

# DISEÑO DEFINITIVO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REDES DE CALDERÓN

## INFORME FINAL DEFINITIVO SEPTIEMBRE 2021



### VOLUMEN 11C – COMUNICACIONES

REV.	FECHA	ELABORACIÓN		REVISIÓN	
		NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA
A	SEPTIEMBRE 2021	ING. DUSTIN SORIA		MSc. Ing. Ximena Hidalgo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>A: EMISION INICIAL, SEPTIEMBRE 2021</li> </ul>					

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCION.....	6
2.	SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	11
<b>2.1.</b>	<b>DISEÑO DE FACTIBILIDAD .....</b>	<b>11</b>
2.1.1.	OBJETIVO GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	11
2.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2.1.3.	ALCANCE DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	11
2.1.4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	11
3.	CRITERIOS DE DISEÑO .....	13
3.1.	CÁLCULO DE ANCHO DE BANDA .....	14
3.2.	DATOS SCADA SOBRE IP .....	14
3.3.	VOZ SOBRE IP.....	15
3.4.	VIDEO SOBRE IP .....	16
3.5.	NORMAS TÉCNICAS VIGENTES .....	18
4.	SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA.....	20
4.1.	ARQUITECTURA DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA ...	20
4.2.	CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO .....	20
4.3.	LÓGICA DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y REDUNDANCIA.....	24
4.4.	RED DE FIBRA ÓPTICA.....	25
4.5.	TUBERÍA TDP PARA PROTECCIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA .....	26
4.6.	POZOS DE REVISIÓN Y DISTRIBUCION .....	27
4.7.	IDENTIFICACIÓN Y ROTULACIÓN.....	31
4.8.	CONECTORES ÓPTICOS .....	32
4.8.1.	PATCHCORDS.....	33
4.9.	DISTRIBUIDORES DE FIBRA ÓPTICA.....	33
4.9.1.	BANDEJA PARA DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN NODO .....	33
4.10.	CINTA DE ADVERTENCIA DE PRESENCIA DE FIBRA ÓPTICA .....	34

4.11.	HITO DE HORMIGÓN PARA DEMARCACIÓN DE ENLACES .....	34
4.12.	CRUCETA PARA RESERVA DE FIBRA ÓPTICA .....	35
5.	SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ENLACE DE RADIO EN FRECUENCIAS LICENCIADAS.....	36
5.1.	RANGO DE FRECUENCIAS NO LICENCIADAS PARA REDUNDANCIA DEL SISTEMA 40	
5.2.	NORMAS TÉCNICAS VIGENTES .....	40
5.3.	SOFTWARE UTILIZADO PARA PREDICCIÓN DE LOS ENLACES .....	41
5.4.	EQUIPOS DE RADIO .....	41
5.5.	LISTADO DE ESTACIONES .....	42
5.6.	TOPOLOGIA PUNTO - MULTIPUNTO.....	42
5.7.	TOPOLOGIA PUNTO - PUNTO.....	53
5.8.	TORRES DE COMUNICACIONES .....	54
5.9.	SISTEMA DE BALIZAMIENTO .....	55
5.10.	CABLE DE INTERCONEXIÓN .....	55
5.11.	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS, ALARMAS Y PROTECCIÓN PERIMETRAL 56	
5.12.	CONTROL DISTRIBUIDO EN ESTACIONES:.....	57
5.12.1.	DISEÑO MODULAR .....	57
5.12.2.	Los 3 círculos de seguridad.....	58
5.13.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CALDERON .....	59
5.14.	SUBCENTRO DE CONTROL DISTRITO CALDERON .....	59
5.15.	CENTRO DE CONTROL UMED.....	60
6.	EQUIPAMIENTO EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA .....	61
6.1.	EQUIPAMIENTO POR TANQUE O PLANTA .....	61
6.1.1.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE CALDERÓN .....	61
6.1.2.	TANQUE SAN JUAN DE CALDERON ALTO .....	61
6.1.3.	TANQUE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO .....	62
6.1.4.	TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 1 .....	62

6.1.5.	TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2 .....	63
6.1.6.	TANQUE SANTA MARIANITAS 1 .....	63
6.1.7.	TANQUE SANTA MARIANITAS 2 .....	64
6.1.8.	TANQUE BRISAS DEL NORTE .....	64
6.1.9.	TANQUE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR .....	65
6.1.10.	TANQUE CUATRO ESQUINAS.....	66
6.1.11.	TANQUE SAN LUIS .....	66
6.1.12.	TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO.....	67
6.1.13.	TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO.....	68
6.1.14.	TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO.....	68
6.1.15.	TANQUE EL ARENAL.....	69
6.1.16.	TANQUE CARRETAS .....	70
6.1.17.	TANQUE LLANO GRANDE BAJO .....	70
6.1.18.	TANQUE LLANO GRANDE ALTO .....	71
6.1.19.	TANQUE OYACOTO .....	71
6.1.20.	R1. TANQUE RANCHO ALTO .....	72
6.1.21.	R2: TANQUE COLLALOMA MEDIO .....	73
6.1.22.	R3: TQ. COCHAPAMBA 2 .....	73
6.1.23.	SUBCENTRO DE CONTROL DISTRITO CALDERÓN .....	74
6.1.24.	CENTRO DE CONTROL UMED .....	74
6.1.25.	GENERAL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES - FIBRA OPTICA .....	75
<b>7.</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>76</b>
<b>7.1.</b>	<b>PRUEBAS E INFORMES.....</b>	<b>76</b>
7.1.1.	PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA (FAT).....	76
7.1.2.	PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN TERRENO (SAT) .....	76
7.1.3.	Pruebas mínimas a realizarse en FAT en la Fibra Óptica: .....	76
7.1.4.	Pruebas mínimas a realizarse en SAT en la Fibra Óptica: .....	77
7.1.5.	Pruebas mínimas a realizarse en FAT en Sistema de RF: .....	77
7.1.6.	Pruebas mínimas a realizarse en SAT en sistema RF: .....	78
7.1.7.	PRUEBA DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	78
7.1.8.	PRUEBA FUNCIONAL Y DE DESEMPEÑO EN EL SITIO .....	78
7.1.9.	PRUEBAS PARA TORRES .....	78
7.1.10.	PRUEBA DE DISPONIBILIDAD .....	79
7.1.11.	DOCUMENTACIÓN.....	79
7.1.12.	ENTRENAMIENTO .....	80
7.1.13.	HERRAMIENTAS Y REPUESTOS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES	80
7.1.14.	TRAMITACIÓN DE INSCRIPCIÓN DE ENLACES Y CONCESION DE FRECUENCIAS ANTE LA ARCOTEL.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: COTAS DE SERVICIO DE LOS TANQUES.....	7
TABLA 2: SISTEMAS ACTUALES DE ABASTECIMIENTO PARA CALDERÓN .....	8
<b>TABLA 3: LISTADO DE TANQUES DE AGUA POTABLE.....</b>	<b>13</b>
<b>TABLA 4: TASA BINARIA DE SALIDA Y RETARDO PRODUCIDA POR CÓDEC DE VOZ ...</b>	<b>15</b>
<b>TABLA 5: NÚMERO DE TELÉFONOS IP Y CÁMARAS IP .....</b>	<b>17</b>
<b>TABLA 6: LONGITUD DE TRAYECTOS DE FIBRA ÓPTICA.....</b>	<b>23</b>
<b>TABLA 7 ENLACES PUNTO A PUNTO BANDA DE FRECUENCIAS LICENCIADAS .....</b>	<b>37</b>
<b>TABLA 8 ESTACIONES DEL SISTEMA DE RADIO Y SUS COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA 9 ESTACIONES REPETIDORAS DEL SISTEMA DE RADIO .....</b>	<b>43</b>
<b>TABLA 10 SISTEMA DE RADIO PUNTO - MULTIPUNTO .....</b>	<b>43</b>
<b>TABLA 11 RESUMEN DE DATOS DE LOS ENLACES PUNTO - MULTIPUNTO .....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA 12 LISTADO DE ESTACIONES REPETIDORAS .....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA 13 RESUMEN DE LOS ENLACES PUNTO A PUNTO .....</b>	<b>54</b>
<b>TABLA 14 EQUIPAMIENTO EN PTAP CALDERÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>TABLA 15 EQUIPAMIENTO EN TQ. SAN JUAN DE CALDERÓN ALTO .....</b>	<b>61</b>
<b>TABLA 16 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 17 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 1 .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 18 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2 .....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 19 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SANTA MARIANITAS 1 .....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 20 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SANTA MARIANITAS 2 .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 21 EQUIPAMIENTO EN TANQUE BRISAS DEL NORTE .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 22 EQUIPAMIENTO EN TANQUE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 23 EQUIPAMIENTO EN TANQUE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR .....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 24 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN LUIS.....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 25 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO .....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 26 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 27 EQUIPAMIENTO EN TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 28 EQUIPAMIENTO EN TANQUE EL ARENAL.....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 29 EQUIPAMIENTO EN TANQUE CARRETAS .....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA 30 EQUIPAMIENTO EN TANQUE LLANO GRANDE BAJO .....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA 31 EQUIPAMIENTO EN TANQUE LLANO GRANDE ALTO.....</b>	<b>71</b>
<b>TABLA 32 EQUIPAMIENTO EN TANQUE OYACOTO .....</b>	<b>71</b>
<b>TABLA 33 EQUIPAMIENTO EN R1: RANCHO ALTO.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 34 EQUIPAMIENTO EN R2: COLLALOMA MEDIO .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 35 EQUIPAMIENTO EN R3: COCHAPAMBA 2 .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 36 EQUIPAMIENTO EN SUBCENTRO DE CONTROL DISTRITO CALDERÓN.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 37 EQUIPAMIENTO EN CENTRO DE CONTROL UMED .....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 38 EQUIPAMIENTO EN CENTRO DE CONTROL UMED .....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	6
FIGURA 2 SISTEMA DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y SECTORES ACTUALES DE LA PARROQUIA CALDERÓN (FUENTE: EPMAPS) .....	10
FIGURA 3: PROTOCOLO DE LAS REDES LAN.....	14
FIGURA 4: ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA.....	20
FIGURA 5: ESQUEMA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA .....	22
FIGURA 6 ESQUEMA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA .....	24
FIGURA 7 ESQUEMA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA.....	24
FIGURA 8 ESQUEMA DE LA ZANJA PARA INSTALACIÓN DE DUCTOS PARA LA FIBRA ÓPTICA .....	27
FIGURA 9 MEDIDAS DEL POZO DE REVISIÓN DE 48 BLOQUES.....	28
FIGURA 10 ARMADURA DEL POZO DE REVISIÓN DE 48 BLOQUES.....	29
FIGURA 11 FORMA Y ARMADURA DE LA TAPA POZO DE REVISIÓN DE 48 BLOQUES...30	
FIGURA 12 TIPOS DE TAPONES PARA DUCTOS DE FIBRA ÓPTICA .....	31
FIGURA 13 CAJAS PARA EMPALMES .....	31
FIGURA 14 TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA .....	32
FIGURA 15 ODF DE FIBRA ÓPTICA.....	33
FIGURA 16 CAJA DE EMPALMES.....	34
FIGURA 17 CRUCETA PARA RESERVA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA .....	35
FIGURA 18 RECORTE DE RESOLUCIÓN DE ARCOTEL .....	36
FIGURA 19 RECORTE DE CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS.....	37
FIGURA 20 ENLACES PUNTO A PUNTO BANDA 6 GHZ .....	38
FIGURA 21 ENLACES PUNTO A PUNTO BANDA 6 GHZ .....	38
FIGURA 22 ENLACES PUNTO A PUNTO BANDA 6 GHZ DISTRITO CALDERÓN A UMED ...39	
FIGURA 23: COPIA DE PANTALLA DE LA RESOLUCIÓN DE ARCOTEL .....	40
FIGURA 24: SISTEMAS PUNTO A MULTIPUNTO DEL SISTEMA DE RADIO .....	44
FIGURA 25: ESQUEMA DE LOS SISTEMAS PUNTO A MULTIPUNTO DEL SISTEMA DE RADIO .....	45
FIGURA 26: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO NO. 1 DISTRITO CALDERÓN.....	46
FIGURA 27: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO NO. 2 DISTRITO CALDERÓN.....	47
FIGURA 28: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO NO. 3 DISTRITO CALDERÓN.....	48
FIGURA 29: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO .....	49
FIGURA 30: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO NO. 1 DE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO .....	50
FIGURA 31: ESQUEMA DEL SISTEMA PUNTO A MULTIPUNTO NO. 2 DE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO .....	51
FIGURA 32: CÍRCULOS DE SEGURIDAD .....	58



## 1. INTRODUCCION

Dentro de su planificación estratégica, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS) ha previsto desarrollar el proyecto Integral Calderón, con el objetivo de garantizar a corto, mediano y largo plazo el abastecimiento de agua potable a esta parroquia, San Antonio y Calacalí.

