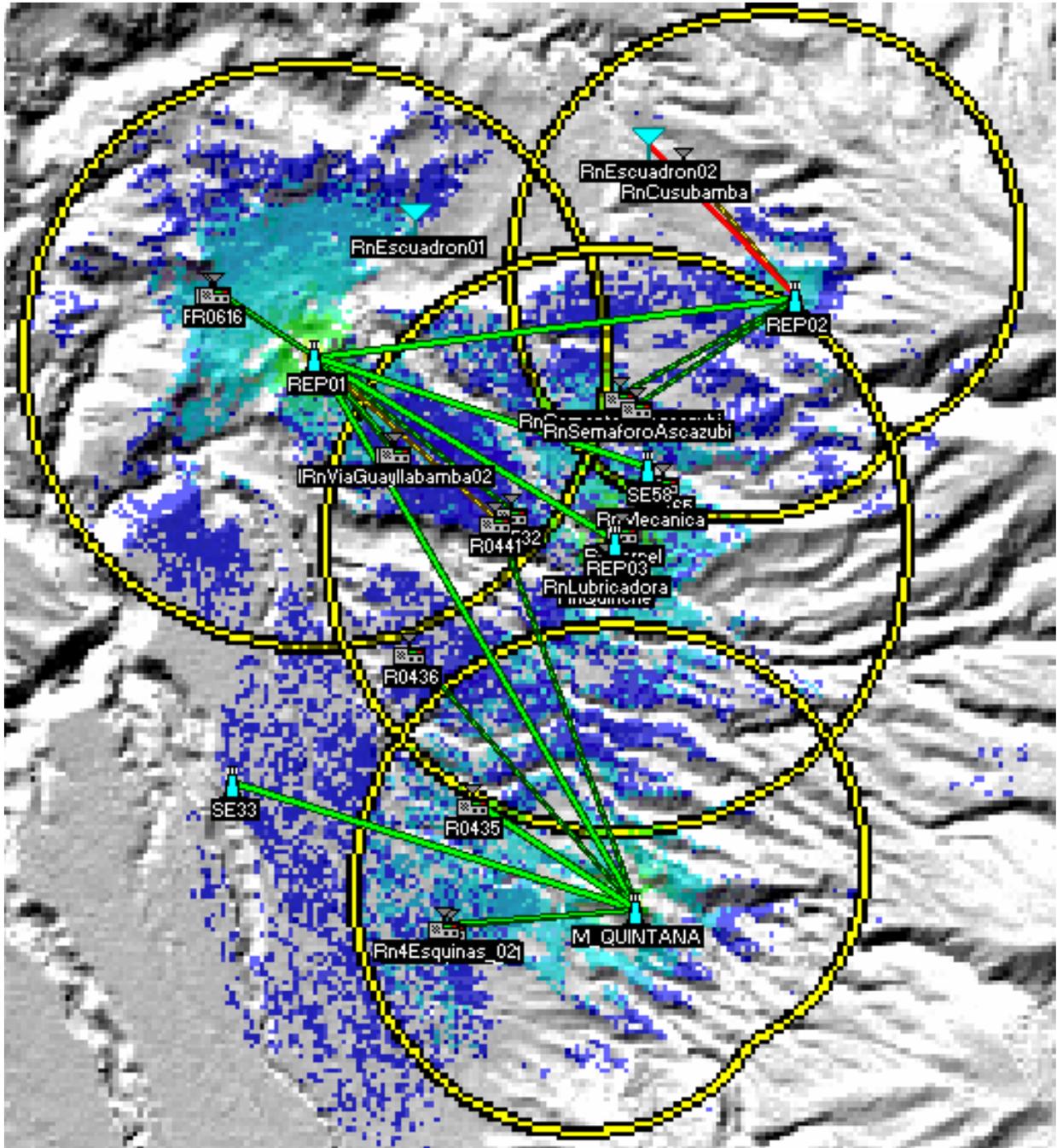


Figura 7. Análisis radioeléctrico\_02

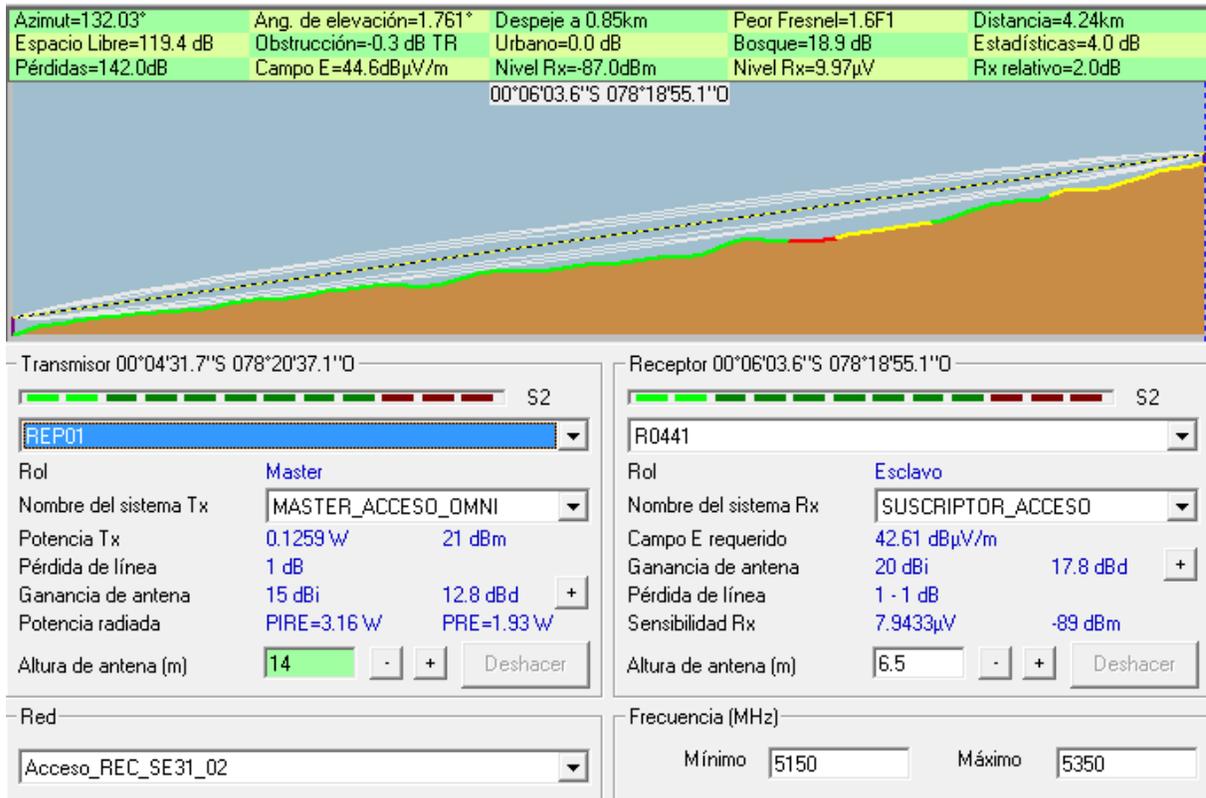


Figura 8. Análisis radioeléctrico\_03

#### 4. Alcance del proyecto

El objetivo del proyecto es implementar la automatización de los alimentadores primarios A y C de la Subestación 31 Tababela y los primarios A, B, C y D de la subestación 58 El Quinche, incorporando lógicas de supervisión y control de los reconectores marca NOJA, TAVRIDA y los nuevos a adquirir, en el concentrador de datos a ser instalado en la subestación Tababela. La Tabla 18 muestra los nueve (9) reconectores instalados en la red, con la ubicación respectiva, la EEQ proveerá un reconector adicional y en el actual proceso se realizará la compra de diez (10) adicionales para el proyecto. Es decir, los relés de cabecera de los alimentadores primarios y los reconectores existentes y a proveer por el contratista, son los equipos a integrar al concentrador de datos.

El montaje de los reconectores a proveer será realizado por la EEQ, sin embargo, la configuración de los ajustes de protección de los reconectores nuevos debe ser efectuado por el contratista.

Tabla 18. Reconectores instalados en la red primaria

Ítem	Reconector	Subestación	Primario	Marca	Configuración	Dirección
1	R000449	Tababela	A	Noja	reconector	Chilpesito de Checa
2	R000441	Tababela	A	Noja	reconector	La Victoria
3	R000532	El Quinche	C	Tavrída	reconector	Jrapamba
4	R000647	El Quinche	C	Noja	reconector	Guayllabamba
5	R000616	El Quinche	C	Noja	interruptor	Guayllabamba
6	R000645	El Quinche	B	Noja	interruptor	Vía Guayllabamba El Quinche
7	R000435	El Quinche	A	Noja	reconector	La Tola de Checa
8	R000646	El Quinche	A	Noja	reconector	Ascazubi
9	R000665	El Quinche	A	Noja	interruptor	La Espezanza

El medio de comunicación entre los reconectores se realizará mediante comunicación inalámbrica de banda ancha, y la intercomunicación con el concentrador de datos será vía protocolo DNP3 TCP/IP.

El concentrador de datos, debe conocer el estado de pre-falla de los reconectores y de los relés de cabecera, para poder tomar la decisión de realizar o no la transferencia, evitando sobrecarga en los primarios que reciben la carga. Igualmente, la zona fallada deberá mantenerse aislada y adicionalmente deberá incluirse en las lógicas de actuación, el deslastre de carga en caso de sobrecarga en la red.

