



Índice Capítulo 7

7. Red de Comunicaciones	7.1
7.1 Introducción	7.1
7.2 Red de Fibra Óptica	7.4
7.2.1 Descripción de la Red de Fibra	7.4
7.2.2 Descripción del Equipamiento de la Red de Fibra Óptica	7.6
7.3 Red Radio	7.8
7.3.1 Descripción de la Red de Radio	7.8
7.3.2 Estudio del Terreno	7.8
7.3.3 Descripción del Equipamiento de la Red de Radio	7.10
7.3.4 Alcance del Suministro para el Sistema de Radio	7.13
7.4 Red PLC	7.14
7.4.1 Descripción de la Red PLC	7.14
7.4.2 Descripción del Equipamiento	7.15
7.4.2.1 Onda Portadora: STE-D	7.15
7.4.2.2 Dispositivo de Acoplamiento SCA/SGA	7.16
7.4.2.3 Bobina de Bloqueo SBS-N	7.17
7.4.2.4 Capacidades de Acoplamiento	7.17
7.4.3 Alcance de Equipamiento Necesario para la Red de PLC	7.17
7.5 Redes LAN	7.18
7.5.1 Descripción de la Solución	7.18
7.5.2 Descripción del Equipamiento	7.21
7.5.2.1 Switch Nivel 2: RuggedSwitch RSG2100	7.21
7.5.2.2 Switch Nivel 3: FastIron Edge X Series	7.22
7.5.3 Alcance del Equipamiento de Redes LAN	7.23



7.5.3.1 Centro de Control	7.23
7.5.3.2 Subestaciones	7.24



7. Red de Comunicaciones

7.1 Introducción

El objeto de este capítulo es definir la red de comunicaciones para la comunicación de las subestaciones con el Centro de Control para soportar principalmente la transmisión de la información del SCADA, además de permitir una futura transmisión de otro tipo de información, sea vídeo, voz o datos. La red de comunicaciones diseñada consiste en un sistema de alta tecnología para cada uno de los medios físicos ofrecidos.

Debido a las ubicaciones de las distintas subestaciones, el medio físico y la tecnología a utilizar para la transmisión de las señales del SCADA, serán los más adecuados según el caso:

- El núcleo principal de la red de comunicaciones se sustentará sobre fibra óptica. Se cuenta actualmente con una red de fibra óptica instalada, a la que se integrarán otras subestaciones aprovechando el tendido por la red eléctrica, mediante fibra óptica ADSS.

El backbone de la red MAN (red que une todos los nodos con el Centro de Control) se sustenta sobre fibra óptica ADSS, aprovechando el tendido eléctrico. Se montará una fibra óptica diseñada especialmente para ser instalada junto a cables de alta tensión y no requiere preinstalación en la red, lo que permite una instalación rápida y sin interrupción de servicio.

- Existe un cierto número de subestaciones que no quedarán cubiertas por la fibra óptica. Estas subestaciones serán integradas a la red total mediante comunicaciones radio, haciendo uso de dos repetidores.

En estas ubicaciones remotas a las que físicamente resulta complicado llegar a través de fibra óptica o cuya instalación no justifique su inversión, se emplea un sistema de radio digital de última generación basado en la tecnología W-OFDM en la banda libre de 5,7 GHz, evitando trámites de legalización de frecuencias. El sistema de radio propuesto combina su sencillez y calidad, con una alta robustez ante interferencias eléctricas.

- Debido a la localización de la más lejana de las subestaciones, Los Bancos, la integración de esta subestación a la red se realizará mediante un enlace PLC con la subestación Cotocallao.

Se propone una única línea PLC para comunicar esta subestación, ya que debido a su gran distancia hacia la subestación más cercana a ella, no se justifica la tirada de fibra



óptica y los resultados que pueden obtenerse con una radio no van a ofrecer la calidad requerida, ya que hay que tener en cuenta que el objetivo final es transmitir datos de control en tiempo real.

Por último, todas las RTU deben conectarse a la red MAN anteriormente conectada mediante las LAN de cada una de las subestaciones. Es el switch que actúa de concentrador en cada una de las subestaciones, sin duda el punto más crítico de esta red, ya que dependerá de éste la transmisión final de los datos de control de las RTU al Centro de Control. Por ello, estos switches cumplen con la IEC 61000-5-6 para entornos de trabajo en subestaciones.

A continuación se muestra una tabla con las distintas subestaciones componentes de la red y el medio físico por el que se encuentran integradas o deben integrarse:

Nodo	Nombre	FO	Radio	PLC
1	SE Olímpico	X		
2	SE Luluncoto	X		
3	SE Barrionuevo		X	
4	SE Chimbacalle	X		
6	SE Escuela Sucre	X		
7	SE San Roque		X	
8	SE La Marín	X		
9	SE Miraflores	X		
10	SE Diez Vieja	X		
11	SE Belisario Quevedo	X		
12	SE Floresta	X		
13	SE Granda Centeno	X		
15	SE Bosque	X		
16	SE Río Coca		X	
17	SE Andalucía	X		



7.- Red de Comunicaciones

18	SE Cristianía		X	
19	SE Cotacollao	X		X
20	SE Sur	X		
21	SE Epicachima	X		
24	SE Carolina	X		
27	SE San Rafael		X	
28	SE Iñaquito	X		
32	SE Diez Nueva	X		
34	SE Machachi		X	
36	SE Tumbaco	X	X	
37	SE Santa Rosa	X		
38	SE Norte	X	X	
39	SE Vicentina	X		
40	SE Nuevo Aeropuerto		X	
41	SE Selva Alegre	X		
49	SE Los Bancos			X
52	SE Cumbayá	X		
53	SE Pérez Guerrero	X		
55	SE Sangolquí		X	
57	SE Pomasqui	X		
58	SE El Quinche		X	
59	SE Eugenio Espejo		X	
86	SE Nayón	X		



84	SE Guangopolo Hidráulica	X		
82	SE Guangopolo Térmica	X	X	

Tabla [7.1] – Medio físico de comunicación para cada subestación

Existen nodos frontera entre los distintos medios físicos. De esta forma, las subestaciones Tumbaco (36), Norte (38) y Guanpolo Térmica (84) actúan de frontera entre la red de fibra óptica y la red de radio; por su parte, la subestación Cotocallao (19) actúa de frontera entre la red de fibra óptica y el enlace PLC.

En la figura [7.1] se muestra esquemáticamente la utilización de distintos medios físicos para componer la red total.