El proyecto contempla la construcción de la nueva planta de tratamiento de agua potable (PTAP) calderón, desde donde se mejorara el sistema de abastecimiento de agua a la Parroquia Calderón, mediante la construcción de líneas de refuerzo de transmisión de agua entre la nueva PTAP y los tanques existentes, la complementación del volumen de almacenamiento de los mismos, la construcción de estructuras de control de caudal, presión y nivel de tanques y la adecuación de los sistemas de ingreso de agua a los tanques y de salida de agua desde los tanques hacia las redes de distribución correspondientes.

El área de estudio está ubicada en el centro de la Provincia de Pichincha, al Noreste del Distrito Metropolitano de Quito (ver **Figura 1**). Los límites del área de desarrollo del proyecto, que cubre una superficie del orden de las 4.608 Ha, son:

- Norte: Parroquia San Antonio
- Sur: Parroquia Llano Chico
- Este: Parroquia Guayllabamba
- Oeste: Parroquia Pomasqui y Distrito Metropolitano de Quito.

La zona de estudio es en su gran mayoría una zona consolidada urbana, que cuenta con fácil acceso las obras, exceptuando la zona de San Juan de Calderón Alto con desarrollo urbano incipiente y menor densidad poblacional

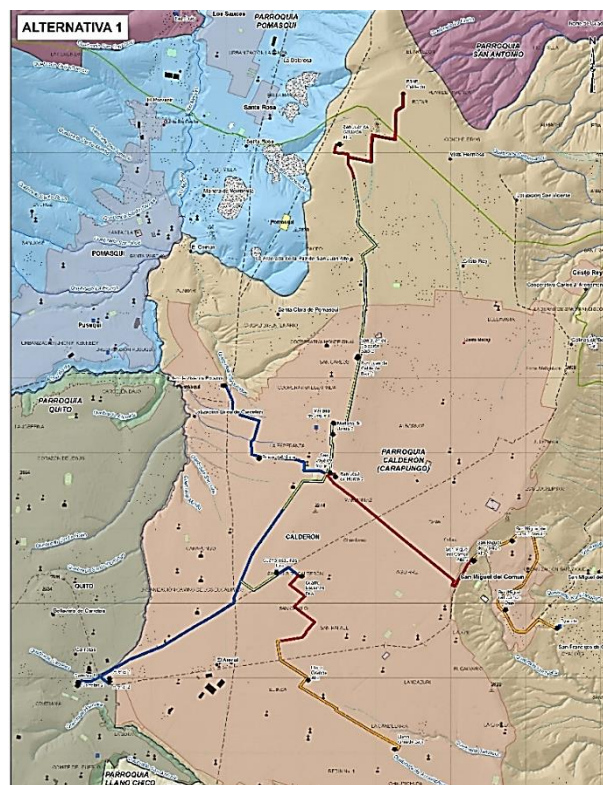


Figura 1 Ubicación del proyecto

El sistema cuenta con 22 tanques que, que alimentan a 16 sectores de servicio, que se dividen en función de la topografía de la parroquia (**Tabla 1**). Las redes de distribución están conformadas por tuberías de PVC con diámetros que van desde 63 mm a 250 mm.

**Tabla 1: Cotas de servicio de los tanques**

No.	Sector	Cotas de servicio (m.s.n.m.)	No. Tanque	Tanque ID	Área de servicio (ha)	AÑO 2050		
						Población Servida (hab)	Caudal Medio Diario (l/s)	Caudal Máximo Diario (l/s)
1	Arenal	2660 - 2620	1	A1	382.82	46463	94.87	114.35
			2	A2				
2	Brisas	2620 - 2540	3	Brisas	93.47	7581	15.48	18.66
3	Carretas	2700 - 2660	4	Cr1	266.64	35435	72.35	87.20
			5	Cr2				
4	Cuatro Esquinas No 2	2660 - 2620	6	Cu_E2	116.49	9322	19.03	22.94
5	Llano Grande Alto	2620 - 2580	7	LLGA	249.29	13693	27.96	33.70
6	Llano Grande Bajo	2580 - 2500	8	LLGB	343.66	11368	23.21	27.98
7	Mariana de Jesús	2740 - 2700	9	MJ1	839.75	103030	210.36	253.55
			10	MJ2				
8	Oyacoto	2400 - 2360	11	Oya	381.77	4198	8.57	10.33
9	Plan de Vivienda Ecuador	2540 - 2460	12	PVE	100.04	1741	3.55	4.28
10	San Juan de Calderón Alto	2820 - 2780	13	SJCA	689.56	32233	65.81	200.30
11	San Juan de Calderón Bajo	2780 - 2740	14	SJCB 1	250.93	11729	23.95	28.87
			15	SJCB 2				
12	San José de Morán	2700 - 2660	16	SJM1	385.01	80056	163.46	197.02
			17	SJM2				
13	San Luis	2660 - 2620	18	SL	253.45	110649	225.92	272.31
14	San Miguel del Común Alto	2620 - 2570	19	SMCA 1	68.38	5542	11.32	13.64
			20	SMCA 2				
15	San Miguel del Común Bajo	2480 - 2400	21	SMCB	123.58	3035	6.2	7.47
16	San Miguel del Común Medio	2570 - 2480	22	SMCM	32.34	2382	4.86	5.86
17	Planta de Tratamiento	2820 - 2780		T_PTAP	30.87	625	1.28	1.54
<b>Demanda Total del Sistema</b>								<b>1300.00</b>



Se procedió con la elaboración de los diseños de acuerdo con lo establecido por las Normas de diseño de sistemas de agua potable para la EMAAP-Q (01 – AP – EMAAP -Q – 2008), de la alternativa seleccionada. Los componentes del sistema están conformados por:

- Líneas de transmisión de agua potable, incluyen la tubería y accesorios, entre la nueva PTAP y los tanques de almacenamiento.
- Adecuación de los tanques de almacenamiento.
- Redes de Distribución.

### 1.1. Descripción general del proyecto

La fuente de abastecimiento es la actual planta de tratamiento de agua potable de Bellavista que abastece de agua potable al Norte de ciudad de Quito y varias parroquias aledañas como son: Cumbayá, Nayón, Zámiza, Llano Chico, Pomasqui y San Antonio de Pichincha. Con la construcción del nuevo sistema y correspondiente PTAP Calderón, se busca aliviar la demanda actual de la planta Bellavista, de tal forma que esta agua pueda ser aprovechada para Quito.

El área de cobertura del proyecto es de aproximadamente 4 200 Has, entre las cotas 2820 msnm hasta la cota 2460 msnm.

### 1.2. Descripción del sistema actual

El abastecimiento de agua potable a la parroquia de Calderón actualmente se realiza mediante tres interconexiones desde la línea de transmisión Bellavista-Collaloma-Carcelén:

1. Línea de transmisión desde el tanque Collaloma Bajo No.2-211 hasta el tanque San Juan Bajo de Calderón.
2. Línea de transmisión desde la interconexión Monteserrín hacia el tanque San Luis y Cuatro Esquinas No. 2, conocida también como línea El Carmen Alto.
3. Línea de transmisión desde el tanque Ponceano que actualmente alimenta el tanque Arenal 1. El tanque Ponceano forma parte de sistema Bellavista.

La zona de estudio es en su gran mayoría una zona consolidada urbana, que cuenta con fácil acceso las obras, exceptuando la zona de San Juan de Calderón Alto con desarrollo urbano incipiente y menor densidad poblacional. En la *Tabla 2*, se muestra se esquematiza el funcionamiento del sistema

**Tabla 2: Sistemas actuales de abastecimiento para Calderón**

Abastecimiento	A Tanque/Sector	A Tanque/Sector
Collaloma 2-211	Arenal Nuevo (Deshabilitado)	
	Mariana de Jesús Nuevo	
	Mariana de Jesús Viejo	
	San José de Morán Nuevo	Brisas Plan de Vivienda Ecuador

Abastecimiento	A Tanque/Sector	A Tanque/Sector	
	San José de Morán Viejo		
	San Juan de Calderón Alto		
	San Juan de Calderón Bajo Nuevo		
	San Juan de Calderón Bajo Viejo		
Ponceano/TRP	Arenal Nuevo		
	Arenal Viejo		
	Carretas Nuevo		
	Carretas Viejo		
El Carmen	Arenal Viejo		
	San Luis		
	Cuatro Esquinas 2	Llano Grande Alto	
		Llano Grande Bajo	
		San Miguel del Común Alto	
		San Miguel del Común Medio	
		San Miguel del Común Bajo	
		Oyacoto	

Elaboración: INGECONSULT, 2020

**"PROYECTO CALDERÓN"**

ANEXO 1 - SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE (AÑO 2017)  
(SIN ESCALA)