En caso de ser necesario, los reconectores deberán modificar su grupo de protección al llevarse a cabo una transferencia, cuando el mando de cambio de ajustes sea producto de las lógicas de control implementadas en el concentrador de datos.

Es necesario que las lógicas puedan ser anuladas automáticamente al recibir mandos desde el SCADA o desde el HMI, en caso de trabajos de mantenimiento. Al momento de restablecer el servicio, éste puede realizarse de forma manual y/o automática, a través de una señal de reparación enviada desde el centro de control.

## 5. Presupuesto

El presupuesto asignado sin incluir el IVA es de USD 592.000,00 (QUINIENTOS NOVENTA Y DOS MIL DÓLARES 00/100), se plantea realizar la contratación por dos (2) lotes, como se detalla en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Descripción del proyecto

Lote	Descripción del lote	Presupuesto referencial sin IVA (USD)
1	Provisión de un sistema de radiocomunicaciones de banda ancha en 5.8 GHz con tecnología NLOS ( <i>Non Line of Sight</i> , o Sin Línea de Visión) que incluya la instalación de radios y antenas con todos los accesorios y materiales, cajas de respaldo de energía, router-firewalls y switches para los alimentadores primarios A y C de la Subestación 31 Tababela y los primarios A, B, C y D de la subestación 58 El Quinche.	300,317.76
2	Automatización de alimentadores primarios A y C de la Subestación 31 Tababela y los primarios A, B, C y D de la subestación 58 El Quinche, utilizando reconectores ubicados y a instalar en varios puntos de la red; provisión configuración e integración de reconectores y concentrador de datos; incluye pruebas de operación y capacitación al personal de la EEQ	291,682.25
<b>TOTAL</b>		<b>592,000.00</b>

## 6. Detalle de los Lotes 1 y 2

### 6.1. Lote 1: Provisión e instalación del sistema de comunicaciones inalámbrica de banda ancha para la automatización de las SE 31 Tababela y el SE 58 el Quinche

#### Requerimientos

El requerimiento del sistema de comunicaciones, es que debe estar en la capacidad de establecer zonas de cobertura y no puntos de conexión fijos. Es decir que el sistema, debe garantizar la comunicación ante cambios de ubicación de los reconectores, en la zona de automatización (ya sea por el mismo radio base o por otra radio base de otro repetidor).

Una vez simuladas las condiciones radio eléctricas, se realiza una definición del equipamiento que deberá permitir que el sistema diseñado funcione apropiadamente. En el Anexo 1 se presenta la

ubicación de los equipos en cada sitio. En el Anexo 2, se muestra los segmentos de cobertura de la red y las especificaciones de los equipos en cada sitio de enlace A y B.

### **Provisión e instalación de switches**

Para la ejecución del proyecto, requiere la adquisición e instalación de los switches necesarios para la red de comunicaciones entre los reconectores, los mismos que se solicitan en las especificaciones técnicas del pliego.

### **6.2. Lote 2: Provisión de reconectores y sistema de automatización**

Este lote contempla la provisión de diez (10) reconectores (a ser ubicados en la red primaria de las SE Tababela y El Quinche) y un (1) concentrador de datos (a ser ubicados en la SE Tababela) y el servicio del sistema automatización.

La automatización debe considerar el aislamiento de la zona fallada y restablecimiento del servicio a las zonas sin falla en un tiempo menor a 1 minuto, este tiempo no considera todos los intentos de reconexión de los equipos de protección (re-cierres y sus temporizaciones), el tiempo de reconfiguración automática de la red comienza cuando el reconector es declarado en falla permanente. Para ello, se implementarán lógicas de supervisión y control de los reconectores marca NOJA, TAVRIDA y los nuevos a adquirirse en este lote, en el concentrador de datos los reconectores, para efectuar la transferencia o no, previendo no sobrecargar los equipos que reciben la carga.

Es necesario considerar en el sistema de automatización, la integración de los relés de cabecera de los alimentadores primarios ubicados en las subestaciones indicadas y los reconectores de la red, al concentrador de datos. La información requerida, es provista por los relés marca SIMENS 7SJ641 y 7SJ641 y General Electric F60 y T35, los cuales se encuentran integrados a las SEs El Quinche y Tababela respectivamente, en protocolo IEC 61850.

Se debe incluir el análisis de la pérdida de uno de los reconectores en la red, para que las lógicas se modifiquen al ocurrir un evento de estos.

El sistema de automatización debe contemplar: deslastre de carga, en caso de sobrecarga de alguno de los elementos y/o equipos de la red; no transferencia ante eventos de baja frecuencia, que incluya alguno de los primarios parte del sistema de automatización.

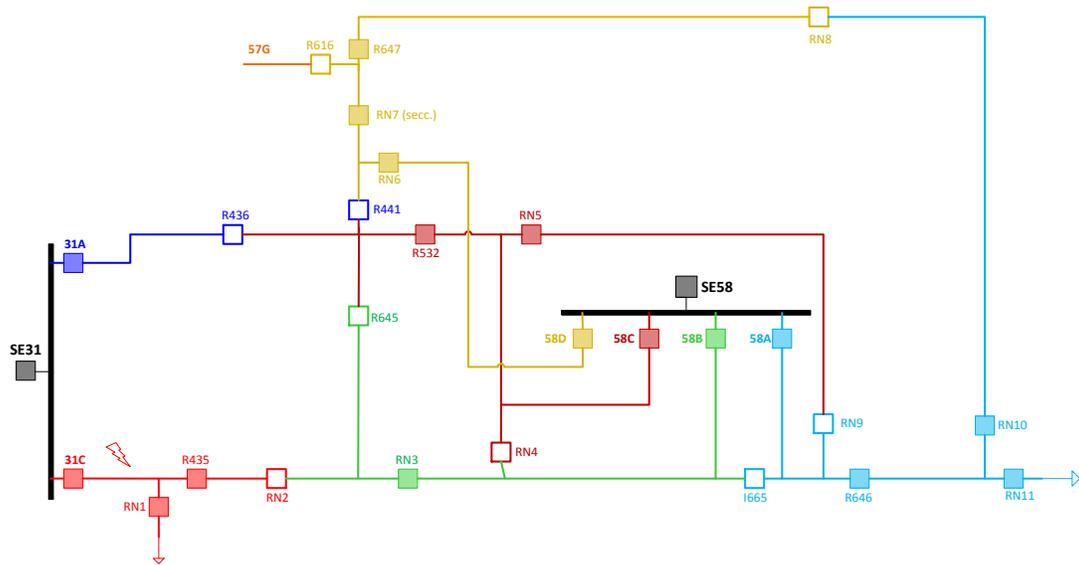
### **Escenarios de falla**

Se presenta a continuación los escenarios de falla considerados y las transferencias que deberán contemplarse para programar las lógicas. La **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**, presenta el diagrama unifilar de las subestaciones Tababela y El Quinche, con los primarios que son parte de la automatización.