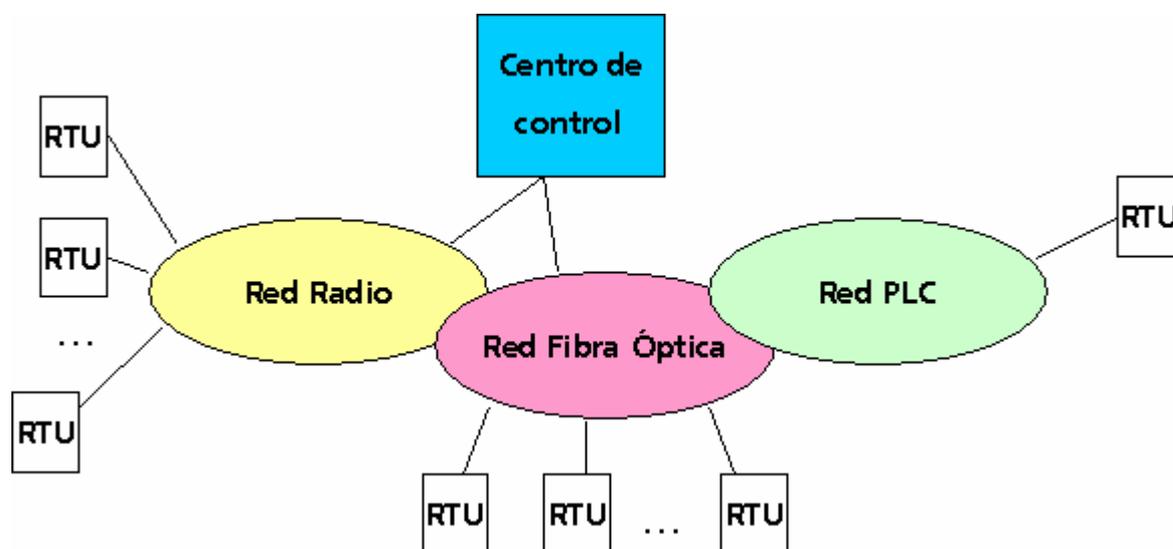


Figura [7.1] – Esquema de Comunicaciones

7.2 Red de Fibra Óptica

7.2.1 Descripción de la Red de Fibra

El núcleo principal de la red de comunicaciones de la Empresa Distribuidora estará sostenido por la red de fibra óptica. La red de fibra óptica contará con un total de 72.56 Km. de fibra óptica ADSS, de los que sólo serán objeto del presente proyecto 24.3 Km., ya que la restante se encuentra actualmente instalada por la Empresa Distribuidora.

En la figura [7.2], se encuentra representada la red completa de fibra óptica. Los enlaces en negro son los ya instalados, mientras que los que se encuentran resaltados en rojo, serán los que se incluyen en el objeto del presente proyecto.



7.- Red de Comunicaciones

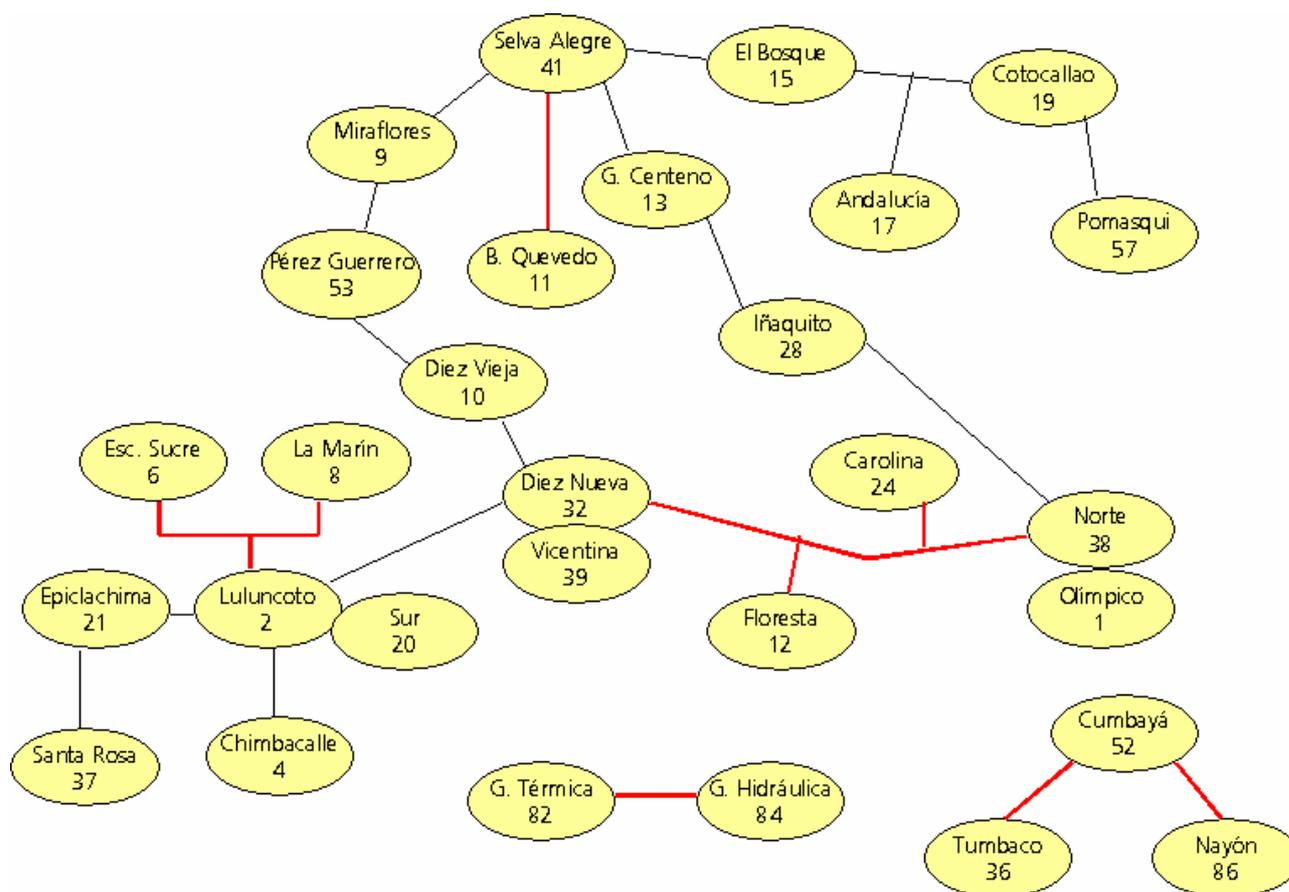


Figura [7.2] - Red de Fibra Óptica

Con esto, los enlaces de fibra a realizar serán los que se indican en la siguiente tabla, donde además de la longitud de los enlaces, se indica el equipamiento suplementario necesario para cada uno de los enlaces.