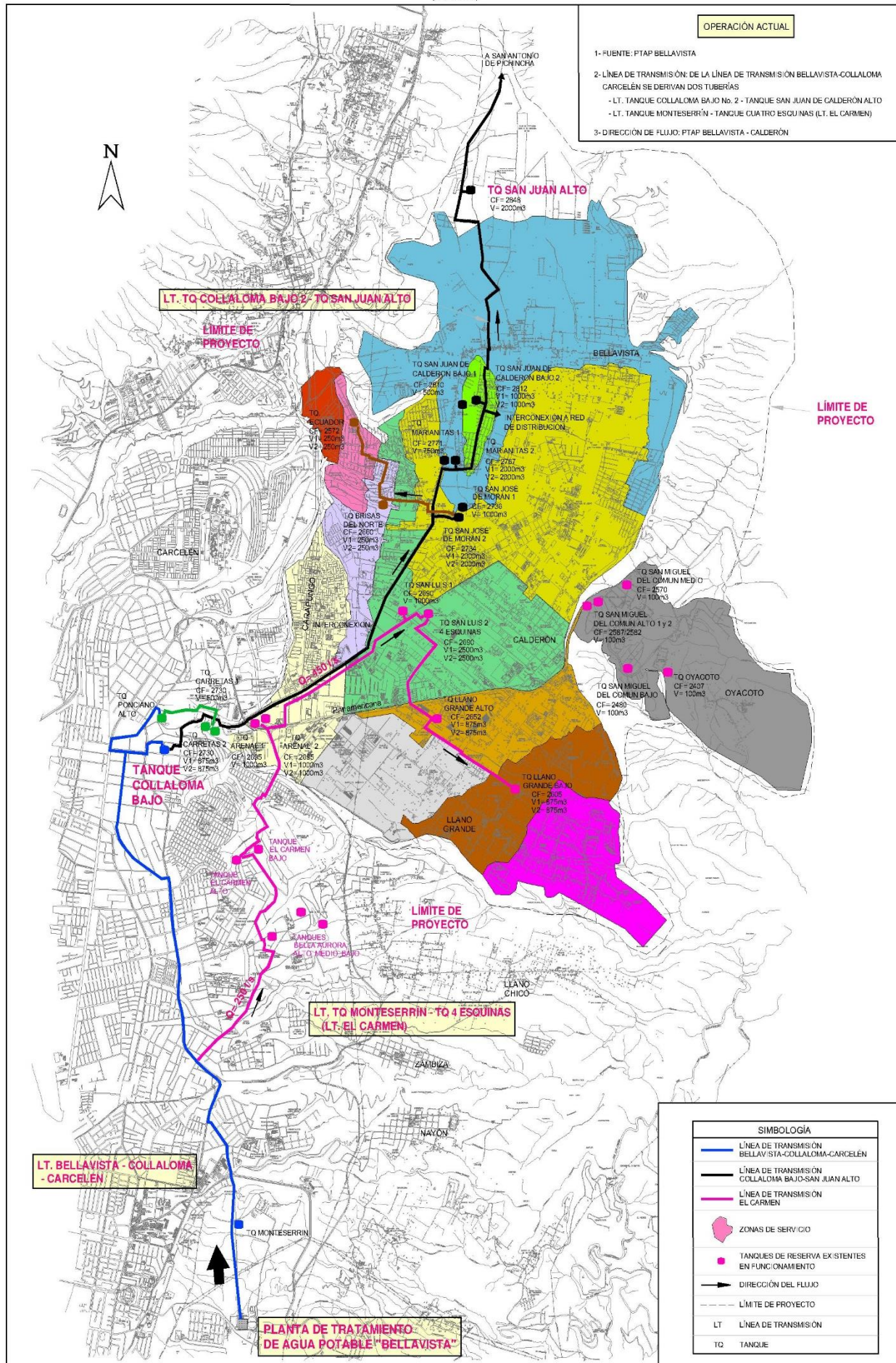


Figura 2 Sistema de líneas de distribución y sectores actuales de la Parroquia Calderón (Fuente: EPMAPS)

Elaboración: INGECONSULT, 2020



## 2. SISTEMA DE COMUNICACIONES

### 2.1. DISEÑO DE FACTIBILIDAD

#### 2.1.1. OBJETIVO GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

Diseñar un sistema de comunicaciones confiable, escalable, modular y de última tecnología que sirva de soporte al sistema SCADA (Datos), transmisión de voz y video, que enlace todos los tanques Proyecto LÍNEA DE TRANSMISIÓN, TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REDES DE CALDERÓN y los centros de control: UMED y Distrito Calderón de la EPMAPS.

#### 2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño del sistema de comunicaciones con un grado de confiabilidad del 99,99 %.
- Diseñar la red de comunicaciones utilizando el protocolo de comunicación globalmente conocido mediante el uso una topología de red ETHERNET TCP / IP.
- Este nuevo sistema de comunicaciones deberá acoplarse e integrarse a los sistemas de comunicación que se encuentran operando actualmente.

#### 2.1.3. ALCANCE DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

El diseño del Sistema de Comunicaciones contempla:

- La transmisión y recepción de datos en tiempo real del Sistema SCADA.
- La transmisión de video e imágenes (cámaras de video) de las estaciones.
- La transmisión de señales de voz entre las estaciones y salidas externas.
- La transmisión de datos en los sistemas de acceso y alarmas.
- La integración a los sistemas de comunicación existentes.

#### 2.1.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

El Sistema de Telecomunicaciones se ha diseñado como un sistema bidireccional (full dúplex) por fibra óptica (FO) y Radiofrecuencias (RF) que permita las siguientes funciones:

- Transmisión de Datos: Intercomunicación de señales del sistema SCADA, el mismo que constituye el software y hardware necesarios para realizar el proceso de recopilación, procesamiento de variables producidas remotamente en cada una de las estaciones, tanques, etc. y su respectivo mantenimiento.
  - Voz: Transmisión de voz (audio).
  - Video: Transmisión de video y secuencia de imágenes.

Considerando que la disponibilidad del sistema de comunicaciones será del 99,99 % de confiabilidad, se propone la utilización de enlaces físicos con la utilización de fibra óptica e inalámbricos con el uso de radios de datos con los que se tendría una redundancia de:

- Un esquema constituido por transmisores y receptores ópticos de línea en configuración (1+1), a través de la línea de conducción principal (Backbone de FO).
- Un esquema redundante en anillo, constituido por terminales ópticos y por radios de RF consiguiendo una configuración (1+1). En caso de rotura de la fibra el sistema seguiría en operación aprovechando la configuración de anillo diseñada con el Backbone de FO y los enlaces de radio.

Con la finalidad de dar cumplimiento a la confiabilidad citada del sistema de comunicaciones para la transmisión de datos desde los diferentes tanques que componen el Sistema de agua potable de la Parroquia de Calderón, se ha considerado utilizar:

- Un sistema de comunicaciones por fibra óptica, como sistema principal.
- Un sistema de comunicaciones por radio frecuencia punto a punto y punto a multipunto.

Para la gestión de administración de la red, está previsto para aumentar el rendimiento y evitar la saturación de la red, la utilización de VLANs (Red de Área Local Virtual) y el QoS (Calidad de servicio) que garanticen la entrega de mensajes en caso de congestión.

En las VLANs se ha previsto separar el tráfico de mensajes para los sistemas de control, el sistema de vigilancia IP y telefonía IP, permitiendo disminuir el dominio de colisión y el dominio broadcast de manera de minimizar el peligro de congestión de la red.

El sistema de comunicaciones contará con IEEE 802,1w RSTP (rapid spanning tree protocol), redundancia lógica de tal forma que un fallo en una vía de dirección de transmisión principal fibra óptica este cambiaría de dirección para llegar al destino.

En lo posible, se deberá proveer una Protección de ERPS (Ethernet Ring Protection Switching) que se define en el estándar ITU-T G.8032, el mismo que es un protocolo que provee estabilidad y un entorno libre de bucles. Es una solución para anillos ethernet que puede proporcionar un tiempo de respuesta por debajo de los 50ms.

### 3. CRITERIOS DE DISEÑO

El listado de las estaciones que conforman el sistema a diseñarse es:

**Tabla 3: Listado de Tanques de Agua Potable**

No.	NOMBRE DEL TANQUE	COORDENADAS GEOGRAFICAS	
		LATITUD	LONGITUD
1	Arenal	00.10877S	078.46009W
2	Brisas del Norte	00.08195S	078.44218W
3	San Miguel del Común Medio	00.09186S	078.41178W
4	Carretas	00.10892S	078.46388W
5	Cuatro Esquinas	00.09612S	078.43702W
6	Llano Grande Alto	00.10862S	078.43628W
7	Llano Grande Bajo	00.11697S	078.42589W
8	Mariana de Jesús 1	00.07765S	078.43325W
9	Mariana de Jesús 2	00.07903S	078.43330W
10	Oyacoto	00.10238S	078.40641W
11	Plan de Vivienda Ecuador	00.07312S	078.44640W
12	San José de Morán 1	00.08365S	078.43367W
13	San José de Morán 2	00.08414S	078.43299W
14	San Juan de Calderón Alto	00.04406S	078.43250W
15	San Juan de Calderón Bajo	00.06964S	078.43032W
16	San Luis	00.09572S	078.44008W
17	San Miguel del Común Alto	00.09420S	078.41637W
18	San Miguel del Común Bajo	00.10017S	078.41261W
19	Carmen Bajo	00.1232S	078.4596W

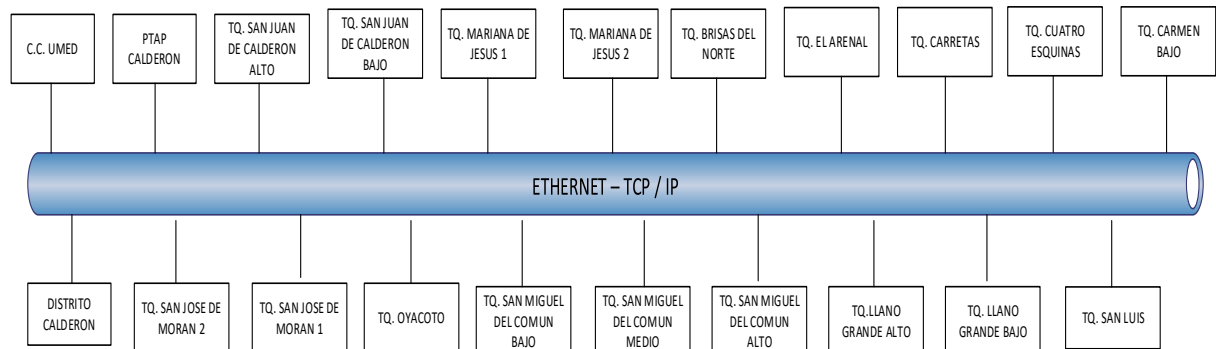
Fuente: INGECONSULT, 2020

Las redes de Telecomunicaciones que se diseñarán, básicamente son redes tipo LAN (Local Area Network) sobre ETHERNET usando el protocolo TCP/IP. La red LAN principal, que se denominará LAN1 se fundamenta en una línea de fibra óptica pasiva (PON) con capacidad de velocidades de transmisión simétrica de hasta 1,25 Gbps, mientras que la red LAN basada en el uso de radiofrecuencias (RF) se denominará



LAN2, que usará el mismo protocolo, pero con capacidad de velocidad de transmisión de hasta 1 Gbps.

La arquitectura de ambas redes será la descrita en la Figura No. 1.



**Figura 3: Protocolo de las Redes LAN**  
Fuente: INGECONSULT, 2020

### 3.1. CÁLCULO DE ANCHO DE BANDA

El formato de la trama en IP incrementa bits en la cabecera, el código UDP (User Datagram Protocol) y RTP (Real Time Protocol), en total incrementa 67 bytes = 536 bits (1byte = 8 bits) a la información.

### 3.2. DATOS SCADA SOBRE IP

Los datos en cada tanque, vienen de señales analógicas cuya resolución es de 16 bits (2 bytes) por dato, con un tiempo de procesamiento en promedio de 120 mseg en el PLC, y de señales discretas (resolución de 1 bit), se tiene que:  
 $V_{tx \text{ req.}} = \text{No. Bits} / t \text{ proc.}$

Reemplazando:

$$V_{tx \text{ req.}} = 16 \text{ bits} / 120 \text{ mseg} = 133 \text{ bps}$$

Donde:  $V_{tx \text{ req.}}$  es Velocidad de Transmisión

$t \text{ proc.}$  Tiempo de procesamiento

Reemplazando:

$$V_{tx \text{ req.}} = 16 \text{ bits} / 120 \text{ mseg} = 133 \text{ bps}$$

El de 120 mseg es el tiempo de procesamiento del PLC, en promedio.