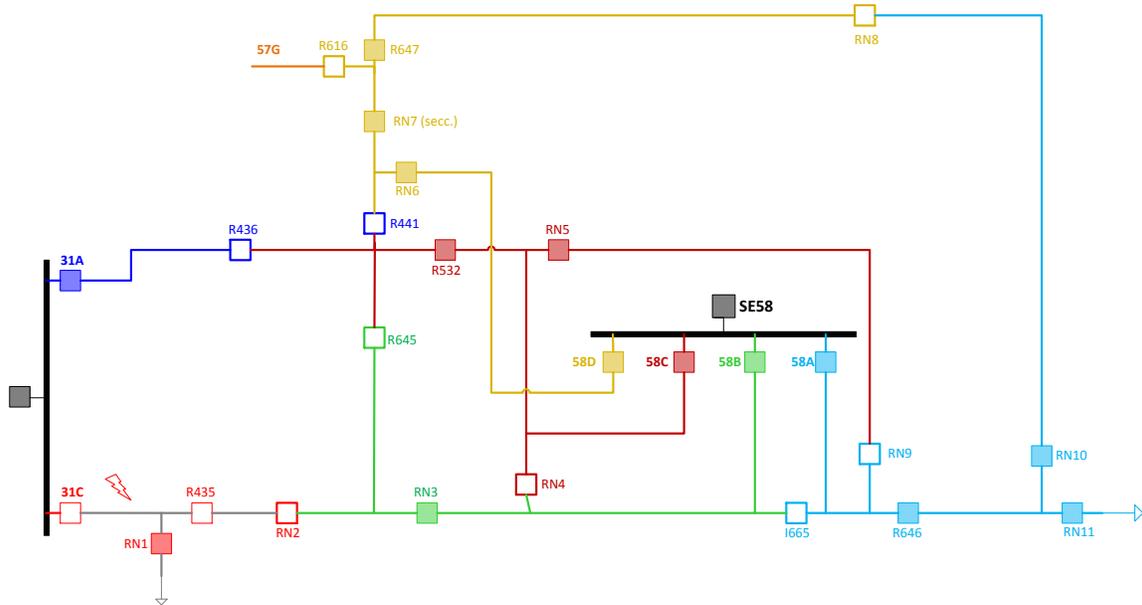


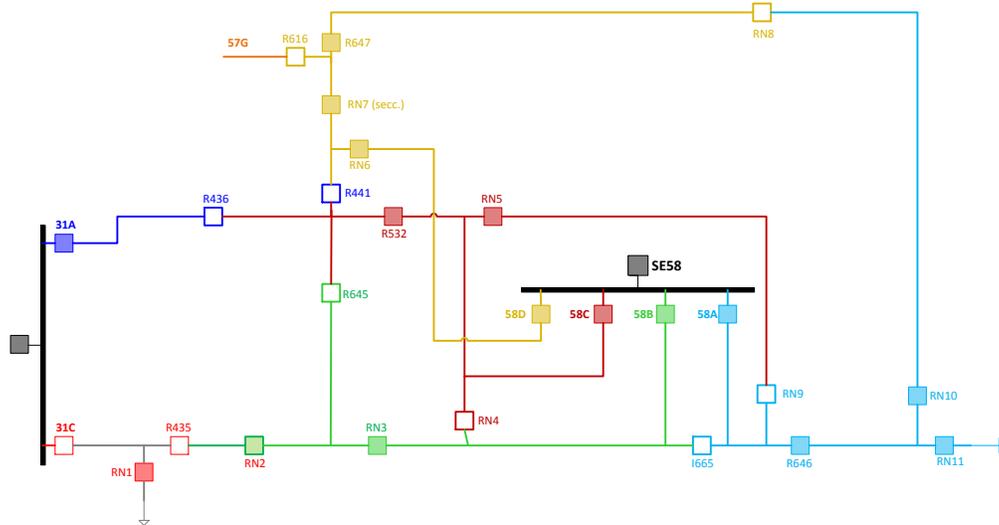


## Falla 1 (tramo entre 31C y R435)



Ante una falla permanente en la red de medio voltaje del primario 31-C Tababela entre la cabecera del primario 31C y R435, se abre el disyuntor 152C por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases. La señal de actuación de cualquiera de estas funciones de protección, junto con la señal de apertura del disyuntor 152-C, es el permiso para realizar las transferencias requeridas.





Primero abre el reconector R435, para despejar la falla. Una vez abierto el reconector, puede cerrarse el RN2, transfiriendo la sección no fallada al primario B de la SE 58.

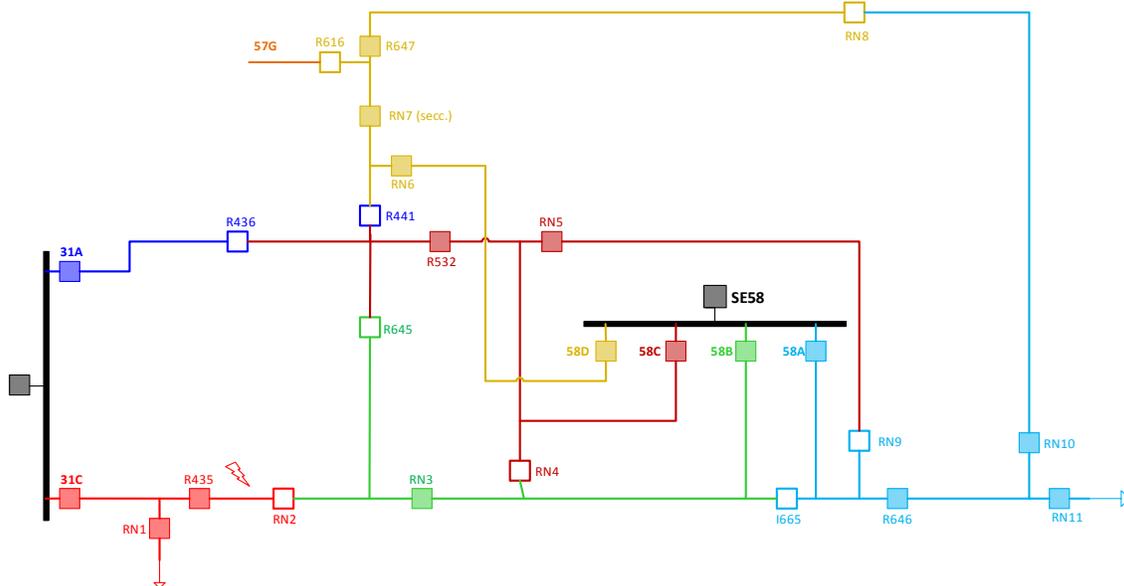
Reparada la falla, es necesario normalizar las transferencias remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

Normalizar 31-C,

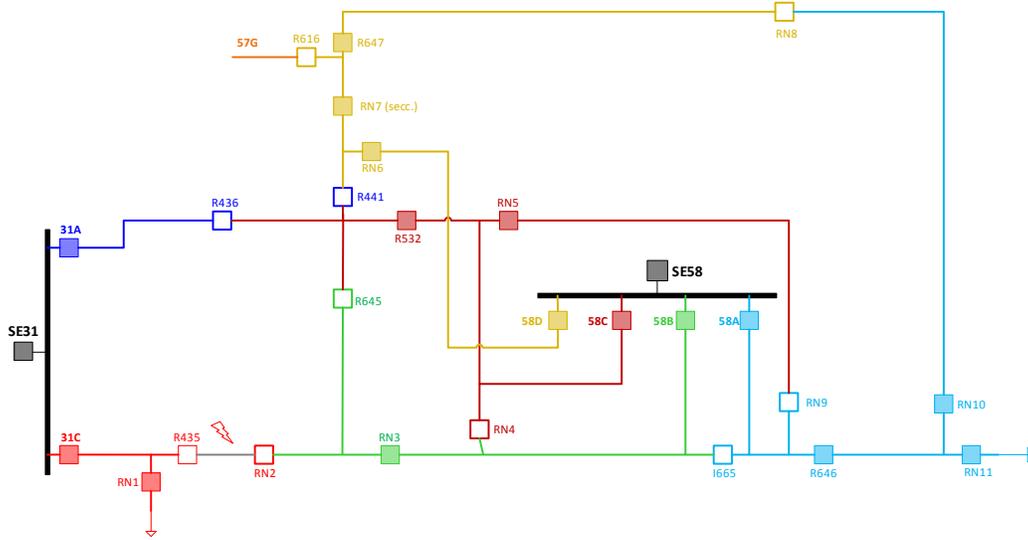
Anillar 31-C y 58-B al cerrar el R435

Y finalmente abrir RN2, de esta forma, el sistema retoma su posición original independizando las cargas.

#### Falla 2 (tramo entre R435 y RN2)



Ante una falla permanente en la red de medio voltaje entre R435 y RN2, se abre el reconector R435 por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases.



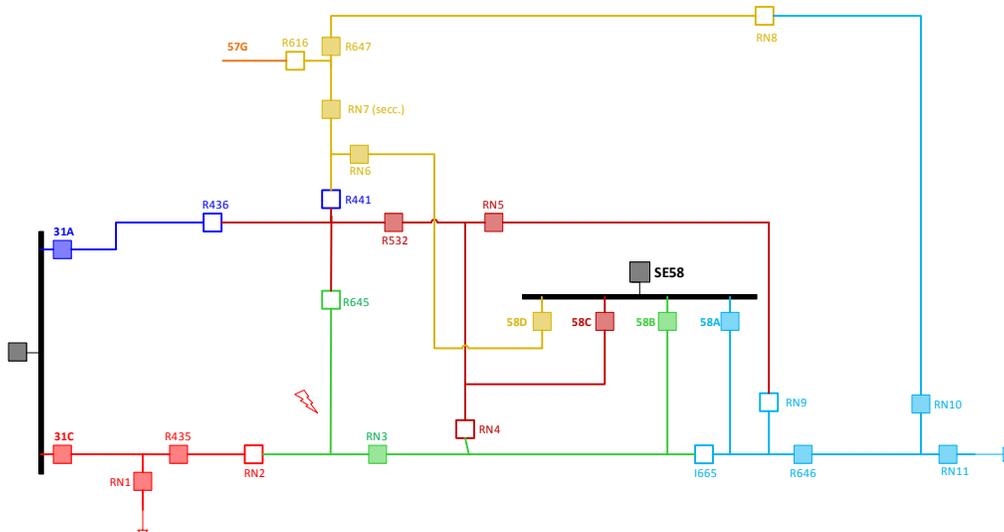
En este caso no existe posibilidad de realizar transferencias.

Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

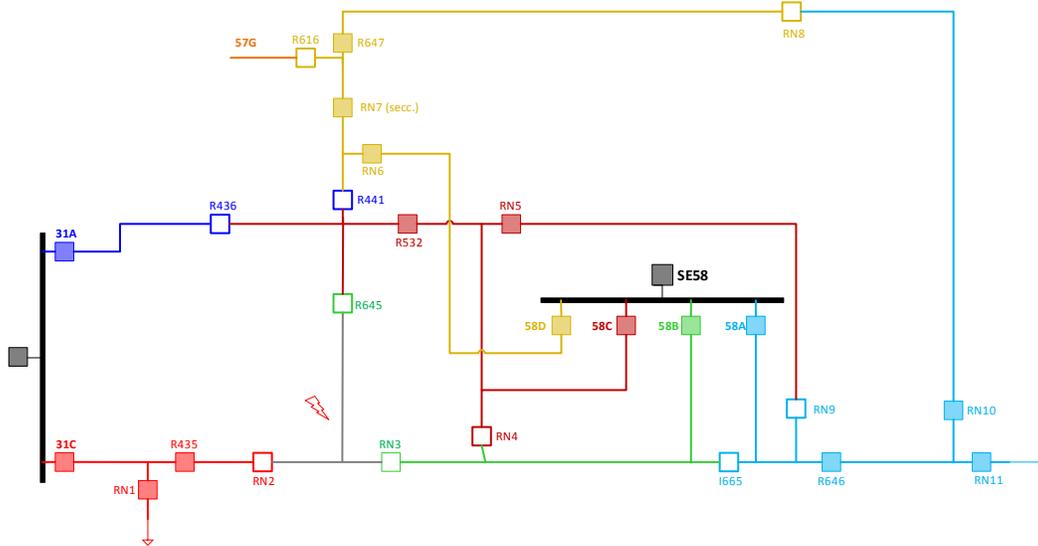
Normalizar R435,

Cerrar el R435, y de esta forma, el sistema retoma su posición original.