Enlace		Fibra Óptica (m)	ODF	Rack	Patch Cord	Pigtail	Pitillos Termoaj.
SE Sur (24)	SE Sucre 6	2.150	2	2	4	48	48
SE Sucre 6	SE La Marín 8	1.390	2	1	4	48	48
SE Vicentina (39)	SE Floresta 12	1.000	2	2	4	48	48
SE Floresta 12	SE Carolina (24)	5.200	2	1	4	48	48
SE Carolina	SE Norte (38)	3.900	2	1	4	48	48



(24)							
SE Selva Alegre (41)	SE Belisario Quevedo11	3.060	2	2	4	48	48
SE G. Térmica (82)	SE G. Hidráulica (84)	1.500	2	2	4	48	48
SE Tumbaco (36)	SE Cumbaya (52)	2.600	2	2	4	48	48
SE Cumbaya (52)	SE Nayón (86)	3.500	2	1	4	48	48
Total		24.300	18	14	36	432	432

Tabla [7.2] – Longitud enlace de Fibra Óptica

Los accesorios de fibra óptica que son necesarios para la instalación de ésta y que se indican en la anterior tabla son:

- ODF 24 puertos st.
- Rack tipo cerrado de 19" 46UR.
- Patch cord monomodo ST –ST dúplex 5 metros.
- Pigtail ST monomodo.
- Pitillos termoajustables.

Además los materiales de instalación necesarios para cada uno de los enlaces son:

- 14 ud. de Herrajes de suspensión para Span de 210 m.
- 14 ud. de Herrajes de retención para Span de 210 m.
- 28 ud. de Amortiguadores de viento.

7.2.2 Descripción del Equipamiento de la Red de Fibra Óptica

La fibra ADSS propuesta para la composición de la red de fibra pertenece a la familia PowerGuide ADSS de Ofs.



Esta familia de cables de fibra proporciona soluciones para un gran rango de vanos, que hace que se satisfaga cualquier necesidad.

Cada diseño de fibra PowerGuide ofrece las siguientes ventajas:

- Excepcional funcionamiento, robustez e inmunidad a campos electromagnéticos.
- Rápida instalación sin interrupción del servicio eléctrico.
- Alta estabilidad y robustez.
- Su perfil de cable minimiza la carga del viento y el hielo para holguras de cable reducidas.
- Cumplimiento con las normas IEEE, EIA/TIA y RUS.

El cable propuesto (PowerGuide) ofrece una solución excelente para cables aéreos de distintos vanos. Con uno de los diámetros de cable más pequeños del mercado, este cable es ligero y fácil de manejar, ahorrando tiempo y dinero en la instalación. Ver figura [7.3].

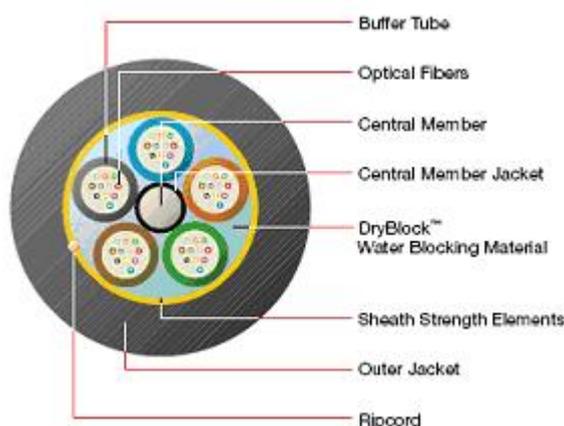


Figura [7.3] – Cable de Fibra Óptica

Las fibras ópticas se encuentran identificadas mediante códigos de colores, en tubos rellenos de gel para protegerlas de las fuerzas mecánicas, creando espacios virtualmente libres de fuerzas para las fibras. Los tubos se encuentran trenzados alrededor de un miembro dieléctrico central, usando la técnica de trenzado ROL (reverse oscillating lay). Al contrario que otros métodos, ROL permite “destrenzar” fácilmente los tubos.

Algunas de sus características más importantes son:

- Perfil circular más pequeño para minimizar la carga de hielo y viento.



- Gran rango de tipos de fibra.
- Excelente capacidad short-san.
- Ligera y fácil de manejar e instalar.
- Diseño DryBlock para facilitar el manejo de cable.

Los rack de 19" de 24 UR indicados en las especificaciones han sido sustituidas por racks de 46 UR, donde además del sistema de fibra, podrá instalarse el equipamiento de switching, junto con el equipamiento de cableado de las distintas LAN, lo que optimizará el espacio a utilizar en la subestaciones.

7.3 Red Radio

7.3.1 Descripción de la Red de Radio

La Red de Radio se encarga de comunicar distintas subestaciones a las que no se accede mediante fibra óptica, inalámbricamente, mediante tecnología OFDM con el Centro de Control.

Las subestaciones a comunicar lo harán mediante dos repetidores situados en Cerro Atacazo y Condor Loma, tal como se indica en la figura [7.4].

7.3.2 Estudio del Terreno

La situación geográfica de cada uno de los puntos a comunicar, por la información facilitada son los mostrados en la tabla [7.3].

Nombre de la Subestación	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Altitud (m)	Longitud			Latitud		
				Latitud			Longitud		
SE Machachi	772874,72	9949110,45		-78,00	-32,00	-54,31	0,00	-27,00	-35,96
SE San Roque	776318,72	9976128,96	2875	-78,00	-31,00	-3,21	0,00	-12,00	-56,75
SE Río Coca	781465,91	9982191,13	2945	-78,00	-28,00	-16,87	0,00	-9,00	-39,47
SE San Rafael	783502,19	9967498,62	2481	-78,00	-27,00	-10,98	0,00	-17,00	-37,53
SE Tumbaco	788742,05	9978054,32	2342	-78,00	-24,00	-21,69	0,00	-11,00	-54,04
SE Chillotallo	770620,78	9966729,62	3020	-78,00	-34,00	-7,32	0,00	-18,00	-2,65



7.- Red de Comunicaciones

SE El Quinche	797396,79	9985048,62	2478	-78,00	-19,00	-42,02	0,00	-8,00	-6,44
SE Cristianía	781563,79	9987431,94	2973	-78,00	-28,00	-13,73	0,00	-6,00	-48,94
SE Barrionuevo	774615,39	9972542,67	2857	-78,00	-31,00	-58,24	0,00	-14,00	-53,46
SE Sangolqui	782452,39	9961462,19	2450	-78,00	-27,00	-44,86	0,00	-20,00	-53,95
SE Norte	782037,00	9980507,00		-78,00	-27,00	-58,41	0,00	-10,00	-34,27
Cerro Condor Loma			3600	78°31'59" OESTE			0°09'55" SUR		
Cerro Atacazo			4471	78°37'9" OESTE			0°21'22" SUR		