El Número de bits totales:

$$\# \text{ bits} = \# \text{ señales discretas} * (1) + \# \text{ señales analógicas} (16)$$

Para cada tanque se prevé 50 señales digitales y 50 señales analógicas, por lo que se tiene:

$$\# \text{ bits} = 850 \text{ bits}$$

La eficiencia de la transmisión (Ef.) sería:

$$Ef. = \# \text{ total de bits de datos} / \# \text{ total de bits transmitidos}$$

Reemplazando:

$$Ef. = 850 / (850 + 536) = 850 / 1386 = 0,6132 \text{ equivalente a } 61.32 \%$$

La Velocidad efectiva sería:

$$V_{\text{efectiva}} = Ef. * V_{\text{nominal}}$$

$$\text{De donde } V_{\text{nominal}} = V_{\text{efectiva}} / Ef.$$

$$V_{\text{nominal}} = 133 \text{ bps} / 0.6132 = 216.9 \text{ bps}$$

Entonces la velocidad efectiva por todos los bits de todas las señales sería:

$$V_{\text{nominal}} * \text{No. Bits} = 216.9 \text{ bps} * 850 \text{ bits} = 184,36 \text{ kbps}$$

$$\text{Y su Velocidad efectiva} = 184,36 \text{ kbps} / 0,6132 = 300 \text{ kbps} / \text{ cada tanque}$$

Si todos los puntos del sistema SCADA transmitieran al mismo tiempo, necesitaríamos un gran ancho de banda, pero el software de control va recibiendo información de punto en punto, o sea que el ancho de banda para SCADA es bastante pequeño.

### 3.3. VOZ SOBRE IP

La tecnología de Voz sobre IP (VoIP) se relaciona con la transmisión de voz a través de paquetes IP. Consiste en convertir una señal analógica en digital en paquetes usando un codificador llamado CODEC.

El formato de la trama en IP incrementa bits en la cabecera, el código UDP (User Datagram Protocol) y RTP (Real Time Protocol), en total incrementa 67 bytes = 536 bits (1byte = 8 bits) a la información.

**Tabla 4: Tasa binaria de salida y retardo producida por códec de voz**

VOICECODER RECOMENDACIÓN	CODIFICACION	CAPACIDAD DEL CANAL (kbps)	RETARDO (mseg)
G.711	PCM	64	20 - 30
G.726	ADPCM	16, 32, 24,16	30

G.729A	CS-ACELP	8	15
GSM	RPE-LTP	13	20

Fuente: INGECONSULT, 2020

Para calcular el ancho de banda (AB) de Voz sobre IP en una sola vía podemos aplicar la fórmula:

$$AB \text{ voz} = (\text{Payload} + L3 + L2) * 8 * \text{pps}$$

Payload: Carga que genera el CODEC, según G.711, 160 bytes

L3: Cabecera de capa 3 (40 bytes = 20 bytes (cabecera IP + 8 bytes (UDP) + 12 bytes (RTP)))

L2: Cabecera de capa de enlace (14 bytes)

Pps: tasa de paquetes por segundo (50) para G.711.

Entonces:

$$AB \text{ voz: } (160 + 40 + 4) * 8 * 50 = 85.6 \text{ kbps para el códec según recomendación G.711.}$$

Para calcular el ancho de banda total, se asume que de los 25 teléfonos (uno por cada estación aproximadamente), el 25 % puede estar hablando al mismo tiempo, es decir unos 6 teléfonos, lo que nos da un ancho de banda de 513.6 kbps.

#### Calidad de Servicio QoS

Es la capacidad que la red presenta para ofrecer un nivel de servicio adecuado. Al transmitir señales de voz se tiene los siguientes inconvenientes:

- Retardo sufrido por los paquetes
- Ancho de banda necesario para una buena transmisión de voz
- El jitter causado por la variación del retardo
- Pérdidas de paquetes debido a la congestión en los switches de datos

La calidad del servicio y de la comunicación deberá tener un umbral de retardo normal de máximo 100 mseg.

### 3.4. VIDEO SOBRE IP

Para el cálculo del ancho de banda de red y el espacio de almacenamiento se considerarán los siguientes parámetros:

- Número de Cámaras
- Grabación continua o basada en eventos
- Número de horas al día que la cámara estará grabando
- Imágenes por segundo
- Resolución de la imagen

- Tipo de compresión de video
- Condiciones de luz y cantidad de movimiento
- Cuánto tiempo deben almacenarse los datos

**Tabla 5: Número de Teléfonos IP y Cámaras IP**

ESTACION	Número en el Proyecto	Teléfonos IP	Cámaras IP
TANQUES	18	18	54
REPETIDORAS DE RADIO	3	3	0
CENTROS DE CONTROL	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>56</b>

Fuente: INGECONSULT, 2020

Debido a la cantidad alta de cámaras, la grabación será basada en eventos. El formato de compresión a utilizarse será el H.264 que nos da un menor ancho de banda de red y menor espacio de almacenamiento.

Para el número de cámaras IP proyectado, se hace necesario la instalación de un NAS (Network-Attached-Storage), permitiendo mayor almacenamiento. El video será almacenado en un servidor ubicado en uno de los centros de control, o en una tarjeta SD dentro de cada cámara. Cualquier navegador web puede ser usado para ver cualquier cámara IP. El software de manejo del sistema de video puede ser instalado en el mismo PC. Así mismo, las cámaras podrían ser vistas desde un Smartphone usando la aplicación para ver y grabar videos.

La grabación deberá ser por eventos, en los momentos de detección de movimiento o de disparo de alarma, o cuando la cámara sea activada por el operador.

Para el cálculo del Ancho de Banda se ha considerado el uso del software ubicado en <https://www.acti.com/storagecalculator> y se consideran los siguientes parámetros:

- Cantidad de cámaras: 56 y se consideran 16 cámaras monitoreadas al mismo tiempo.

ANCHO DE BANDA POR CAMARA: Se consideran los siguientes parámetros:

- Resolución: 1,3 Mpixels (calidad buena)
- Imágenes por segundo: 15 fps (frame por segundo)
- Compresión: H.264
- Velocidad de bits por cámara: 0.5 Mbps
- Número de horas de grabación por día: 2 horas
- Total Ancho de Banda: 8 Mbps
- Espacio de almacenamiento: 50 Megabytes
- 

ANCHO DE BANDA TOTAL DEL CANAL:

- La sumatoria de anchos de banda de:
- Voz sobre IP: 0,51 Mbps
- Datos: 0,3 Mbps
- Video: 8 Mbps
- Total: 8,81 Mbps
- Ver Cálculo en el Tomo de Anexos

#### RESUMEN DE CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

Confiabilidad:	99,99 %
BER (Bit Error Rate):	1x10-8 bits
Protocolo de comunicación:	TCP/IP
Ancho de banda mínimo:	10 Mbps
Latencia mínima:	25 mseg

### 3.5. NORMAS TÉCNICAS VIGENTES

Para la elaboración del diseño definitivo se tendrán en cuenta las siguientes normas internacionales aplicables para el sistema de telecomunicaciones en Fibra óptica:

- ITU-T G. 652 Características de las fibra y cables.
- ITU-T L.43 Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.
- ITU-T L.12 Empalmes de Fibra óptica.
- ITU-T Manual 2009 Sistemas y cables de Fibra óptica.
- ITU-T L. 25 Mantenimiento de redes de cables de Fibra óptica.
- ANSI EIA/TIA 598 A Código de Colores del Cable de fibra óptica.
- IEC 61073 Empalmes mecánicos y protectores de empalmes de fusión para fibras y cables ópticos.
- ITU-T V.24 List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE).
- ITU-T G.706 Frame alignment and cyclic redundancy check (CRC) procedures relating to basic frame structures defined in Recommendation G.704.
- IEA-TIA 568-B Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.
- IEA-TIA 569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.
- IEA-TIA 606-A Administration Standard for Commercial Telecommunications Infrastructure.
- Plan Nacional para distribución de frecuencias del Ecuador.
- IEC 60688: "Electrical measuring transducers for converting ac. electrical quantities to analog or digital signals".
- IEC 60793 "OpticalFibres".
- IEC 60794 "OpticalFibre Cables".
- IEC/TR 60847"Characteristics of local area networks (LAN)".
- IEC 60870: "Telecontrol equipment and systems".

- IEC/TR 60902 "Industrial process measurement and control. Terms and definitions".
- IEC 61000: "Electromagnetic compatibility (EMC)".
- IEEE 800 Relacionadas con redes de área local (ISO/IEC 8802).
- IEEE Std 1046: "IEEE application guide for distributed digital control and monitoring for power plants".
- NEMA ICS1- 190: Test and Procedures.
- Resolución No. ARCOTEL – 2017-0144144 de Soterramiento de Fibra Optica ARCOTEL.
- CNT: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES CON FIBRA ÓPTICA.



## 4. SISTEMA DE COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA

Para el sistema de comunicaciones usando Fibra Óptica, se ha considerado desarrollar una red de área local denominada LAN 1, normalizada, mediante fibra óptica tipo monomodo (single-mode) en Ethernet, que permita la integración de los diferentes tanques de almacenamiento del Sistema Calderón y los centros de control como son la UMED y el Distrito de Calderón, para lo cual se aprovechará la instalación de las nuevas tuberías y las de refuerzo de la línea de distribución mencionado sistema.

La red LAN 2 será un sistema de radiocomunicaciones inalámbrico.

### 4.1. ARQUITECTURA DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA

Para el sistema de comunicaciones se ha considerado desarrollar una red de área local denominada LAN 1, normalizada, mediante fibra óptica tipo monomodo (single-mode) en Ethernet, que permita la integración de los diferentes tanques de almacenamiento del Sistema Calderón y el Distrito de Calderón, para lo cual se aprovechará la instalación de las nuevas tuberías y las de refuerzo de la línea de distribución mencionado sistema.

La arquitectura y lógica de operación de la red LAN1 de Fibra óptica será como la descrita en la Figura No.2, la misma que indica que la red formará un anillo virtual lógico.

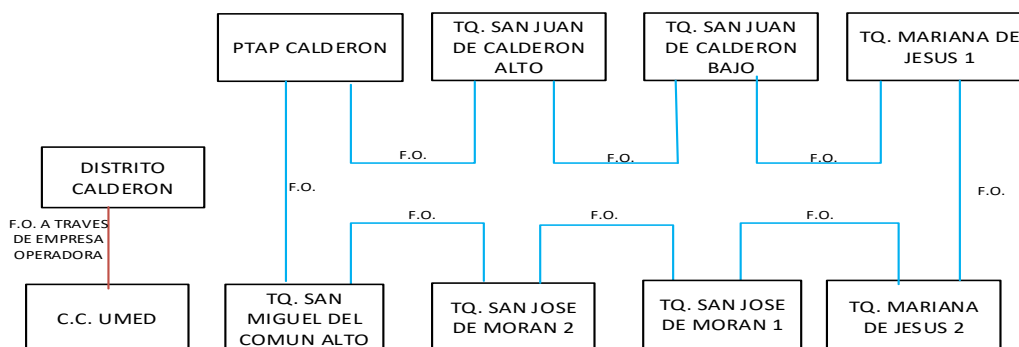


Figura 4: Arquitectura del Sistema de Comunicaciones por Fibra Óptica

FUENTE: INGECONSULT - 2020/09

### 4.2. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

El sistema digital de comunicaciones tendrá una alta disponibilidad deberá poseer una tasa de error que no supere valores de BER =  $1 \times 10^{-8}$ .