### Falla 3 (tramo entre RN2 RN3 y R645)



Ante una falla permanente en la red de medio voltaje entre R465 - RN2 y RN3, se abre el reconector RN3 por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases.



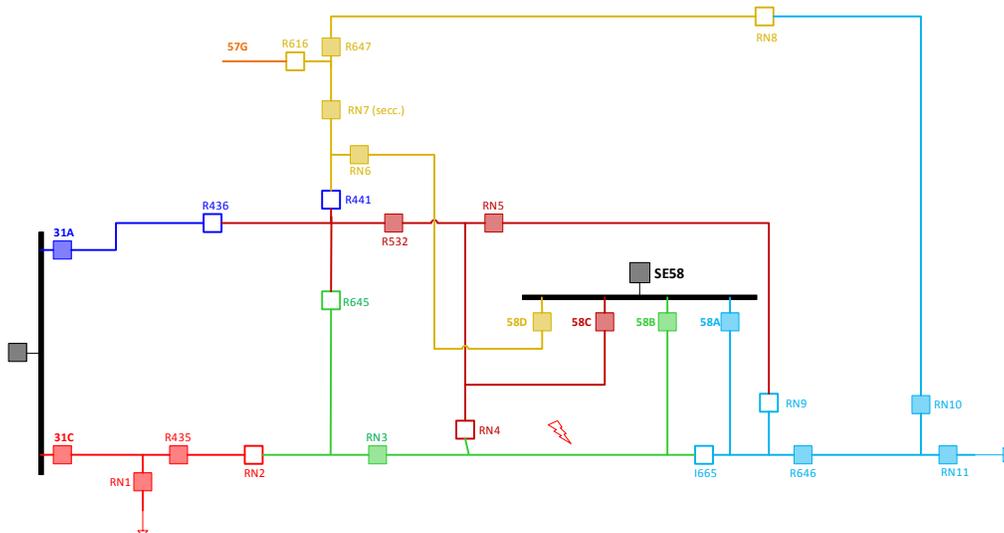
En este caso no existe posibilidad de realizar transferencias.

Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

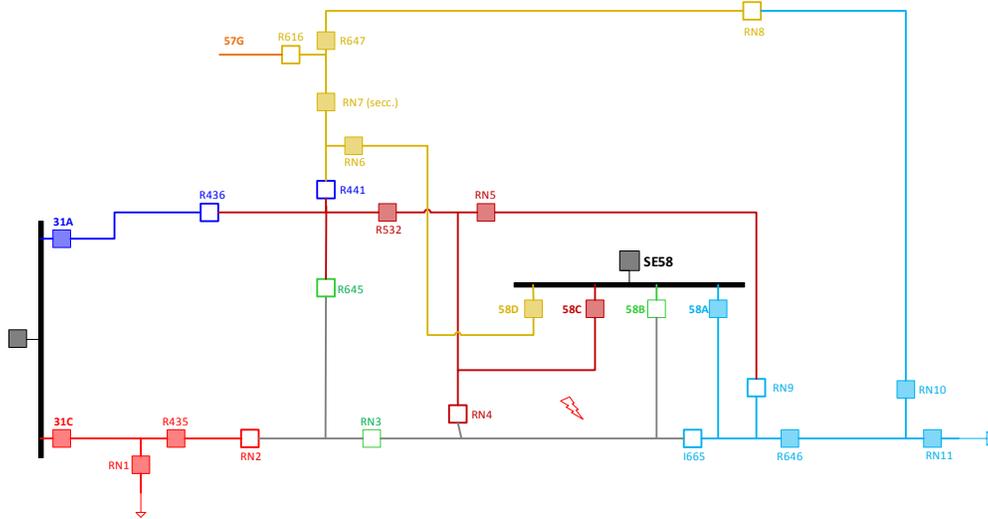
Normalizar RN3,

Cerrar el RN3, y de esta forma, el sistema retoma su posición original.

#### Falla 4 (tramo entre 152B RN4 RN3 y I665)



Ante una falla permanente en las red de medio voltaje del primario 58-B El Quinche entre la cabecera del primario 58-B, RN3 RN4 y I665, se abre el disyuntor 152B por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases. La señal de actuación de cualquiera de estas funciones de protección, junto con la señal de apertura del disyuntor 152-B, es el permisible para realizar las transferencias requeridas.



Ante la novedad presentada abre el reconectador RN3, para despejar la falla entre RN3 RN4 y 58B. Una vez abierto este reconectador, puede cerrarse el RN2, transfiriendo parte de la carga de la sección no fallada al primario C de la SE 31.

Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

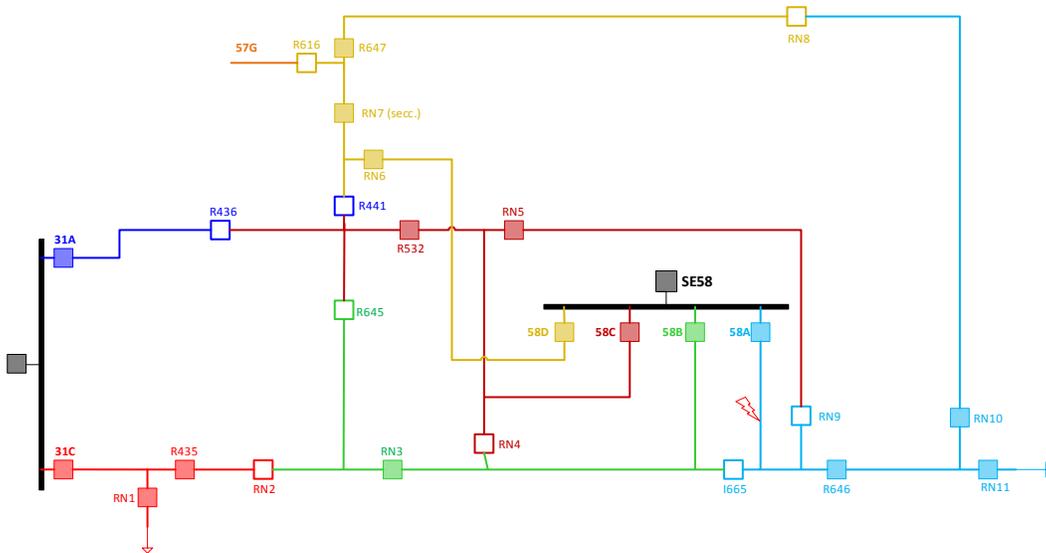
Normalizar RN3,

Cerrar 58B

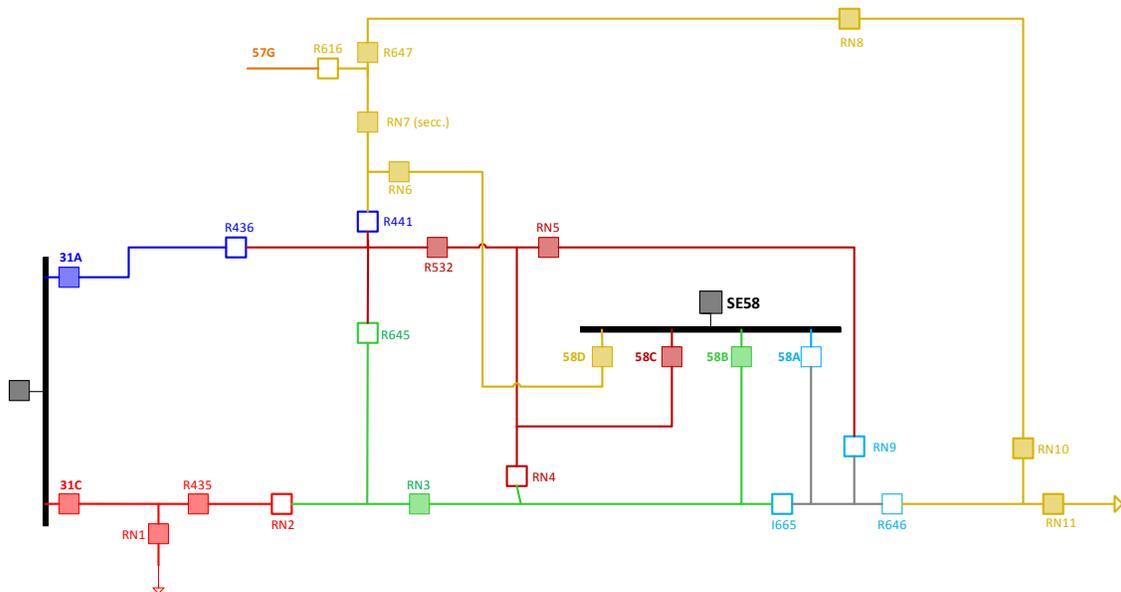
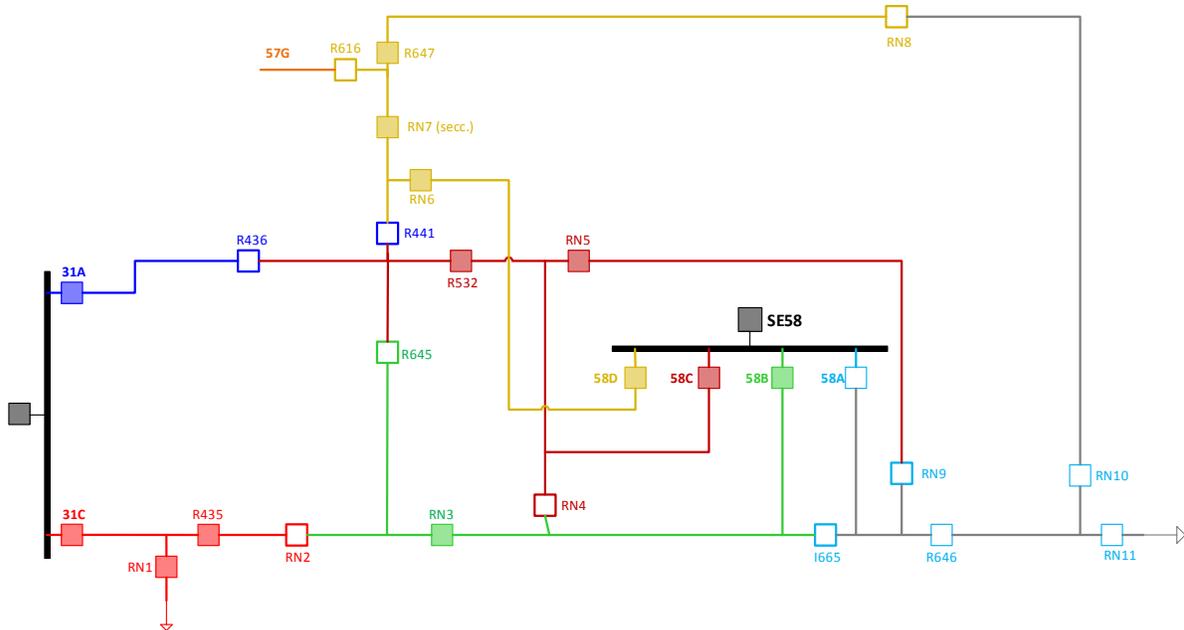
Anillar 58B con el primario 31C a través de RN3.