Tabla [7.3] – Situación geográfica de las subestaciones

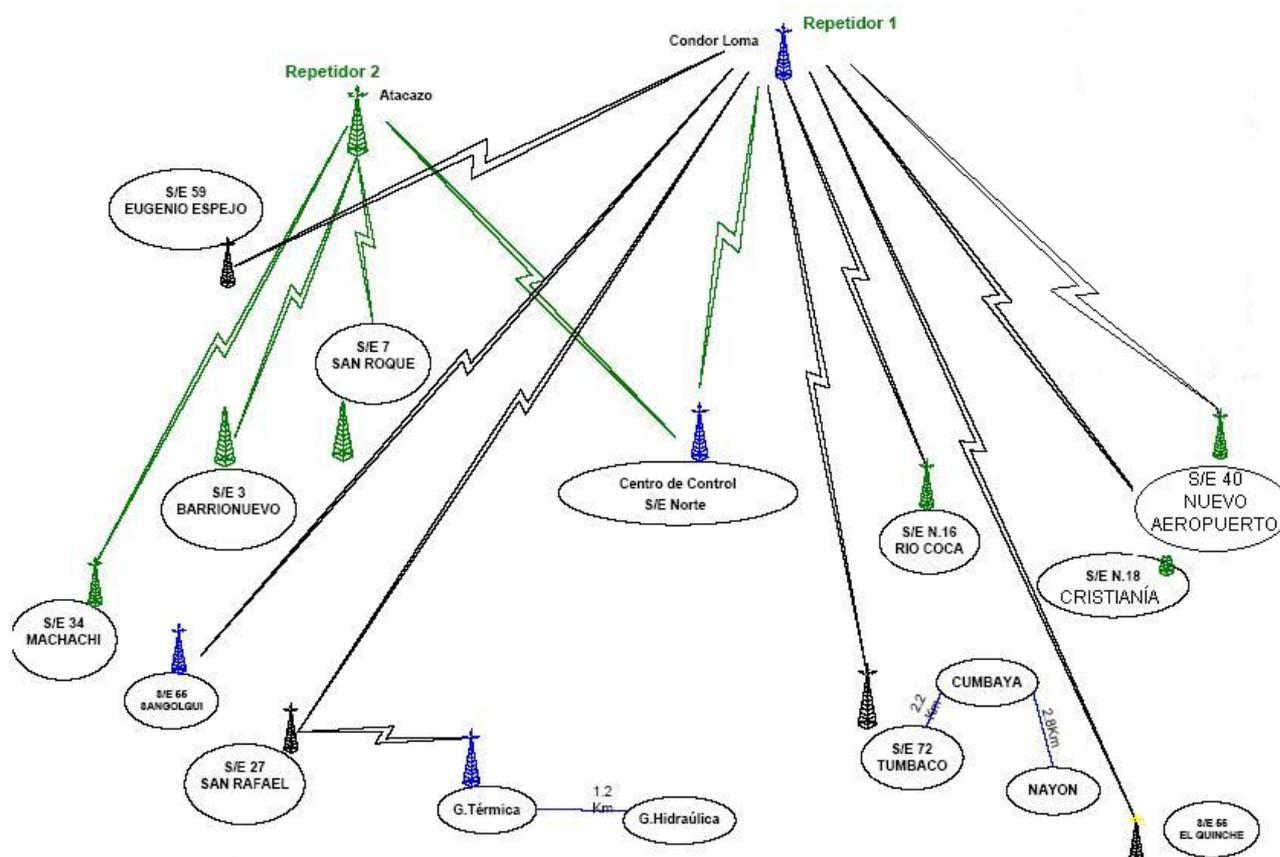


Figura [7.4] – Configuración de la Red de Radio

Según estas localizaciones, la red presentaría la siguiente composición:

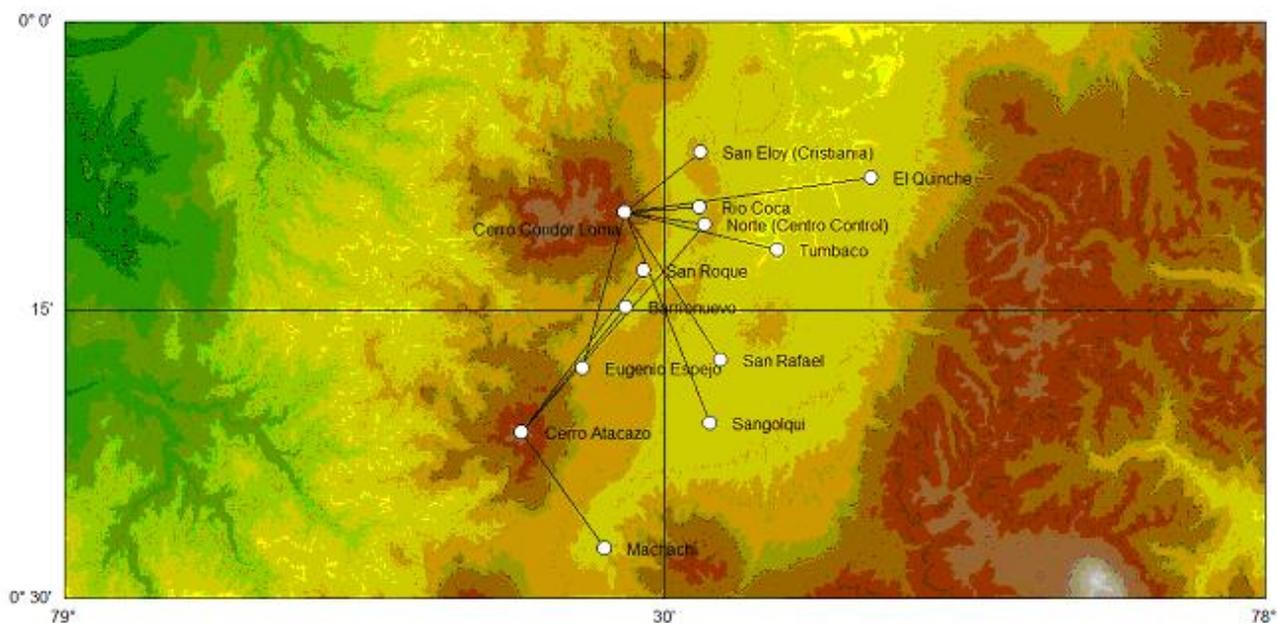


Figura [7.5] – Mapa de la Zona

Sobre el mapa anterior faltaría representar la Central Guanpolo Hidráulica, de la que no se dispone de datos de localización geográfica y para la que se ha supuesto un enlace punto a punto inalámbrico con la misma tecnología que el resto de la red con la SE San Rafael.

Para asegurar el pleno funcionamiento del sistema se propone la utilización de un enlace punto a punto entre el repetidor y la subestación que sobrepasa el límite de 20 km de distancia de éste.

También se han dispuesto enlaces punto a punto de alta capacidad desde cada uno de los repetidores hasta el Centro de Control, ya que será en estos enlaces en los que se concentren la información de todas las subestaciones que acceden vía radio al Centro de Control.

7.3.3 Descripción del Equipamiento de la Red de Radio

El sistema de radio propuesto es el Canopy de Motorola, que permite que las RTU sean conectadas vía Ethernet a la red LAN de la subestación.

El sistema de radio se compone de equipos emisores/receptores en la banda de 5.7 GHz. que cumplen con la característica y especificaciones W_OFDM.

La configuración de los equipos, el mantenimiento y supervisión, se puede realizar a través de la red objeto de este proyecto, lo que facilita la administración, el diagnóstico y el control de toda la red inalámbrica.