El Sistema de Comunicaciones se degrada por las fallas en los equipos y por los errores de la información transmitida, dada la inexistencia de desvanecimiento (fading), los sistemas ópticos son más estables que los radioenlaces.

El sistema óptico presenta una mayor seguridad en la transmisión de información, pero ante un daño o una falla, requiere un tiempo de reparación y normalización mucho mayor.

Para lograr un sistema altamente inmune a las fallas, debe utilizarse una configuración redundante y tendrá que incorporarse diversas rutas y diversas fibras a ser utilizadas como reemplazo inmediato.

Los terminales de línea ópticos, en general, poseen valores bajos de MTBF debido al envejecimiento de los componentes ópticos, por lo que la confiabilidad de la fibra óptica sería del 99.99 %.

Para la optimización de los enlaces de fibra óptica se deben determinar claramente la cantidad y características de la información a transmitir y es necesario establecer la velocidad de transmisión, ancho de banda necesario para la transmisión de voz, video y datos; la longitud del enlace y escoger los principales parámetros adecuados para el enlace como son: longitud de onda, tipo de fibra óptica, etc.

En resumen, se deberán considerar:

- BER (Bit Error Rate) del enlace
- Vida útil de los equipos
- Costo Total del sistema
- Posibilidad de ampliaciones futuras

El diseño de la red de Telecomunicaciones se fundamenta en la arquitectura del sistema SCADA, la misma que contempla dos centros de control:

1. Subcentro de Control de Calderón ubicado en la Unidad Operativa Calderón
2. Centro de Control UMED (Unidad de Mantenimiento Electromecánico de Distribución)

La trayectoria de la fibra óptica será instalada en una zanja a una distancia de 1 m. de la zanja que se realizará para la tubería nueva, como se indica en la siguiente Figura No. 8.

En el caso de que la tubería principal de agua potable no sea cambiada, se deberá realizar la construcción de la zanja solamente para el soterramiento de la fibra óptica que en ambos casos deberá tener un ancho de máximo 50 cm. y profundidad de 1 metro.

Para el proceso de soterramiento se deberá acogerse a las Normas de Construcción de la CNT.

El sistema de fibra óptica estará conformado por cable de fibra óptica del tipo monomodo según la recomendación del ITU-T G.652.D (ver anexo), de capacidad de 12 hilos, armada la cual será enterrada utilizando un biducto TDP (Tubería de Doble Pared), junto a la nueva tubería de agua potable, en un ducto aparte, disponiendo de pozos de revisión y/o fusión a lo largo del trazado y en los puntos de integración del sistema de control.



**Figura 5: Esquema del Sistema de Comunicaciones por Fibra Óptica**  
Fuente: INGECONSULT - 2020/08

El trayecto de fibra óptica soterrada proyectados serán los siguientes enlaces:

- PTAP de Calderón – Tq. San Juan de Calderón Alto
- Tq. San Juan de Calderón Alto – Tq. San Juan de Calderón Bajo
- Tq. San Juan de Calderón Bajo – Tq. Mariana de Jesús No. 1
- Tq. Mariana de Jesús No. 1 – Tq. Mariana de Jesús No. 2
- Tq. Mariana de Jesús No. 2 Tq. San José de Morán No. 1
- Tq. San José de Morán No. 1 – Tq. San José de Morán No. 2
- Tq. San José de Morán No. 2 – Tq. San Miguel del Común Alto

Para la implementación de los trayectos descritos, y debido a que existen tanques cuyos caudales se suman a otros, se deberán construir pozos de revisión o distribución de 48 bloques, normalizados por la CNT que pueden ser ubicados en las aceras o calzadas, según sea el caso, y en los que se realizarán los empalmes de fibra óptica con la finalidad de seguir la trayectoria lógica de los datos.

Se han llamado Pozos de Revisión a los que siguen la trayectoria de la tubería. Estos pozos contener cable de fibra óptica de reserva en carretes instalados dentro y/o los empalmes si es necesario. La distancia máxima entre estos pozos será de máximo 300 m.

- **Pozos de Revisión:** en total 58 que tienen dos convergencias: una entrada y otra salida

Los pozos se visualizan en los planos respectivos anexos a la Memoria Técnica.

**Tabla 6: Longitud de Trayectos de Fibra Óptica**

ENLACES DE FIBRA OPTICA			
ENLACES FO	ESTACION 1	ESTACION 2	DISTANCIA (km.)
FO-1	PTAP CALDERON	TQ. SAN JUAN DE CALDERON ALTO	2.059
FO-3	TQ. SAN JUAN DE CALDERON ALTO	TQ. SAN JUAN DE CALDERON BAJO	3,346
FO-4	SAN JUAN DE CALDERON BAJO	TQ. MARIANA DE JESUS No. 1	1,115
FO-5	TQ. MARIANA DE JESUS No. 1	TQ. MARIANA DE JESUS No. 2	0,193
FO-6	TQ. MARIANA DE JESUS No. 2	TQ. SAN JOSE DE MORAN No. 1	0,591
FO-10	TQ. SAN JOSE DE MORAN No. 1	TQ. SAN JOSE DE MORAN No. 2	0,135
FO-11	TQ. SAN JOSE DE MORAN No. 2	TQ. SAN MIGUEL DEL COMUN ALTO	2,792
<b>SUBTOTAL DE FIBRA OPTICA</b>			<b>10,231</b>
<b>RESERVA DEL 15 %</b>			<b>1.54</b>
<b>TOTAL FIBRA ÓPTICA</b>			<b>11.771</b>

Fuente: INGECONSULT, 2020

En total, la cantidad de Fibra óptica a utilizarse en el presente Proyecto será de 11,771 km.

La longitud de la zanja que se realizará para enterrar el biducto protector de la fibra óptica será de 10.231 metros.

El número de pozos de 48 bloques de distribución son en total 58 pozos.

### 4.3. LÓGICA DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA Y REDUNDANCIA

Como se ha mencionado la lógica de la red de comunicaciones por Fibra Óptica seguiría una trayectoria de anillo como se detalla en la Figura No 5.

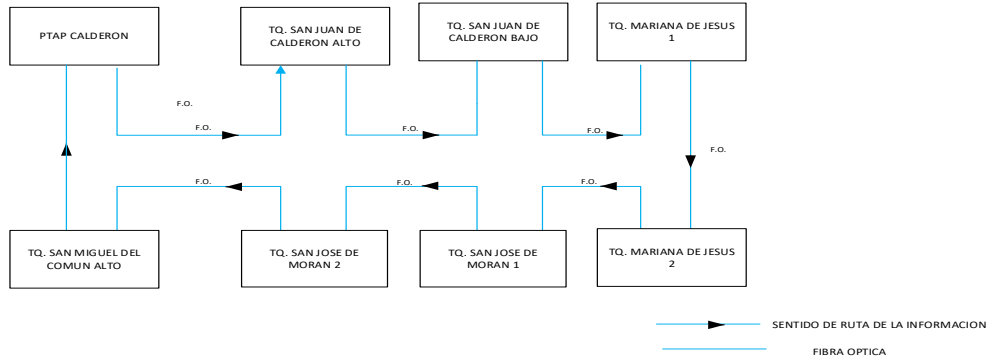


Figura 6 Esquema del Sistema de Comunicaciones por Fibra Óptica

Fuente: INGECONSULT, 2020

En el caso de que la fibra óptica sea cortada por eventos fortuitos o accidentales, los equipos deberán ser configurados de manera que la trayectoria de comunicación varíe al lado contrario con lo que se asegura la no pérdida de la comunicación. Una vez restablecida la fibra óptica, la trayectoria de la información volvería a la normalidad. Este proceso nos ayudaría a tener una redundancia lógica del transporte de información hacia los centros de control.

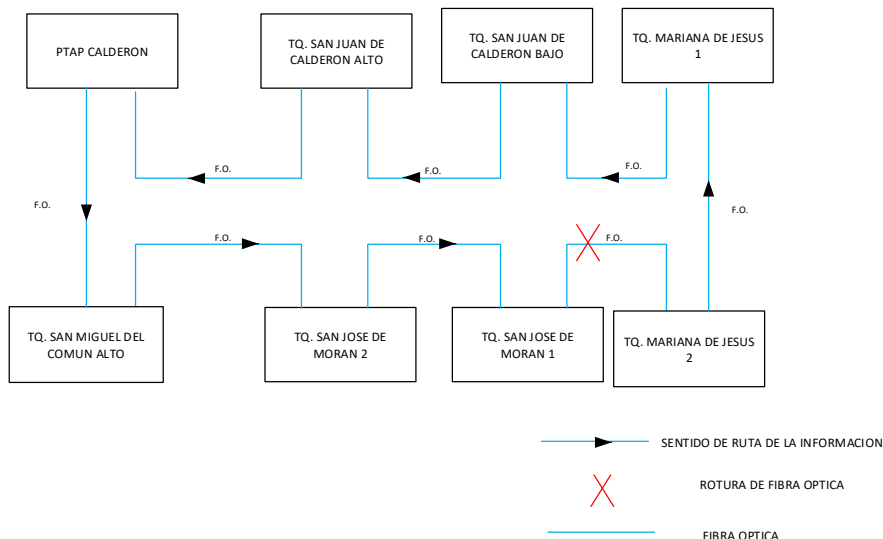


Figura 7 Esquema del Sistema de Comunicaciones por Fibra Óptica

Fuente: INGECONSULT, 2020



#### 4.4. RED DE FIBRA ÓPTICA

El diseño ha determinado que las distancias entre los tanques que usan fibra óptica son relativamente cortas.

El suministro deberá asegurar todos los accesorios y equipos complementarios para el total y correcto funcionamiento de la red en los distintos puntos de operación, como son cajas de revisión (con su obra civil), cajas de empalme, PatchCords, PatchPanels, Conectores tipo SC, Pigtailes, y todos los accesorios necesarios para la operación del sistema.

Para su instalación y operación se deberá respetar y seguir los lineamientos y normativas vigentes dadas por todos los entes de control.

El cable óptico subterráneo debe poseer características mecánicas adecuadas para soportar golpes y compresiones durante la instalación y habilidad para repeler la acción de los roedores. El compuesto taponante para impedir la propagación de humedad dentro del cable puede ser el típico de resina o elegir la alternativa de cables secos con cinta higroscópica interior.

Se ha colocado pozos para la Fibra Óptica, según la regulación recomendada para el soterramiento según la Resolución ARCOTEL – 2017-0144, y sus respectivos anexos.

Para la ubicación del pozo de fibra óptica sea considerado:

- El cruce de vías, en los cuales se ha colocado dos pozos, uno a cada lado de la calzada.
- El cruce de quebradas, un pozo a cada lado.
- El cruce aéreo considerando un pozo a cada lado y tubería metálica IMC acompañando a la tubería soportada en el paso atirantado.