Y finalmente abrir RN2, de esta forma, el sistema retoma su posición original independizando las cargas.

**Falla 5 (tramo entre 152A I665 RN9 y R646)**



Ante una falla permanente en las red de medio voltaje del primario 58-A El Quinche entre la cabecera del primario 152A I665 RN9 y R646, se abre el disyuntor 152A por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases. La señal de actuación de cualquiera de estas funciones de protección, junto con la señal de apertura del disyuntor 152-A, es el permisivio para realizar las transferencias requeridas.



Ante la novedad presentada abre el reconector R646, para despejar la falla entre 58A I665 RN9 y R646. Una vez abierto el reconector, puede cerrarse el RN8, transfiriendo parte de la carga de la sección no fallada al primario 58D

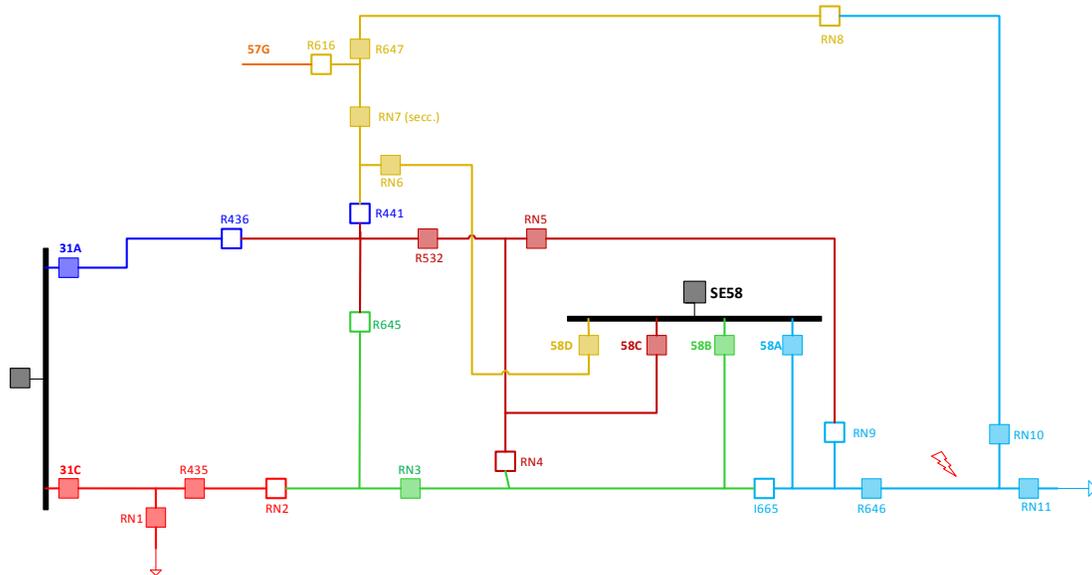
Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

Normalizar 58A,

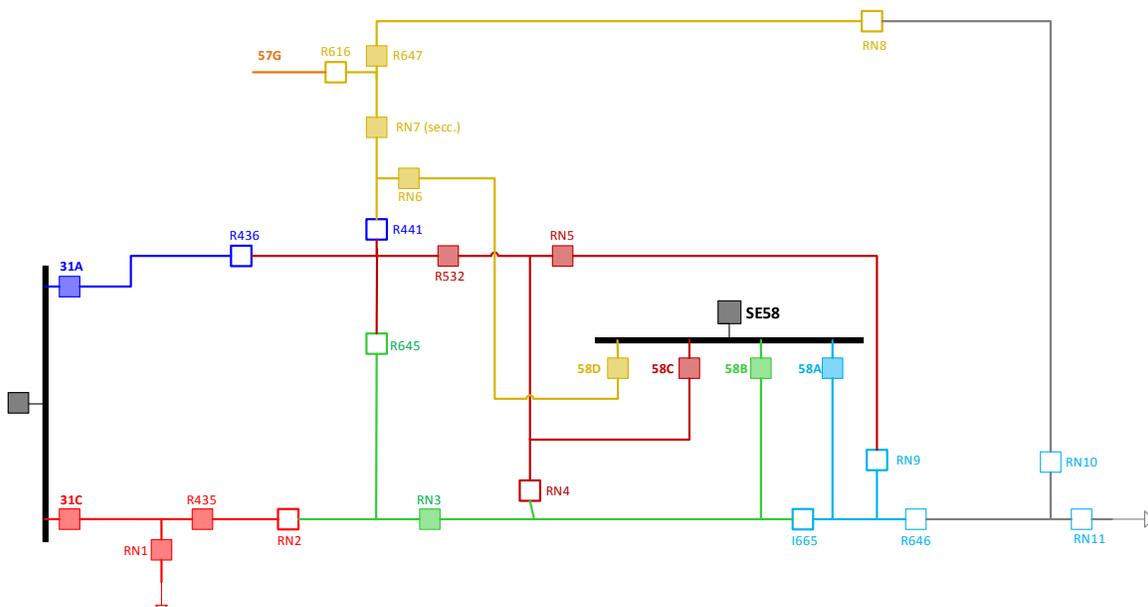
Anillar 58A con 58D a través de R646.

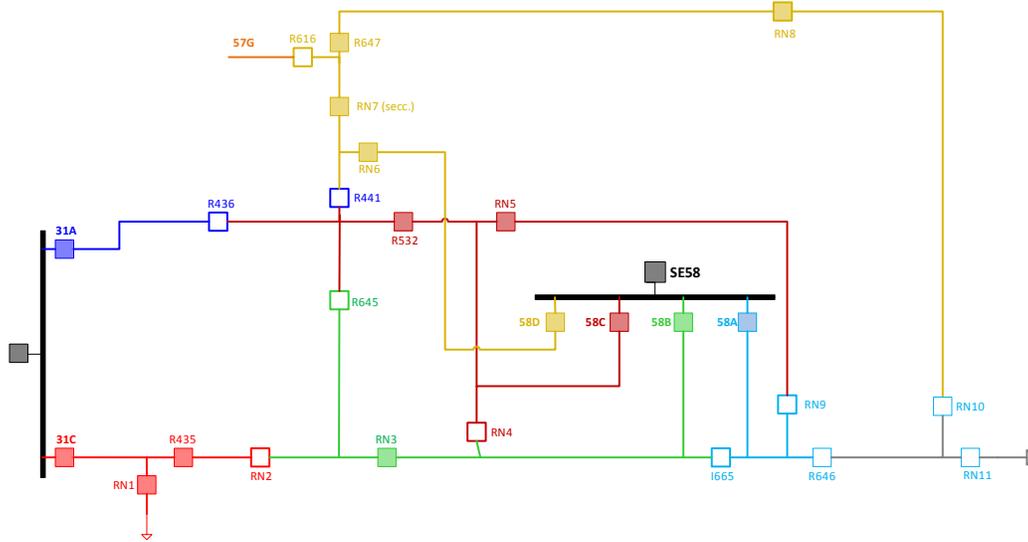
Y finalmente abrir RN8, de esta forma, el sistema retoma su posición original independizando las cargas.