La plataforma inalámbrica Canopy combina un funcionamiento superior de acceso de banda ancha con una alta flexibilidad para facilitar un amplio rango de aplicaciones comerciales y privadas. La tecnología inalámbrica está diseñada para mejorar el control del equipo, la gestión de éste y los costos de instalación. Además, ofrece opciones de configuración flexible para adaptarse a las necesidades de cada entorno.

La solución Canopy proporciona un acceso de banda ancha inalámbrico en un gran abanico de frecuencias. Esta red ha sido diseñada para lograr una instalación sencilla. La solución Canopy de pequeñas celdas elimina la necesidad de coordinación.

La plataforma Canopy ofrece un producto en el estado-del-arte en cuanto a productos WiMax e importantes ventajas que permiten el acceso a banda ancha a una gran variedad de proveedores y usuarios de servicios. La configuración del sistema y su extremadamente baja latencia de 5 a 7 ms. (punto-multipunto) permite el acceso a banda ancha de tecnologías de alta demanda como voz sobre IP, servicio de video o seguridad.

A continuación se listan las principales características y ventajas del sistema de radio:

- **Resistencia a la Interferencia**

El esquema de modulación de Canopy mejora la calidad de envío de los datos y mitiga la interferencia proveniente de otros sistemas.

El sistema Canopy evita la auto-interferencia mediante la sincronización de todas las señales de transmisión y recepción en la red mediante GPS. Las señales son muy efectivas penetrando obstáculos y evitando obstrucciones, haciendo el sistema muy eficiente tanto en entornos urbanos densos, como en áreas suburbanas o localizaciones rurales.

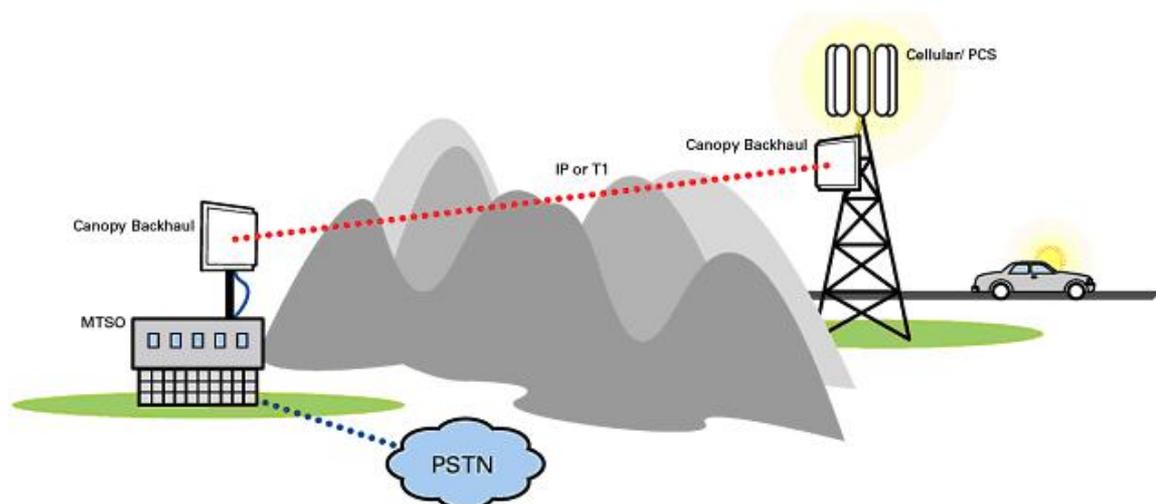




Figura [7.6] – Resistencia a la Interferencia

- **Tasas de Datos**

El Sistema Canopy ofrece velocidades de subida y de bajada tan o más elevadas que cualquier otro servicio disponible hoy día. El sistema punto-multipunto ofrece hasta 14 Mbps (tasa de agregado) y el punto a punto ofrece hasta 33 Mbps (tasa de agregado) a los usuarios finales del sistema.

- **Rangos de Operación**

El Sistema Canopy ofrece acceso de banda ancha para redes de varios tamaños y áreas de cobertura.

- **Escalabilidad**

La avanzada escalabilidad de este sistema permite que éste se acomode rápidamente a las necesidades de cambio, ampliando area geográfica, más puntos a conectar, o mayores volúmenes. Además, su alta tolerancia a las interferencias y sus antenas directivas, admiten la adición de transmisores adicionales incrementando la capacidad sin degradación de la calidad.

- **Seguridad**

El sistema Canopy implementa seguridad sobre el aire mediante la encriptación de datos (DES). Para un grado mayor de seguridad, también se encuentra disponible en algunas áreas, el AES (Advanced DES) que provee encriptación de 128 bit para asegurar el envío de datos y la fiabilidad. AES hace totalmente imposible crackear el código.

La plataforma Canopy, presenta soluciones para enlaces punto-punto y punto-multipunto. Esta funcionalidad punto-multipunto es implementada por el siguiente equipamiento:

- Modulo Access Point (AP). Constituye el nodo central (estación base), se encuentra construido para montaje externo.
- AP Cluster. Constituye la inteligencia del nodo central, y provee alimentación a todos los demás elementos del sistema. Incluye un switch y un módulo GPS.



- Subscriber Module (SM). Son transceptores situados en los emplazamientos de usuarios. No requiere instalación de software adicional.

El equipo Canopy que funciona como punto a punto es un potente enlace de datos para entornos de cualquier tipo. El equipo utilizado es el Backhaul y existen distintas versiones según la capacidad de transmisión.

7.3.4 Alcance del Suministro para el Sistema de Radio

El Sistema Radio se encuentra formado por dos zonas de suscriptores, cada una de las cuales se conecta al Centro de Control mediante uno de los repetidores disponibles de la Empresa Distribuidora.

Para la primera de las zonas de repetición (Repetidor Atacazo), se utilizará un equipo Access Point (AP) en el repetidor, con tres antenas apuntando a cada uno de los suscriptores y los tres suscriptores (SE Machachi, SE Barrionuevo y SE San Roque).

Para la segunda de las zonas de repetición (Repetidor Condor Loma), se utilizará un equipo Access Point (AP) en el repetidor, con cuatro antenas sectoriales, que cubrirán ampliamente el área donde se encuentran los suscriptores de esta zona. Además, se tendrán en cuenta 8 unidades de suscriptor, seis para los enlaces de SE Eugenio Espejo, SE Sangolquí, SE San Rafael, SE Tumbaco, SE Río Coca y SE Eloy Alfaro, y dos más para el enlace SE San Rafael – SE G.Térmica.

En la SE El Quinche con el Repetidor Condor Loma se realizará mediante una unidad de Backhaul, debido a la longitud del enlace (21.9 Km.).

Por último, los enlaces de cada uno de los repetidores hacia el Centro de Control, se realizarán mediante unidades de Backhaul de 40 Mbps, con lo que se necesita una unidad en el repetidor y otra en el Centro de Control para cada enlace.