En cada pozo de fibra óptica se prevé la instalación de la caja de empalmes de fibra óptica, así como también dejar una reserva de cable de fibra óptica de 30m. por caja o pozo de revisión.

El ducto a utilizarse será un biducto de doble pared TDP, para de esta forma aprovechar las entradas y salidas a las estaciones.

Se ha realizado el diseño considerando en promedio entre las cajas y/o pozos de revisión de fibra óptica una distancia de máximo 300 m.

El cable FO indicado deberá tener protecciones para:

- Instalación Externa
- Instalación Interna al ingresar a edificios siendo en este caso su recubrimiento externo “ignífugo” libre de halógenos de tal manera que ante un incendio sea retardante de llama y no emitir gases tóxicos.



#### 4.5. TUBERÍA TDP PARA PROTECCIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

El cable de fibra óptica se instalará dentro de un biducto paralelo, con membrana de unión flexible, hechos de polietileno de alta densidad, para garantizar la protección del cable ante ambientes abrasivos y roedores. Deberá garantizar una completa impermeabilidad y hermeticidad sobre todo en sus uniones si existiera

La tubería para la protección de los cables de fibra óptica será un biducto de se obtendrá mediante un proceso de extrusión, fabricado con materia virgen de PVC (poli cloruro de vinilo); tendrá una pared interior lisa y una pared exterior corrugada la cual le confiere un alto valor de rigidez anular con bajo peso. Esta tubería se instalará directamente sobre el terreno y sin recubrimiento de concreto para lo que se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. El fondo de la zanja debe estar libre de piedras sin necesidad de hacer una cama de arena. El relleno debe de estar libre de piedras y apisonarse firmemente alrededor de la tubería para así desarrollar el máximo de soporte. No apisonar directamente sobre el ducto.
2. En suelos rocosos cuando es imposible obtener un fondo parejo de la zanja, debe nivelarse con una capa de material granular fino y usar también el mismo material de relleno, compactándolos en capas sucesivas hasta obtener la altura deseada.

Para la colocación de la tubería, de deberá tender una hilera a la vez, manteniendo una separación aproximada de 2.5 cm. entre tubos mediante separadores plásticos, si no hay una membrana de unión en el biducto, y rellenar por capas hilada por hilada con material libre de piedras que puede ser del mismo material extraído de la zanja o granular fino. La profundidad debería ser de 60cm entre los ductos y el nivel de la rasante.

Los tubos de PVC corrugados doble pared TDP se deberán mantener internamente secos. Las uniones deberán ser totalmente herméticas asegurando un sistema libre de agua y humedad, como también de cualquier tipo de filtraciones, barro, aguas negras, etc. Además, deberán ser inmunes a la corrosión.

La tubería será de 1" de diámetro (25.4 mm.), de PVC de doble pared TDP, cada uno del biducto.

La canalización en acera se recomienda el ancho en vereda de 0.4 m y profundidad de 0.70 m., aunque estas dimensiones podrán variar en función de la localización de las acometidas domiciliarias y demás obras de Infraestructura ya construidas, con el fin de poder asumir los cambios de alineación y pendientes de las tuberías a colocarse.



Figura 8 Esquema de la Zanja para Instalación de Ductos Para la Fibra Óptica

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 4.6. POZOS DE REVISIÓN Y DISTRIBUCION

Los pozos de revisión son los únicos puntos accesibles en la canalización una vez terminada la construcción, en estos hay que hacer todos los trabajos referentes a tendido, fusión, reparación, sustitución del cable, toma de derivaciones (sangrado), entre otros. Las especificaciones de pozos construidos con bloques macizos curvos que se muestran a continuación se refieren a los siguientes ítems:

- POZO ACERA 48 BLOQUES 2 CONVERGENCIAS
- POZO ACERA 48 BLOQUES 3 CONVERGENCIAS
- POZO ACERA 48 BLOQUES 4 CONVERGENCIAS
- POZO CALZADA 48 BLOQUES 2 CONVERGENCIAS
- POZO CALZADA 48 BLOQUES 3 CONVERGENCIAS
- POZO CALZADA 48 BLOQUES 4 CONVERGENCIAS

Para su construcción se debería guiar en las normas de implementación emitida por la CNT.

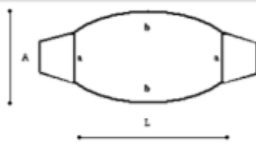
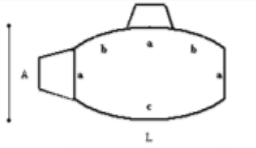
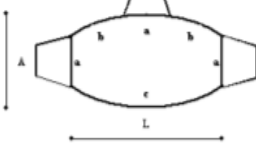
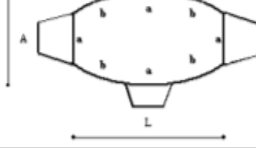
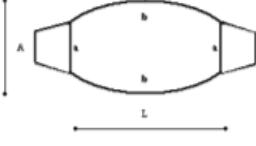
NUMERO DE BLOQUES EN POZOS DE 48 BLOQUES			
MEDIDAS LIBRES INTERIORES	POZOS DE I Y II VIAS		
	NUMERO DE BLOQUES EN CADA FILA	ALTURA Nº DE FILAS	TOTAL DE BLOQUES
TRAMOS ALINEADOS DE DOS CONVERGENCIAS 	a	2 x 1	48
	b	2 x 5	
	12		
	L = 1,90 m.		
		A = 1,20 m.	
TRAMOS NO ALINEADOS DE DOS CONVERGENCIAS 	a	3 x 1	48
	b	2 x 2	
	c	5	
	12		
		L = 1,90 m.	
		A = 1,20 m.	
POZO DE TRES CONVERGENCIAS 	a	3 x 1	48
	b	2 x 2	
	c	5	
	12		
		L = 1,90 m.	
		A = 1,24 m.	
POZO DE CUATRO CONVERGENCIAS 	a	4 x 1	48
	b	4 x 2	
	12		
	L = 1,90 m.		
		A = 1,31 m.	
TRAMOS ALINEADOS DE DOS CONVERGENCIAS 	a	2 x 1	32
	b	2 x 3	
	8		
	L = 1,50 m.		
		A = 1.05 m.	

Figura 9 Medidas del Pozo de Revisión de 48 Bloques

Fuente: CNT

ARMADURA POZO 48 BLOQUES.

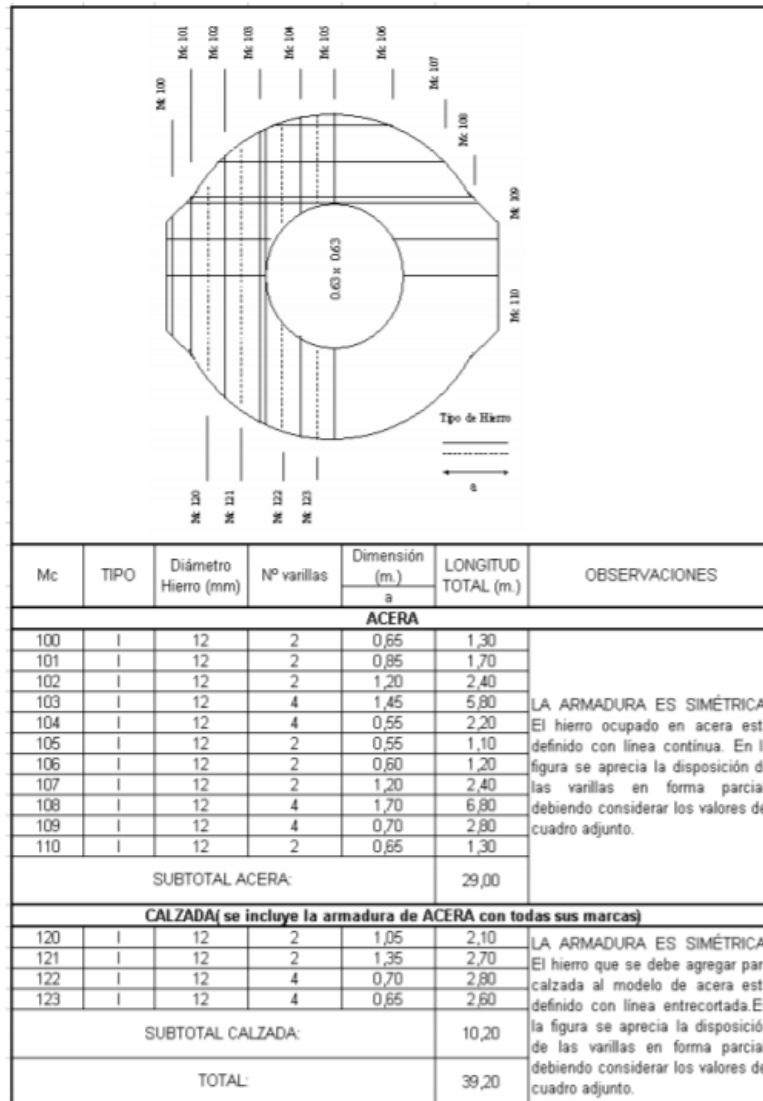


Figura 10 Armadura del Pozo de Revisión de 48 Bloques

Fuente: CNT

Se utilizan como cámara de paso para ayudar al tendido de F.O y si hay cambios de dirección.

Dentro de cada cámara la reserva de cable de fibra óptica será de 100 m. en las cámaras de empalme del cable FO.

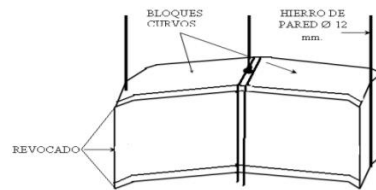


Figura 11 Forma y Armadura de la Tapa Pozo de Revisión de 48 Bloques

Fuente: CNT

Se usará tapones para los ductos de fibra óptica herméticos. El contratista deberá escoger e indicar las características técnicas de los mismos.

El contratista deberá indicar en forma detallada las características técnicas de la caja de empalme.

Las cajas de empalme pueden ser de tipo “DOMO”, en donde las entradas y salidas de cable de FO se encuentran en un mismo lado.

El personal del contratista deberá acreditar certificación del personal que cumplió el curso, demostró capacidad de realizar la tarea de empalme y cierre de cajas de fibra óptica y está en condiciones de realizarlo en la obra.

#### Consideraciones para empalmes:

- Radio de curvatura: Tanto en la bandeja como en el cableado dentro del empalme, mínimo 80 mm

- Apertura y Cierre de la Caja: Cierre de fácil remoción con herramienta ligera, impermeables plásticos y con posibilidad de colocar un precinto de seguridad.
- Estanqueidad: Asegurando la estanqueidad de la caja, el cierre no requiere de material adicional en caso de una futura intervención.
- Inmersión: En agua a 2 metros de profundidad.
- Organizador de bandejas: Poseerá un sistema organizador de bandejas si lo amerita que permita trabajar de manera segura sin necesidad de remover las bandejas restantes.