### Falla 6 (tramo entre R646 RN10 y RN11)



Ante una falla permanente en la red de medio voltaje entre R646 RN10 y RN11, se abre el reconectador R646 por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases. La señal de actuación de cualquiera de estas funciones de protección, junto con la señal de apertura del disyuntor R646, es el permiso para realizar las transferencias requeridas.





Ante la novedad presentada abre el reconector R646, para despejar la falla entre R646 RN10 y RN11. Una vez abierto el reconector, puede cerrarse el RN8, transfiriendo parte de la carga de la sección no fallada al primario 58D

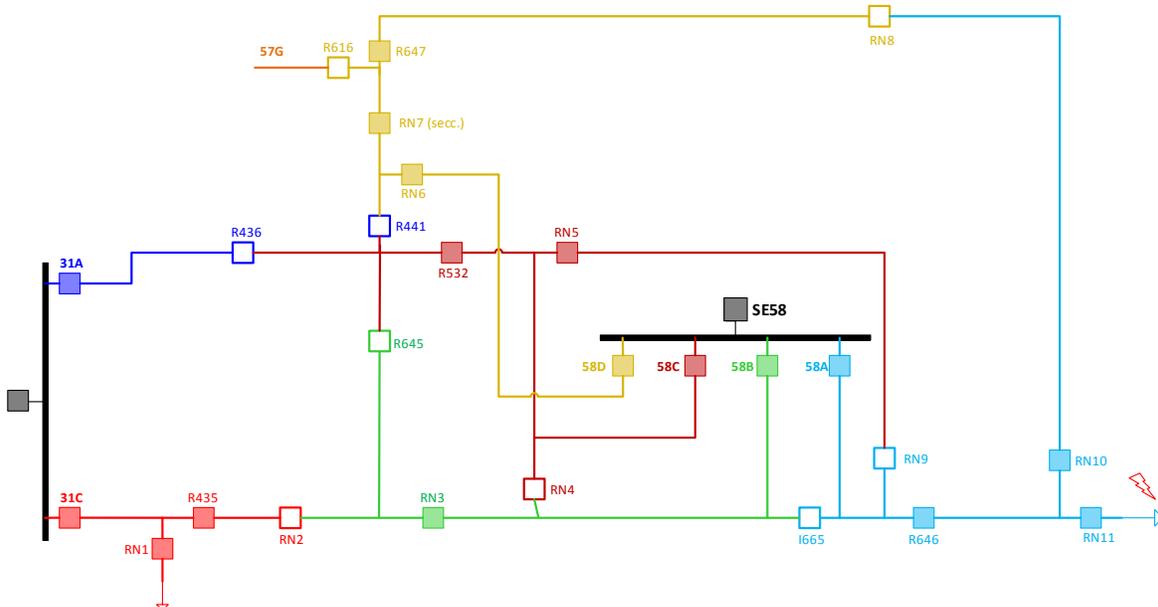
Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

Normalizar R646,

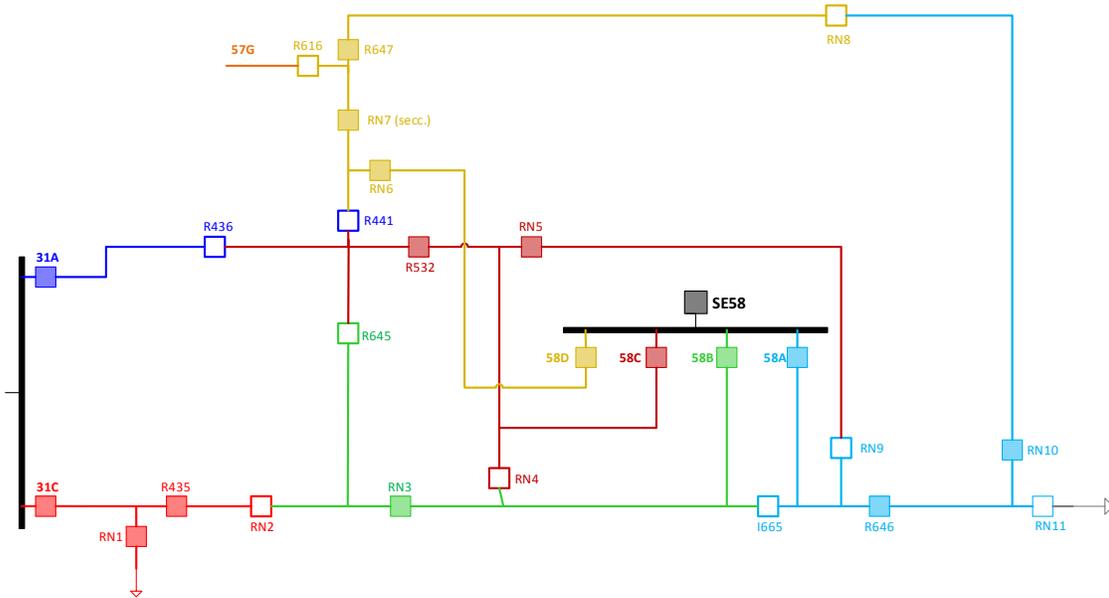
Anillar 58 D y 58 A a través del RN10.

Y finalmente abrir RN8, de esta forma, el sistema retoma su posición original independizando las cargas.

#### Falla 7 (Aguas abajo del RN11)



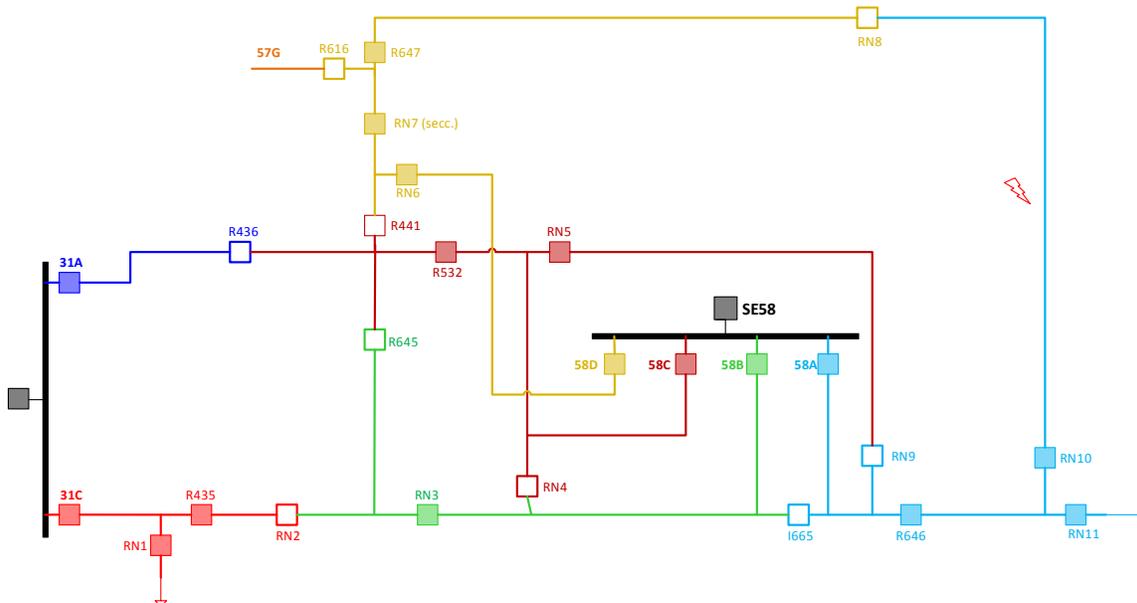
Ante una falla permanente en la red de medio voltaje entre aguas abajo del RN11 se abre el reconectador RN11 por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases, se queda sin servicio la zona afectada



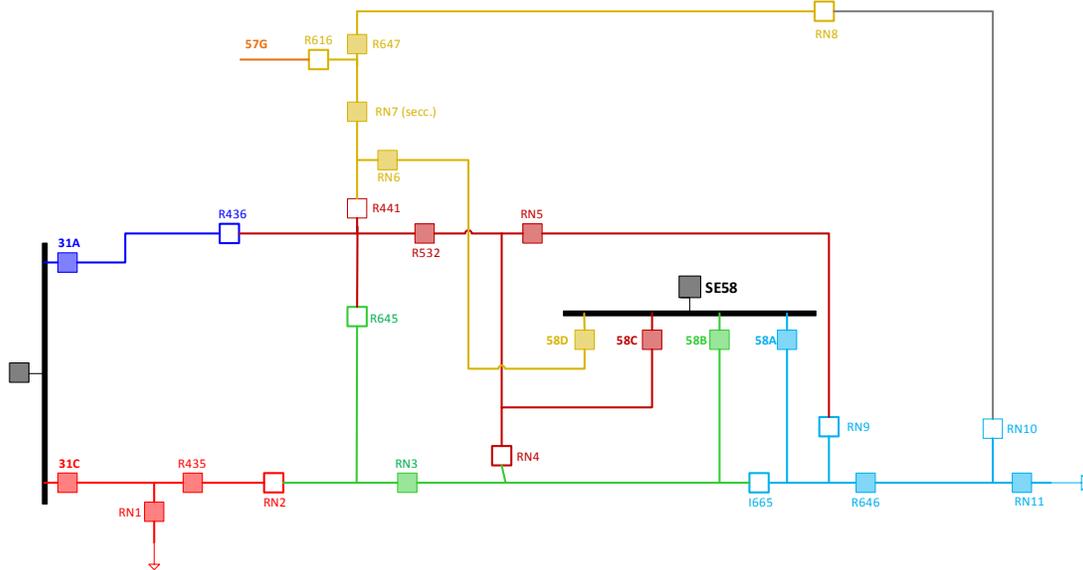
Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

Normalizar RN11 desde Centro de Control.