En la tabla [7.4] se resume el alcance de equipamiento para el subsistema de radio:

Descripción	Cantidad
Cerro Pichicha (Condor Loma)	
Receptor inalámbrico de 10 MHz (5700AP)	4
Módulo micro de administración de cluster (070CK)	1



Unidad de suscriptor de 10 MHz con reflector (5700SMRF)	8
Cerro Atacazo	
Receptor inalámbrico de 10 MHz (5700AP)	3
Módulo micro de administración de cluster (070CK)	1
Unidad de suscriptor de 10 MHz con reflector (5700SMRF)	3
Enlace Condor Loma – El Quinche	
Unidad de Backhaul de 5,7 GHz, 40 Mbps con plato reflector (5700SMRF)	2
Enlace Punto a Punto Cerros Pichincha y Atacazo a Estación Central	
Unidad de Backhaul de 5,7 GHz, 40 Mbps con plato reflector (5700SMRF)	4
Varios	
Supresor de picos o variaciones	18
Metro de Torre Templada instalada (3 torres)	36
Mástil para instalación antenas	8

Tabla [7.4] – Equipamiento de la red de radio

7.4 Red PLC

7.4.1 Descripción de la Red PLC

La sub-red PLC está compuesta únicamente por un enlace. Debido a la especial ubicación de la SE Los Bancos, a 42 km. de distancia de la subestación más cercana de la Empresa Distribuidora, el medio más seguro de transmisión corresponde a la onda portadora. Podría pensarse en soluciones de tipo radio, pero debido a la gran distancia, no sería seguro transmitir en frecuencias libres, con lo que tendría que transmitirse en una banda licenciada, con el correspondiente costo adicional.

La Onda Portadora constituye un método realmente económico en el caso de cambio de pequeño-medianos volúmenes de informaciones sobre distancias mediano-grandes. Además,



garantiza comunicaciones con elevado grado de seguridad, en particular en lo que concierne a servicios de telefonía y de telecontrol.

El enlace PLC se encargará de integrar la subestación Los Bancos a la red total a través de Cotocollao, quien a su vez se encuentra integrada a la red mediante fibra óptica.

Las componentes del enlace PLC son los dos equipos de onda portadora (uno para cada extremo), cuatro dispositivos de acoplamiento, cuatro trampas de ondas y cuatro capacidades de acoplamiento (dos para cada extremo, debido al acoplamiento fase-fase).

7.4.2 Descripción del Equipamiento

7.4.2.1 Onda Portadora: STE-D

El equipo STE-D es un terminal de onda portadora para transmisión digital por las líneas de alta tensión. Gracias a su robustez mecánica, este medio de comunicación, proporciona un servicio seguro, a la vez que económico, sobre todo para largas distancias de transmisión.

El sistema STE-D usa un ancho de banda de 16 KHz con canal bidireccional con cancelador de eco, para una transmisión duplex de hasta 64 Kb/s, lo que se consigue gracias a la cancelación de eco y del uso de la técnica de codificación "trellis". Permite transmitir, entre otros, voz y datos simultáneamente, lo que hace que estos equipos sean especialmente útiles en control remoto, supervisión y monitorización de sistemas de redes eléctricas.



Figura [7.7] – Onda Portadora

El equipo STE-D presenta alta tecnología integrada con procesador de señal digital (DSP), lo que hace el sistema flexible y compacto a la vez que sencillo de usar y mantener.

El empleo de componentes SMT (Surface Mounting Technology) y VLSI (Very Large Scale Integration) garantiza un elevado grado de integración aumentando significativamente el nivel de calidad y fiabilidad del producto.



Las características funcionales del STE-D más importantes son las siguientes:

- Tres niveles de potencia (10, 20 y 40 W) para usar de acuerdo a la longitud del enlace.
- Canales programables de alta frecuencia de 40 a 500 KHz de ancho de banda.
- Posibilidad de usar un sub-multiplexor interno para mejor aprovechamiento de la capacidad de 64 Kb/s.
- La configuración de los diferentes tributarios de voz y datos es totalmente programable vía SW.
- Posibilidad de diagnóstico remoto mediante un canal de servicio dedicado.

La conexión del terminal con la línea de alta tensión requiere el uso de dispositivos de acoplamiento, además de cuatro trampas de onda y las cuatro capacidades de acoplamiento necesarias.

7.4.2.2 Dispositivo de Acoplamiento SCA/SGA

Este dispositivo permite la conexión de señales de alta frecuencia, 40-500 kHz, a líneas de alta tensión. El acoplamiento a una fase se hace a través de la caja de acoplamiento SCA y el grupo de acoplamiento universal SGA, mientras que para poder hacer una conexión Fase-Fase se utilizan dos dispositivos de acoplamiento universal conectados adecuadamente entre una y otra a través de un cable de conexión:



Figura [7.8] – Dispositivo Acoplamiento

El dispositivo de acoplamiento está compuesto de:

- Cubierta de metal.
- Equipo de derivación a tierra.



- Equipo contra sobretensiones.
- Dispositivos de extensión.
- Dispositivo de acoplamiento universal.

7.4.2.3 Bobina de Bloqueo SBS-N

La bobina de bloqueo se instala en serie en las líneas de alto voltaje. El dispositivo de ajuste, conectado al extremo del inductor permite, mediante la adecuada programación, ofrecer una alta impedancia en una banda multi-frecuencia para líneas de alta tensión.

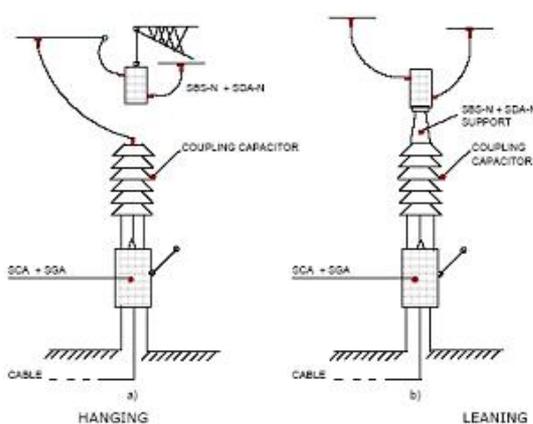


Figura [7.9] - Bobina Bloqueo

La bobina de bloqueo permite ajustar el funcionamiento de la onda portadora a condiciones de trabajo de largas distancias.

7.4.2.4 Capacidades de Acoplamiento

Las capacidades de acoplamiento (dos por cada extremo) poseen las siguientes características:

- Máximo voltaje: 145 kV.
- Voltaje de cresta: 550 kV.
- Dimensiones: 182x48x48 mm.
- Peso: 158 kg.

7.4.3 Alcance de Equipamiento Necesario para la Red de PLC

El subsistema de la red PLC ha de equiparse con los siguientes equipos:



- Dos (2) equipos de Onda Portadora de 40 W, incluyendo el siguiente equipamiento:
 - Sub-bastidor 10+6 SU.
 - Unidad de alimentación 24/48 Vcc.
 - Unidad de procesamiento.
 - Unidad de gestión y control.
 - Unidad de interfaz a teleprotección.
 - Unidad dobladora de potencia.
 - Amplificador RF (20W).
 - Filtro Tx.
 - Filtro Rx.
 - Unidad de interfaz de Fonia.
 - Unidad de interfaz de datos.
 - Software de gestión y configuración.
- Cuatro (4) dispositivos universales de acoplamiento.
- Cuatro (4) capacidades de acoplamiento.
- Cuatro (4) bobinas de bloqueo.