Figura 12 Tipos de Tapones para Ductos de Fibra Óptica

Fuente: CNT

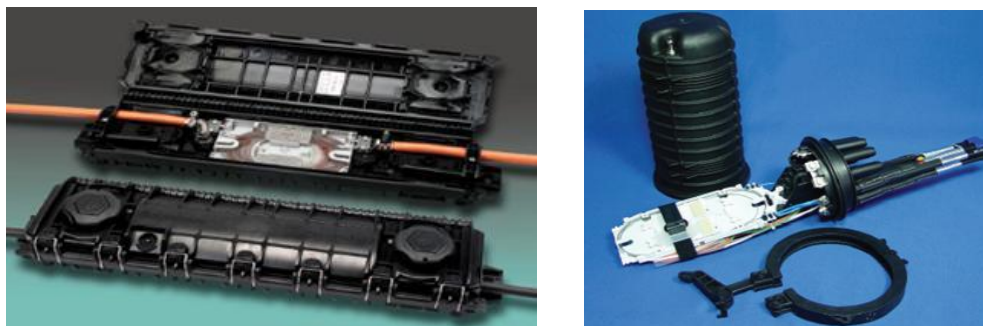


Figura 13 Cajas para Empalmes

Fuente: CNT

#### 4.7. IDENTIFICACIÓN Y ROTULACIÓN

Se deberá cumplir con el Artículo 9 de la Resolución No. ARCOTEL-2017-0144, donde se menciona que: “Los propietarios de infraestructura de soterramiento de telecomunicaciones deberán identificar dicha infraestructura: las tapas, pozos, ductos, cajas de revisión deben contener la identificación del propietario de dicha infraestructura y además deberán entregar la información de los ductos y capacidad en uso de los ductos conforme los formatos, condiciones y procedimientos que apruebe la ARCOTEL”.



La Identificación de cada uno de los cables de la red física soterrada, será al ingreso y salida de los pozos de fibra óptica, etiquetando en la misma chaqueta del cable con un adhesivo durable y resistente a la intemperie que cubra todo el contorno del cable.

Cada caja de empalme de FO instalada en la red y en el pozo de fibra óptica deberá contar con una identificación única e irrepetible e identificada por cada enlace.

Las tapas de los pozos de revisión serán de hormigón e identificadas utilizando la palabra “EPMAPS - COMUNICACIONES”.

Se deberán colocar rótulos de identificación de la obra conforme con las disposiciones pertinentes del Gobierno Autónomo Centralizado de Pichincha

Ejemplo: Para enlace, la tapa estará identificada en su interior en forma legible e indeleble (Nombre o marca del fabricante o proveedor, Año de fabricación y Código de identificación). Tarjeta con Identificación: Color de fibra – Identificación origen-destino; Fecha de la medición óptica y de empalme. Valor de la medición óptica y distancia a centrales.

Se debe considerar bandejas cuya función es alojar a las fusiones de fibra.

Adicionalmente pueden contar con un área para reserva de pigtails y de los hilos de fibra.

#### 4.8. CONECTORES ÓPTICOS

Los conectores de fibra óptica serán del tipo SC, con una pérdida máxima de 0.4 dB y pérdida nominal de 0.2 dB.

Los conectores de fibra serán de marca y calidad reconocida, con procedimientos de control de fabricación.




CONECTORES SIMPLES			
			
NOMBRE	FC	ST	SC
Típico IL (No APC) en Db	0.2	0.4	0.2
ORL típico en dB	65 (APC) 50(UPC)	50	65 (APC) 50 (UPC)
Tipo de Pulido	SPC/UPC/APC	SPC/UPC	SPC/UPC/APC

Figura 14 Tipos de Conectores de Fibra Óptica

Fuente: CNT

#### 4.8.1. PATCHCORDS

Los patchcords son los cables de fibra óptica individual (un hilo) que permite conectar el distribuidor de fibra óptica con los equipos ópticos.

En el caso de patchcords y “pigtailes”, las características ópticas serán similares a las de la fibra.

El revestimiento en el caso del patchcords de PVC de 2,5 mm y para el pigtailes 900 micrones.

Los conectores de fibra serán de marca y calidad reconocida, con procedimientos de control de fabricación.

La longitud será de 2.0 m para los “pigtailes”, mientras que, para los patchcords, la distancia estará conforme al posicionamiento del equipo de transmisión con respecto a los Distribuidores de FO en cada estación, no pudiendo superar los 15m de longitud como máximo,

Los pigtailes y los patchcords serán parte de la provisión para este proyecto.

#### 4.9. DISTRIBUIDORES DE FIBRA ÓPTICA

Los Distribuidores de Fibra Óptica será donde empiezan/terminan los cables de FO, estarán conectados por medio de fusión entre el cable de fibra óptica que sale del nodo (lado Planta Externa) y el equipo de transmisión (lado Planta Interna).

ODF = Optical Distribution Frame



Figura 15 ODF de Fibra Óptica

Fuente: CNT

#### 4.9.1. BANDEJA PARA DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN NODO

La distribución y conducción de los cables de fibra óptica en los diferentes nodos serán realizadas mediante el empleo de bandejas metálicas.

- Curva plana 90°, tapa Ancho: 250 mm
- Curva plana 45°, tapa Ancho: 250 mm
- Curva vertical (ascendente o descendente), tapa Ancho: 250 mm

- Intersección forma “T”, tapa Ancho: 250 mm
- Intersección forma “X”, tapa Ancho: 250 mm
- Tramo recto de escalera de cable, tapa Largo: 3 m; ancho: 250 mm

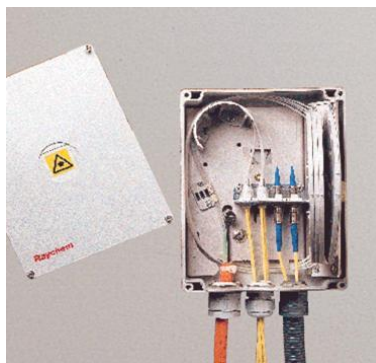


Figura 16 Caja de Empalmes

Fuente: CNT

#### 4.10. CINTA DE ADVERTENCIA DE PRESENCIA DE FIBRA ÓPTICA

Mediante una cinta de advertencia se indicará la presencia de fibra óptica en esa ubicación, se mejora la seguridad y se evitan cortes de fibra y daños a la infraestructura de comunicaciones.

La cinta de prevención será instalada en todos los casos en que se realice la canalización para la instalación de la tubería soterrada.

Esta cinta será colocada a una profundidad de 40 cm, será de color naranja con la leyenda: "PELIGRO - NO EXCAVAR - INSTALACION ENTERRADA" y sus propiedades mecánicas no desaparecen con el tiempo. La tinta es químicamente inerte y no se degrada con la exposición de ácidos, alcalinos y otras sustancias que se encuentran comúnmente en el suelo.

#### 4.11. HITO DE HORMIGÓN PARA DEMARCACIÓN DE ENLACES

Para la identificación de las cámaras o puntos singulares del recorrido, se ubicarán monolitos o hitos de hormigón. El objetivo es identificar el enlace de fibra óptica y también cada una de las cámaras de paso y de empalme.

Hilo metálico para detectar FO, tiene por objetivo determinar la posición real en el subsuelo de la infraestructura óptica dieléctrica construida y es fundamental para asegurar en la vida útil del enlace el correcto mantenimiento y operación de la red óptica.

Es además crítico para poder realizar una localización del enlace de fibra ante un corte/daño sin recurrir a mediciones ópticas con OTDR.

La identificación de las cámaras en una Red Troncal se realiza mediante un señalizador de hormigón denominado monolito, el cual debe instalarse en las cercanías de la cámara

que identifica y debe contener los datos de numeración de cámara, coordenadas de ubicación y progresiva del cable desde la central de inicio del enlace.

El Monolito de hormigón premoldeado sería de cemento armado premoldeado, que se instalaría en las cercanías de cada cámara y/o cambio de traza dependiendo de las necesidades de la EPMAPS. Las cámaras o tramos particulares que referencien deben estar acotados respecto al mismo en el plano conforme a la obra.

Las características constructivas deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- Saliente del terreno: 50 cm mínimo.
- Zapata y profundidad: La profundidad será como mínimo igual al saliente y la zapata será tal que no sea removible ni volcado manualmente.
- Leyendas: deberá llevar las siglas EPMAPS en letras en sobre relieve de cómo mínimo 5 mm de resalto y tendrán pintado el número de progresiva óptica correspondiente. Ambos caracteres tendrán como mínimo 3.5 cm de altura y 5mm de ancho.
- Hormigón: 210 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia característica, con agregado grueso de 5 mm máx. utilizando un incorporador de aire para reducción de porosidad.

#### 4.12. CRUCETA PARA RESERVA DE FIBRA ÓPTICA

La cruceta para dejar la reserva de fibra óptica será de material resistente a la oxidación, durable, rígida, similar a la figura de a continuación. La reserva técnica del cable de Fibra Óptica a lo largo del enlace de fibra óptica, la forma de la acomodación del cable y longitud de la reserva, dependerá de la longitud del tramo de la red troncal, o si se trata de caja de revisión o pozo de revision.



Figura 17 Cruceta para Reserva de Cable de Fibra Óptica

Fuente: CNT

## 5. SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ENLACE DE RADIO EN FRECUENCIAS LICENCIADAS

De lo anteriormente expuesto, hay algunos tanques que no serán conectados mediante el uso de Fibra Óptica, por lo que se propone el uso de un sistema robusto, de alta tecnología, buen ancho de banda y con uso de frecuencias dentro de una banda libre de interferencias.

Sobre la base de lo citado y considerando la normativa en cuanto a la asignación de frecuencias que ARCOTEL mantiene para el Ecuador, en cuanto al servicio fijo, se tienen las bandas que a continuación se detallan:

### 5.2 Modificaciones al espectro utilizado para Uso Determinado en Bandas Libres (UDBL)

En el Plan Nacional de Frecuencias, el uso de la banda de 57 a 64 GHz se encuentra detallado en la nota nacional EQA.25.

**EQA.25** En cuanto al servicio fijo:

- Las bandas 222 – 243 MHz, 243 – 245 MHz, 246 – 248 MHz, 360 – 370 MHz, 417,5 – 430 MHz, 430 – 440 MHz, 928 – 940 MHz, 1670 – 1690 MHz, 2200 – 2300 MHz, 3600 – 3800 MHz, 3800 – 4200 MHz, 5925 – 6425 MHz, 6425 – 7100 MHz, 7100 – 8500 MHz, 12,2 – 12,7 GHz, 12,7 – 12,849 GHz, 14,4 – 15,35 GHz, 17,7 – 19,7 GHz, 21,2 – 23,6 GHz, 27,5 – 28,35 GHz, 29,1 – 29,25 GHz, 31 – 31,3 GHz, 57 – 64 GHz, 71 – 76 GHz y 81 – 86 GHz son utilizadas, a título primario, para la operación de enlaces radioeléctricos.

Las canalizaciones definen el uso de los enlaces radioeléctricos.

Mientras que la “*Tabla 2.1. Límites a las transmisiones de Espectro Ensanchado*”, del Anexo 2 de la Norma Técnica de Espectro de Uso Libre y de Espectro para Uso Determinado en Bandas Libres vigente, el rango de 57 a 64 GHz está identificado como una de las bandas para este tipo de uso.

Las bandas de frecuencias para el Uso Determinado en Bandas Libres, se contempla en la nota nacional EQA.45 del Plan Nacional de Frecuencias, la misma que detalla lo siguiente:

**EQA.45** En las bandas 915 – 928 MHz, 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz, 5 470 – 5 725 MHz y 5 725 – 5 850 MHz y 24,05 – 24,25 GHz operan, a título secundario, sistemas que ocupan espectro radioeléctrico para Uso Determinado en Bandas Libres (UDBL), para los servicios fijo y móvil.