Falla 8 (tramo entre RN10 y RN8)



Ante una falla permanente en la red de medio voltaje entre RN10 y RN8, se abre el reconectador RN10 por actuación de los relés de protección 50-50N y/o 51-51N en cualquiera de las fases.



En este caso no existe posibilidad de realizar transferencias.

Reparada la falla, es necesario normalizar el servicio, remotamente desde el Centro de Control, de la siguiente manera:

Normalizar RN10,

Cerrar el RN10, y de esta forma, el sistema retoma su posición original.

### Falla 9 (actuación del esquema de baja frecuencia)

Por problemas en el SNI, puede actuar el esquema de baja frecuencia, desconectando alguno de los alimentadores. En estos casos, es necesario que la actuación de la función 81 impida que los reconectores efectúen la transferencia del primario desconectado.

## 7. Implementación del sistema de automatización

Para la implementación del sistema de automatización, la EEQ entregará al contratista la información necesaria para la automatización de la red de distribución, como sigue:

- Diagramas unifilares
- Diagramas de protección
- Arquitectura de red
- Información de los equipos que conforman la red
- Calibre de conductores a lo largo de la red
- Ubicación de cargas importantes
- Ajustes de protección de relés de protección y reconectores de todos los grupos de ajustes
- Listado de señales de los reconectores que se suben al SCADA

Considerando los equipos de la red, el contratista deberá realizar la automatización semi-centralizada mediante protocolo mediante protocolo IEC 60870-5-104.

El sistema de automatización contará con la inteligencia en el concentrador de datos ubicado en la subestación Tababela, el cual debe realizar una secuencia lógica de acciones que consiste en monitorear la red, aislar la zona con falla y restaurar el servicio a los usuarios posibles.

El sistema deberá estar en capacidad de determinar la zona afectada de la red y realizar la reconfiguración automática de la misma tomando en consideración las restricciones existentes, como: trabajos en la línea, cargabilidad de los alimentadores, falla de comunicación, automatización deshabilitada, etc. El sistema deberá evaluar de manera automática que la transferencia de carga sea segura primero para el personal operativo y luego para la red, también deberá realizar las funciones que se especifican a continuación:

- Localizar la zona de la red afectada por la presencia de una falla
- Detectar la zona de la red que presente una falla permanente
- Aislar la zona afectada
- Evaluar las restricciones operativas de la zona
- Restablecer el sistema para los usuarios afectados fuera de la zona con falla permanente
- Minimizar el número de usuarios afectados
- Proteger los equipos sin descuidar la seguridad
- Evitar la sobrecarga de los equipos en la red debido a una reconfiguración del sistema
- Debe ser capaz de realizar un deslastre de cargas, según las condiciones del sistema
- Notificar en tiempo real a Centro de Control sobre eventos y condiciones anormales de la red

Después que el sistema ha sido reconfigurado, el personal de mantenimiento es informado por el Centro de Control sobre la ubicación de la falla y se dirige al sitio para el diagnóstico de la falla y la reparación manual. Cuando se encuentra despejada la falla el Centro de Control será quien determine las operaciones para normalizar las transferencias.

El correcto funcionamiento de la reconfiguración automática de los diferentes escenarios de falla de la red que puedan presentarse, serán evaluados por la EEQ considerando los escenarios que se presentan en el Item 6.2 “Escenarios de falla” durante la ejecución de las pruebas.

Además, el contratista deberá simular todos los escenarios posibles de falla que puedan presentarse en la red. La cantidad de escenarios de la red para reconfiguraciones automáticas serán tantos sean posibles como el sistema lo permita, salvo las restricciones proporcionadas por la EEQ. Es decir que, no existirán limitaciones de número de escenarios de la red a automatizar.

## 8. Funcionalidades

Las funcionalidades a considerar son las siguientes:

- El concentrador de datos para condiciones de sobrecarga, debe considerar las características de placa de los transformadores y dispositivos mecánicos, límites de cargabilidad de los conductores
- El Concentrador de datos debe asegurar que son alternados correctamente los grupos de protecciones de los reconectores. Estos mismos equipos deben confirmar al concentrador de datos que han hecho el cambio de grupo de protecciones adecuado para la nueva configuración de la red
- El concentrador de datos de los reconectores recibirá información de los relés de las subestaciones Tababela y El Quinche en protocolo DNP3/ 61850(MMS) y de los reconectores en protocolo DNP3 TCP/IP
- El concentrador de datos recibirá la información del SAS SYSTEM 600 mediante protocolo mediante protocolo IEC 60870-5-104

## 9. Restricciones de operación

El concentrador de datos debe monitorear condiciones anormales en el estado de los equipos de la red para poder responder automáticamente, estas condiciones corresponden a:

- Trabajo en línea viva
- Recierre deshabilitado
- Fallas en el equipo de protección
- Fallas de comunicaciones

## 10. Integración

La provisión de concentradores de datos e integración al SCADA de la EEQ, contempla los siguientes parámetros:

- Configuración de Reconectores en Protocolo DNP3 TCP/IP
- Integración de Reconectores en protocolo DNP3 TCP/IP al Concentrador de Datos de los Reconectores.
- Implementación de Lógicas de Control en el concentrador de datos de reconectores, basados en información provenientes de los reconectores y de las SEs El Quinche y Tababela.
- Implementación y publicación en protocolo IEC 60870-5-104, de las señales que se deben ser integradas al SCADA de la EEQ.

## 11. Pruebas del sistema de automatización

Las pruebas a realizar en el proyecto, abarca las siguientes actividades:

- Pruebas de los escenarios de falla previo a su implementación
- Pruebas de implementación de los escenarios de falla
- Pruebas previas y de integración de señales de reconectores, en el concentrador de datos de Reconectores
- Pruebas Previas y de integración de la información proveniente de la SEs El Quinche y Tababela
- Pruebas previas y de integración de lógicas control, en el concentrador de datos de reconectores
- Pruebas previas y de integración del concentrador de datos de reconectores con el sistema SCADA de la EEQ

## 12. Capacitación

La capacitación al personal de la EEQ deberá tener una duración de al menos quince (15) útiles, en las instalaciones de la Empresa, el o los instructores suministrados por el contratista deberán ser especialistas que hayan participado en la implementación del proyecto. Cinco (5) días para los reconectores y diez (10) días para la automatización, se debe considerar mínimo los siguientes aspectos:

- Reconectores
  - Instalación, operación y mantenimiento
  - Programación de protecciones
  - Comunicaciones y SCADA
- Configuración de reconectores
  - En protocolo DNP3 TCP/IP
- Configuración del concentrador de datos
  - En protocolo DNP3 TCP/IP
  - En protocolo IEC 60870-5-104
  - Integración de información proveniente de las SEs Tababela y El Quinche, al concentrador de datos de reconectores

- Lógicas de Control para la implementación de la automatización
- Mantenimiento, administración y gestión del concentrador de datos
- Integración del concentrador de datos al sistema SCADA de la EEQ.
- Escenarios futuros
  - Descoordinación de protecciones,
  - Reguladores de voltaje, indicadores de falla, bancos de capacitores,
  - Recursos distribuidos
  - Optimización de pérdidas de la red considerando reguladores de voltaje y bancos de capacitores

### **13. Garantía**

El proveedor debe ofrecer una garantía mínima de 3 años sobre el concentrador de datos y los reconectores, incluyendo software, licencias y servicios de ingeniería. También, debe incluir la asistencia técnica vía telefónica y por correo electrónico, durante la implementación y operación del sistema.

### **14. Soporte**

El proveedor deberá brindar soporte del funcionamiento de los reconectores y del sistema de automatización implementado durante al menos tres (3) años.

## Anexo 1

Tabla 20. Ubicación de equipos

Ítem	Nombre sitio	Abreviatura Sitio	Ámbito de Red	Equipo	Cant.
1	SE 80 CENTRAL CUMBAYÁ	SE80	Red Backbone Fibra Optica	Router-Firewall Subestación IEC 61850	1
1	SE 31 TABABELA	SE31	Red Backbone Fibra Optica	Router-Firewall Subestación IEC 61850	1
2	SE 31 TABABELA	SE31	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	1
3	SE 31 TABABELA	SE32	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	1
5	SE 58 EL QUINCHE	SE58	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	1
6	SE 58 EL QUINCHE	SE59	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	1
7	REPETIDOR EL CARMEN	RC	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	2
8	REPETIDOR EL CARMEN	RC	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	2
9	REPETIDOR EL CARMEN	RC	Red Transporte Inalámbrico	Caja respaldo de energía 8 horas y Gestionable	1
10	REPETIDOR EL CARMEN	RC	Red Transporte Inalámbrico	Switch Gigabit Industrial Repetidor	1
11	REPETIDOR EL CARMEN	RC	Red Acceso Inalámbrico	Radio Base PMP 5.8 Ghz 16dBi 25 Mbps	1
12	REPETIDOR BELLO HORIZONTE	RBH	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	4
13	REPETIDOR BELLO HORIZONTE	RBH	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	4
14	REPETIDOR BELLO HORIZONTE	RBH	Red Transporte Inalámbrico	Switch Gigabit Industrial Repetidor	1
15	REPETIDOR BELLO HORIZONTE	RBH	Red Transporte Inalámbrico	Caja respaldo de energía 8 horas y Gestionable	1
16	REPETIDOR BELLO HORIZONTE	RBH	Red Acceso Inalámbrico	Radio Base PMP 5.8 Ghz 16dBi 25 Mbps	2
17	REPETIDOR EL QUINCHE	REQ	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	1
18	REPETIDOR EL QUINCHE	REQ	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	1
19	REPETIDOR EL QUINCHE	REQ	Red Transporte Inalámbrico	Caja respaldo de energía 8 horas y Gestionable	1
20	REPETIDOR EL QUINCHE	REQ	Red Transporte Inalámbrico	Switch Gigabit Industrial Repetidor	1
21	REPETIDOR EL QUINCHE	REQ	Red Acceso Inalámbrico	Radio Base PMP 5.8 Ghz 16dBi 25 Mbps	2
22	REPETIDOR CUSUBAMBA	RCU	Red Transporte Inalámbrico	Radio PTP 5.8 Ghz MIMO 300 Mbps	1
23	REPETIDOR CUSUBAMBA	RCU	Red Transporte Inalámbrico	Antena Parabólica	1
24	REPETIDOR CUSUBAMBA	RCU	Red Transporte Inalámbrico	Caja respaldo de energía 8 horas y Gestionable	1
25	REPETIDOR CUSUBAMBA	RCU	Red Transporte Inalámbrico	Switch Gigabit Industrial Repetidor	1