7.5 Redes LAN

7.5.1 Descripción de la Solución

El sistema de control se encarga de centralizar la información recogida de las diferentes estaciones remotas en el Centro de Control.

Se considera una red muy sobredimensionada para la función anterior, que gracias a su capacidad Gigabit, permitirá una inminente ampliación de los servicios en la red para el transporte de voz y vídeo entre otros.



La red MAN que realiza la función de conectar todos los puntos remotos con la central se encuentra dividida en distintas subredes según el medio físico utilizado para su integración a la red total.

Por otra parte, dentro de cada subestación y Centro de Control se formará una red LAN que será la encargada de conectar todos los elementos de estas con la red MAN.

Se dispondrán de los switches correspondientes a cada subestación, además de la red de cableado estructurado y los armarios.

A continuación se detallan los distintos switches a instalar en cada subestación:

- Switch Nivel 3; 2 Puertos Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 38 (Centro de Control): se instalarán 2 Switches para permitir una conexión redundante del servidor de SCADA.
- Switch Nivel 3; 3 Puertos Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 32.
- Switch Nivel 3; 4 Puertos Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 41.
- Switch Nivel 2; 1 Puerto Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 4.
 - Nodo 6.
 - Nodo 8.
 - Nodo 11.
 - Nodo 36.
 - Nodo 37.
 - Nodo 57.
 - Nodo Nayón.
 - Nodo Guanpolo térmica.



- Nodo Guanpolo hidráulica.
- Switch Nivel 2; 2 Puertos Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 9.
 - Nodo 10.
 - Nodo 12.
 - Nodo 13.
 - Nodo 15.
 - Nodo 17.
 - Nodo 19.
 - Nodo 21.
 - Nodo 24.
 - Nodo 28.
 - Nodo 53.
- Switch Nivel 2; 4 Puertos Gigabit (Fibra Monomodo) y 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 2.
- Switch Nivel 2; 24 Puertos 10/100 (RJ-45).
 - Nodo 3.
 - Nodo 7.
 - Nodo 16.
 - Nodo 18.
 - Nodo 27.
 - Nodo 34.
 - Nodo 49.



- Nodo 52.
- Nodo 55.
- Nodo 58.
- Nodo 59.

7.5.2 Descripción del Equipamiento

7.5.2.1 Switch Nivel 2: RuggedSwitch RSG2100

El RSG2100 es un switch industrial totalmente gestionable, modular, diseñado para operar con alta fiabilidad en entornos eléctricos y condiciones climatológicas adversas.

El diseño del hardware del RSG2100, junto con el del Sistema Operativo RuggedSwitch, proporciona fiabilidad de sistema mejorada y características de networking avanzadas, haciéndolo ideal para redes Ethernet para misiones críticas, sistemas en tiempo real y aplicaciones de control.

Con un ancho de banda de switching de 9,2 Gbps, la flexibilidad modular de este equipo, ofrece combinaciones de puertos fibra 10BaseFL/100BaseFX/1000BaseX, y 10/100/1000 BaseTX cobre. El montaje opcional delantero o trasero de los conectores, hace al RSG2100 altamente versátil para cualquier aplicación y puede soportar múltiples conectores de fibra (ST, MTJRJ, LC, SC) sin pérdida de densidad de puertos.

El RSG2100 se encuentra embebido en carcasa galvanizada de acero cerrada con grado industrial DIN, en panel o montaje en 19”.

Las principales características que aporta este equipo son:

- Utilización de Entornos Agresivos:

Este equipo está especialmente diseñado para ser instalado en entornos agresivos, como es el caso de subestaciones objeto del proyecto.

- Operación Plug and Play:

- Aprendizaje automático de hasta 8192 direcciones MAC.
- Auto-negociación en todos los puertos cobre.
- Auto-MDI/MDIZ en todos los puertos 10/100BaseTX.



- Indicadores LED para enlace, actividad y velocidad.

- **Gestor de Red Avanzado:**

El gestor de RuggedCom, RuggedVue, es un servidor basado en herramientas que proveen una gran potencia de visualización y de representación de la estructura física de la red.

También provee un modo de visualización basado en web que permite a varios departamentos dentro de una organización navegar fácilmente y usar herramientas de gestión de red.

7.5.2.2 Switch Nivel 3: FastIron Edge X Series

Se instalará el equipo FastIron Edge X424 de Foundry como switch de nivel 3.

El FastIron Edge de Foundry provee una gran flexibilidad, alta disponibilidad, seguridad intrínseca, redundancia configurable y un nuevo nivel de estructura, combinando puertos 10/100/1000, 100/1000 SFP y 10-Gigabit Ethernet. El FastIron Edge, incrementa el ROI (return on investment) de una red, y disminuye el coste total de la inversión.

Para soportar redes existentes y emergentes, el FastIron Edge combina las características del nivel 2 avanzado con las capacidades de routing de nivel 3, suministrando un control de la calidad de servicio completo incluyendo priorización y limitación de tasa.

A continuación, se detallan las características más importantes de este producto:

- **Protección de red.** Este equipo soporta niveles de seguridad configurables por el usuario, comenzando con candado de la dirección MAC. El administrador de la red puede asignar una única dirección MAC o un grupo de direcciones a un puerto individual para prevenir que usuarios no autorizados entren en agujeros de puertos RJ45. Para entornos de red más complejos se utiliza la autenticación RADIUS, donde el gestor de la red puede activar la autenticación de los puertos basados en 802.1x, asegurando que el equipo autentica al usuario antes de permitir que el puerto transmita datos dentro de la red, lo que proporciona movilidad segura a los usuarios mientras se mantiene la seguridad e integridad de la red.
- **Control de Tráfico Inteligente para gestionar QoS y consumo de ancho de banda.** El FastIron Edge X ofrece características de QoS superior que permite a los administradores de la red proveer y asegurar servicios de alta calidad en ésta de extremo a extremo. La implementación de QoS de Foundry usa el método más eficiente de clasificar y priorizar el tráfico en la red para eliminar la congestión de ésta.



- **Solución de Alta Capacidad de 10 Gb.** , para necesidades de alto ancho de banda.

El FastIron Edge X424 presenta capacidad de switching de 88 Gbps y de forwarding de 65 Mbps.

- **Gestor de Red:**

El Gestor de Foundry IronView permite a las redes actuales trabajar a máxima eficiencia, permitiendo a los operadores de la red realizar cambios en la configuración y actualizaciones de versión fácilmente, además de identificar y resolver fallos de red. Cambios a redes complejas con características tales como Lista de Control de Acceso, VLAN, software y actualizaciones de configuración, alarmas de red y eventos, son imposibles de desarrollar sin aplicaciones de gestión de red inteligente. Sin estas herramientas, las redes están expuestas a problemas de desconfiguración o actualizaciones de software inválidas.