Ítem	Nombre sitio	Abreviatura Sitio	Ámbito de Red	Equipo	Cant.
26	REPETIDOR CUSUBAMBA	RCU	Red Acceso Inalámbrico	Radio Base PMP 5.8 Ghz 16dBi 25 Mbps	2
27	R0435	R0435	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
28	R0435	R0435	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
29	R0436	R0436	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
30	R0436	R0436	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
31	Rn4Esquinas_01	Rn4Esquinas_01	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
32	Rn4Esquinas_01	Rn4Esquinas_01	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
33	Rn4Esquinas_02	Rn4Esquinas_02	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
34	Rn4Esquinas_02	Rn4Esquinas_02	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
35	R0441	R0441	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
36	R0441	R0441	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
37	R0532	R0532	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
38	R0532	R0532	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
39	RnViaGuayllabamba_01	RnViaGuayllabamba_01	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
40	RnViaGuayllabamba_01	RnViaGuayllabamba_01	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
41	RnViaGuayllabamba_02	RnViaGuayllabamba_02	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
42	RnViaGuayllabamba_02	RnViaGuayllabamba_02	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
43	R0647	R0647	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
44	R0647	R0647	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
45	R0616	R0616	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
46	R0616	R0616	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
47	R0645	R0645	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
48	R0645	R0645	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
49	RnLubricadora	RnLubricadora	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
50	RnLubricadora	RnLubricadora	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
51	RnQuinche	RnQuinche	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
52	RnQuinche	RnQuinche	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
53	R0665	R0665	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1

Ítem	Nombre sitio	Abreviatura Sitio	Ámbito de Red	Equipo	Cant.
54	R0665	R0665	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
55	RnTerpel	RnTerpel	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
56	RnTerpel	RnTerpel	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
57	RnMecanica	RnMecanica	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
58	RnMecanica	RnMecanica	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
59	RnCementerioAscazubi	RnCementerioAscazubi	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
60	RnCementerioAscazubi	RnCementerioAscazubi	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
61	RnSemaforoAscazubi	RnSemaforoAscazubi	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
62	RnSemaforoAscazubi	RnSemaforoAscazubi	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
63	RnCusubamba	RnCusubamba	Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
64	RnCusubamba	RnCusubamba	Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1
65			Red Acceso Inalámbrico	Radio Suscriptor PMP 5.8 Ghz 24dBi 25 Mbps	1
66			Red Acceso Inalámbrico	Caja respaldo de energía 4 horas	1

## Anexo 2

Tabla 21. Especificaciones de equipos por enlaces

Segmento de Red	Enlace	Sitio A	Sitio B	Especificaciones Equipos Sitio A	Especificaciones Equipos Sitio B
Ambito de red	SE80	SE80	N/A	Router-Firewall IEC 61850 6 puertos FO Monomodo GigabitEthernet 25 km, 6 Puertos 10/100 Mbps	N/A
Red Backbone Fibra Optica	SE31 - SE58	SE31	SE58	Router-Firewall IEC 61850 4 puertos FO Monomodo GigabitEthernet 25 km, 6 Puertos 10/100 Mbps, 4 Puertos FO Multimodo 100 Mbps	Router-Firewall Subestación IEC 61850
Red Transporte Inalámbrico	Enlace MASTER SE31 - RC	SE31	RC	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.
				Incluye instalación y montaje en mastil, protecciones eléctricas, cableado cobre STP Cat. 5e para exteriores hasta la cabina de comunicaciones.	Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto del radio enlace para una velocidad de mínimo 100 Mbps con una latencia en capa 3 de máximo 3 ms estable.
Red Transporte Inalámbrico	Enlace MASTER SE58 - RBH	SE58	RBH	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.
				Incluye suministro de mastil de 12 m, instalación y montaje, protecciones eléctricas, cableado cobre STP Cat. 5e para exteriores hasta la cabina de comunicaciones.	Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto del radio enlace para una velocidad de mínimo 100 Mbps con una latencia en capa 3 de máximo 3 ms estable.

Segmento de Red	Enlace	Sitio A	Sitio B	Especificaciones Equipos Sitio A	Especificaciones Equipos Sitio B
Red Transporte Inalámbrico	Enlace RBH - RCU	RBH	RCU	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.
				Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto del radio enlace para una velocidad de mínimo 100 Mbps con una latencia en capa 3 de máximo 3 ms estable.	
Red Transporte Inalámbrico	Enlace RBH - REQ	RBH	REQ	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.
				Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto del radio enlace para una velocidad de mínimo 100 Mbps con una latencia en capa 3 de máximo 3 ms estable.	
Red Transporte Inalámbrico	Enlace RC - RBH	RC	RBH	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.	Radio PTP (Punto a Punto) 5.8 Ghz; MIMO, Ethernet Bridging IEEE 802.3 dinamicamente variable hasta 300 Mbps, Throughput mínimo 100 Mbps. Latencia 1 a 10 ms. Sincronización Ethernet IEEE 1588v2; Protección IP 67. Interfaces 2 RJ-45 GigabitEthernet, PoE incluido.
				Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto del radio enlace para una velocidad de mínimo 100 Mbps con una latencia en capa 3 de máximo 3 ms estable.	

Segmento de Red	Enlace	Sitio A	Sitio B	Especificaciones Equipos Sitio A	Especificaciones Equipos Sitio B
Red Acceso Inalámbrico	Enlace RC - Rn4Esquinas_01	RC	Rn4Esquinas_01	Radio Base PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Externa Sectorial 16 dBi.	Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RC - Rn4Esquinas_02		Rn4Esquinas_02		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RC - R0436		R0436		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RC - R0435		R0435		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto de los radio enlaces en la topología PUNTO-MULTIPUNTO (PMP) para una velocidad de mínimo 2 Mbps a 10 Mbps en cada suscriptor con una latencia en capa 3 de máximo 20 ms estable.					
Red Acceso Inalámbrico	Enlace RBH - RnViaGuayllabamba_01	RBH	RnViaGuayllabamba_01	Radio Base PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Externa Sectorial 16 dBi.	Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RBH - RnViaGuayllabamba_02		RnViaGuayllabamba_02		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RBH - R0441		R0441		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RBH - R0532		R0532		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.

Segmento de Red	Enlace	Sitio A	Sitio B	Especificaciones Equipos Sitio A	Especificaciones Equipos Sitio B
	Enlace RBH - R0616		R0616		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RBH - R0647		R0647		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto de los radio enlaces en la topología PUNTO-MULTIPUNTO (PMP) para una velocidad de mínimo 2 Mbps a 10 Mbps en cada suscriptor con una latencia en capa 3 de máximo 20 ms estable.				
Red Acceso Inalámbrico	Enlace REQ - R0645	REQ	R0645	Radio Base PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Externa Sectorial 16 dBi.	Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace REQ - RnTerpel		RnTerpel		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace REQ - RnMecanica		RnMecanica		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace REQ - R0665		R0665		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace REQ - RnQuinche		RnQuinche		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace REQ - RnLubricadora		RnLubricadora		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.

Segmento de Red	Enlace	Sitio A	Sitio B	Especificaciones Equipos Sitio A	Especificaciones Equipos Sitio B
	Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto de los radio enlaces en la topología PUNTO-MULTIPUNTO (PMP) para una velocidad de mínimo 2 Mbps a 10 Mbps en cada suscriptor con una latencia en capa 3 de máximo 20 ms estable.				
Red Acceso Inalámbrico	Enlace RCU – RnCementerio Azcasubi	RCU	RnCementerio Ascazubi	Radio Base PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Externa Sectorial 16 dBi.	Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RCU - RnSemaforoAzcasubi		RnSemaforoAsc azubi		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Enlace RCU - RnCusubamba		RnCusubamba		Radio Suscriptor PMP (Punto Multipunto) 5.8 Ghz Multibanda; MIMO-OFDM, NLOS, Max Tx 25dBm; IP 67, Antena Interna 24 dBi.
	Incluye montaje, protecciones eléctricas, puesta a punto de los radio enlaces en la topología PUNTO-MULTIPUNTO (PMP) para una velocidad de mínimo 2 Mbps a 10 Mbps en cada suscriptor con una latencia en capa 3 de máximo 20 ms estable.				