7.5.3 Alcance del Equipamiento de Redes LAN

El equipamiento de las redes LAN, tiene el siguiente alcance:

7.5.3.1 Centro de Control

Incluye la instalación de una red de datos con el siguiente equipamiento:

- Rack abierto de 19" 46 U.
- Cable UTP Categoría 5e tipo unifilar.
- Faceplate de dos posiciones.
- Bandeja metálica para equipos.
- Cable eléctrico #12 y #14 para los puntos eléctricos.
- Cajas plásticas sobrepuestas.
- Tomas eléctricas dobles polarizadas.
- Tubos EMT de $\frac{3}{4}$ ", conectores EMT de $\frac{3}{4}$ ", uniones EMT de $\frac{3}{4}$ ", grapas EMT de $\frac{3}{4}$ ", cajas cuadradas 4x4, alambre galvanizado #18.
- Canaletas plásticas decorativas con accesorios de instalación.



- Fundas de amarras plásticas, tornillos milimétricos, hojas de etiquetas para cable, etiquetas para match panels.
- Certificación de los puntos de datos.
- Documentación y memorias técnicas del proyecto.
- Match Panel de 24 puertos.
- Regletas de alimentación.
- Dos (2) switches FastIron Edge X424 premium (PREM) incluyendo cada uno 24 puertos 10/100/1000 SFP con 2 puertos Combo copper/fiber Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ45) o conectividad Gigabit Ethernet Fiber (SFP) por puerto, procesador 400 MHz, 128 MB SDRAM, y una fuente de alimentación AC; 2 1000Base-LX GBIC optic, SMF, SC connector.

7.5.3.2 Subestaciones

A continuación se detalla el equipamiento a instalar en cada una de las subestaciones. Para cada subestación con RTU (35 en total, sin tener en cuenta la SE Norte donde se ubica el Centro de Control), y teniendo en cuenta una estimación de 6 puntos de red por subestación, incluye:

- Rack abierto de 19" 46 U (para aquellas subestaciones en las que no se ha incluido anteriormente en el equipamiento de fibra óptica).
- Cable UTP Categoría 5e tipo unifilar.
- Faceplate de dos posiciones.
- Bandeja metálica para equipos.
- Cable eléctrico #12 y #14 para los puntos eléctricos.
- Cajas plásticas sobrepuestas.
- Tomas eléctricas dobles polarizadas.
- Tubos EMT de $\frac{3}{4}$ ", conectores EMT de $\frac{3}{4}$ ", uniones EMT de $\frac{3}{4}$ ", grapas EMT de $\frac{3}{4}$ ", cajas cuadradas 4x4, alambre galvanizado #18.



- Canaletas plásticas decorativas con accesorios de instalación.
- Fundas de amarras plásticas, tornillos milimétricos, hojas de etiquetas para cable, etiquetas para match panels.
- Certificación de los puntos de datos.
- Documentación y memorias técnicas del proyecto.
- Match Panel de 24 puertos.
- Regletas de alimentación.

Los distintos switches a instalar son:

- Diez (10) Nodos Gigabit nivel 2 con un puerto Gigabit fibra y 24 puertos RJ-45 para cada uno de las subestaciones 4, 6, 8, 11, 36, 37, 57, Nayón, Guanpolo Térmica y Guanpolo Hidráulica, compuestos cada uno de ellos por:
 - Un (1) Switch RSG2100 incluyendo un (1) chasis, una (1) fuente de alimentación, un (1) kit de montaje en rack de 19", seis (6) slots de 2 puertos Ethernet RJ 45 10/100 y un (1) slot de 2 puertos 1000LX Monomodo-1300nm conectores SC distancia 10km.
 - Un (1) Switch RSG2100 incluyendo un (1) chasis, una (1) fuente de alimentación, un (1) kit de montaje en rack de 19", seis (6) slots de 2 puertos Ethernet RJ 45 10/100 y un (1) slot de 1 puerto Ethernet 1000LX Monomodo-1300nm conectores SC distancia 10km.
- Once (11) Nodos Gigabit nivel 2 con dos puertos Gigabit fibra y 24 puertos RJ-45 para cada una de las subestaciones 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 24, 28 y 53 compuestos cada uno de ellos por:
 - Dos (2) Switches RSG2100 incluyendo cada uno un (1) chasis, una (1) fuente de alimentación, un (1) kit de montaje en rack de 19", seis (6) slots de 2 puertos Ethernet RJ 45 10/100 y un (1) slot de 2 puertos Ethernet 1000LX Monomodo-1300nm conectores SC distancia 10km.
- Un (1) Nodo Gigabit nivel 2 con 4 puertos Gigabit fibra y 24 puertos RJ-45 para la subestación 2, compuesto por:



- Dos (2) Switches RSG2100 incluyendo cada uno un (1) chasis, una (1) fuente de alimentación, un (1) kit de montaje en rack de 19", seis (6) slots de 2 puertos Ethernet RJ 45 10/100, un (1) slot de 2 puertos Ethernet 1000LX Monomodo-1300nm conectores SC distancia 10km y un (1) slot de 1 puerto Ethernet 1000LX Monomodo-1300nm conectores SC distancia 10km.
- Once (11) Nodos Gigabit nivel 2 con 24 puertos RJ-45 para las subestaciones 3, 7, 16, 18, 27, 40, 49, 52, 55, 58, 59 compuestos cada uno de ellos por:
 - Dos (2) Switches RSG2100 incluyendo cada uno un (1) chasis, una (1) fuente de alimentación, un (1) kit de montaje en rack de 19" y seis (6) slots de 2 puertos Ethernet RJ 45 10/100.
- Un (1) Nodo Gigabit nivel 3 con 3 puertos Gigabit y 24 puertos RJ-45 para la subestación 32 compuesto por:
 - Un (1) switch FastIron Edge X424 premium (PREM) incluyendo 24 puertos 10/100/1000 SFP con 4 puertos Combo copper/fiber Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ45) o conectividad Gigabit Ethernet Fiber (SFP) por puerto, procesador 400 MHz, 128 MB SDRAM, y una fuente de alimentación AC; 3 1000Base-LX GBIC optic, SMF, SC connector y extensión de garantía por 5 años.
- Un (1) Nodo Gigabit nivel 3 con 4 puertos Gigabit y 24 puertos RJ-45 para la subestación 41 compuesto por:
 - Un (1) switch FastIron Edge X424 premium (PREM) incluyendo 24 puertos 10/100/1000 SFP con 4 puertos Combo copper/fiber Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ45) o conectividad Gigabit Ethernet Fiber (SFP) por puerto, procesador 400 MHz, 128 MB SDRAM, y una fuente de alimentación AC; 4 1000Base-LX GBIC optic, SMF, SC connector y extensión de garantía por 5 años.