Figura 18 Recorte de Resolución de ARCOTEL

Fuente: ARCOTEL INFORME TÉCNICO  
Nro. IT-CRDE-2019-005

De las bandas de frecuencias para el servicio fijo para uso de enlaces radioeléctricos que se anotan en el Informe Técnico de ARCOTEL Nro. IT-CRDE-005 del 21 de noviembre del 2019, se recomienda la banda de 5925 a 6425 MHz, considerándose que se tiene buen ancho de banda debido a que se ha dividido en 8 canales con 252.04 MHz de separación (Shifter) y un Ancho de Banda (AB) de 29.65 MHz. Sin embargo, cuando este proyecto se vaya a construir se recomienda realizar la respectiva actualización del uso de esta banda y realizar los trámites respectivos para conseguir el Título Habilitante frente a ARCOTEL.

CANALIZACIÓN DE LA BANDA DE 5925 MHz - 6425 MHz

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL  
DE LAS TELECOMUNICACIONES

No. Canal	Frec. Tx [MHz]	Frec. Rx [MHz]	Shifter [MHz]	AB [MHz]
1	5945.2	6197.24	252.04	29.65
2	5974.85	6226.89	252.04	29.65
3	6004.5	6256.54	252.04	29.65
4	6034.15	6286.19	252.04	29.65
5	6063.8	6315.84	252.04	29.65
6	6093.45	6345.49	252.04	29.65
7	6123.1	6375.14	252.04	29.65
8	6152.75	6404.79	252.04	29.65

**Figura 19** Recorte de canalización de Frecuencias

Fuente: ARCOTEL INFORME TÉCNICO

En la figura 19, se describen gráficamente los enlaces punto a punto que se plantean y se describen los enlaces punto a punto en la Tabla No. 7.

**Tabla 7** Enlaces Punto a Punto Banda de Frecuencias Licenciadas

No.	NOMBRE SITIO A	NOMBRE SITIO B
1	Tq. San Juan de Calderón Bajo	Tq. Plan de Vivienda Ecuador
2	Tq. Plan de Vivienda Ecuador	Tq. Brisas del Norte
3	Tq. Brisas del Norte	Tq. San Juan de Calderón Bajo
4	Distrito Calderón	Tq. Cuatro Esquinas
5	Tq. Cuatro Esquinas	Tq. San Luis
6	Tq. San Luis	Tq. Carretas
7	Tq. Carretas	Tq. Arenal
8	Tq. Arenal	Tq. Carmen Bajo
9	Tq. Carmen Bajo	Tq. Llano Grande Alto
10	Tq. Llano Grande Alto	Tq. Llano Grande Bajo
11	Tq. Llano Grande Bajo	Distrito Calderón
12	Distrito Calderón	Tq. San Miguel Común Alto

Cabe señalar que se diseñan círculos de redundancia mediante los enlaces punto a punto planteados. Lo citado se representa en las Figuras No. 20, 21 y 22.





Figura 20 Enlaces Punto a Punto Banda 6 GHz

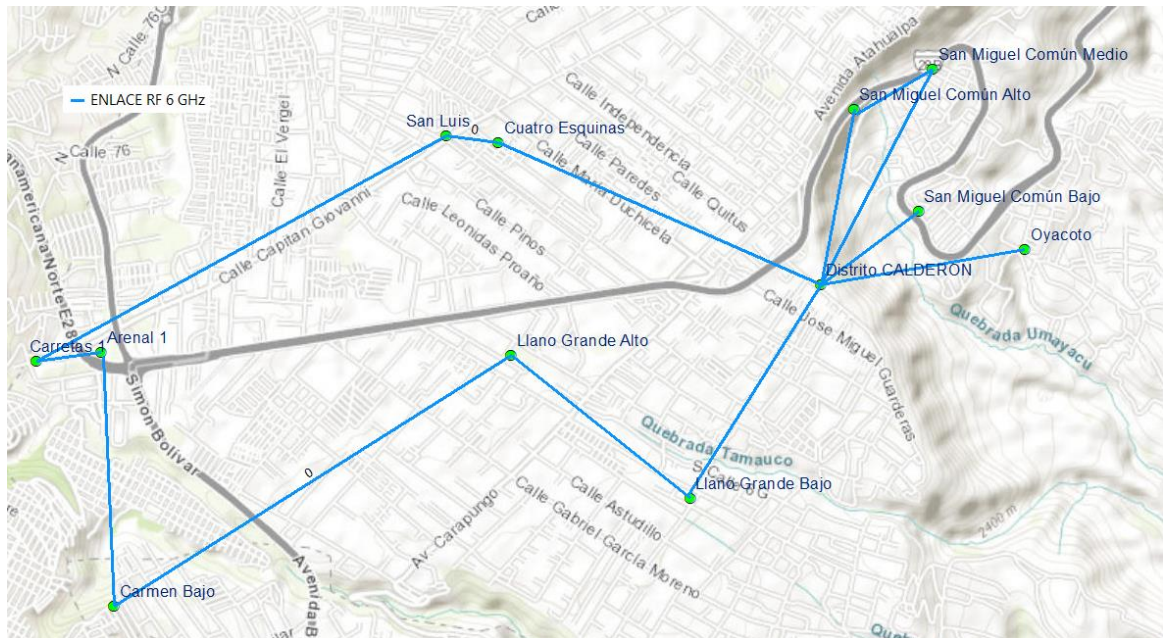
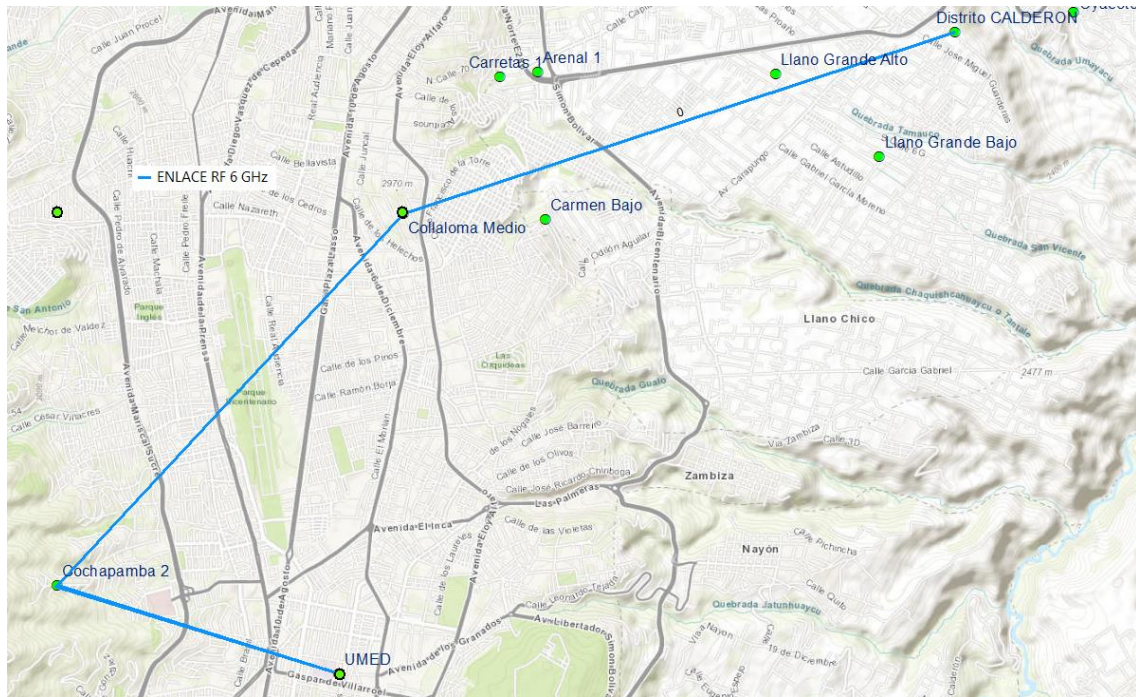


Figura 21 Enlaces Punto a Punto Banda 6 GHz



**Figura 22 Enlaces Punto a Punto Banda 6 GHz Distrito Calderón a UMED**

**UTILIZACION DE LA CANALIZACION EN LA BANDA DE 6 GHZ:**

Como se puede apreciar en la Figura 19 Canalización de la Banda de 6 GHZ, existen 8 canales dentro de esta banda, pero el ancho de banda es amplio. Para la utilización de estos canales se propone la reutilización de los mismos y el uso de polarización vertical y horizontal para no tener interferencias cocanal y por canal adyacente.



## 5.1. RANGO DE FRECUENCIAS NO LICENCIADAS PARA REDUNDANCIA DEL SISTEMA

Según la Resolución 03-02-ARCOTEL-2016 la ARCOTEL resuelve las bandas destinadas a enlaces de radio de Modulación Digital de Banda Ancha son las siguientes:



RESOLUCIÓN 03-02-ARCOTEL-2016

ACTUAL	MODIFICACIÓN
<p><b>EQA.90</b> En las bandas 902 – 928 MHz, 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz, 5 470 –5 725 MHz, 5 725 – 5 850 MHz y 24,05 – 24,25 GHz, también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha y enlaces auxiliares de radiodifusión sonora que utilizan técnicas de modulación digital de banda ancha sin protección contra interferencias perjudiciales.</p>	<p><b>EQA.90</b> En las bandas 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz, 5 470 –5 725 MHz, 5 725 – 5 850 MHz, 24,05 – 24,25 GHz y 57 – 64 GHz, operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha sin protección contra interferencias perjudiciales.</p>
<p><b>EQA.95</b> En la banda 929 - 932 MHz operan sistemas Buscapersonas Unidireccional para los servicios FIJO y MÓVIL.</p>	<p>Suprimir la Nota EQA.95</p>
<p><b>EQA.100</b> En las bandas 901 - 902 MHz y 940 - 941 MHz, operan sistemas Buscapersonas Bidireccional para los servicios FIJO y MOVIL.</p>	<p>Suprimir la Nota EQA.100</p>

Figura 23: Copia de Pantalla de la Resolución de ARCOTEL

Fuente: ARCOTEL

Las bandas más apropiadas para nuestro medio son las de 2,4 a 2,4835 GHz y 5,470 a 5,85 GHz.

## 5.2. NORMAS TÉCNICAS VIGENTES

Para la elaboración del diseño definitivo se tendrán en cuenta las siguientes normas internacionales y nacionales aplicables para el sistema de telecomunicaciones en enlaces demodulación de Banda Ancha (MDBA):

- Recomendación UIT-R V.573-5, IEEE 802.11 a/b/g/n/ac.
- Resolución 03-02-ARCOTEL-2016, La Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha Estándar IEEE 802,16.

### 5.3. SOFTWARE UTILIZADO PARA PREDICCIÓN DE LOS ENLACES

Para realizar la predicción de los enlaces punto a punto se ha considerado el software LINKPLANNER versión 5.2.1 de la empresa Cambium Networks, compañía adscrita a MOTOROLA. Linkplanner permite realizar la modelación del radioenlace, cambiando variables como el escenario geográfico, la distancia, la altura de la antena, potencia del transmisor y emitiendo resultados en los cuales se refleje el comportamiento del enlace, el throughput, la confiabilidad, el perfil del enlace, la potencia de recepción, etc.

Los cálculos que realiza este software son basados en las recomendaciones ITU-R P.526-10 y ITU-R P.530-12 para predicción en rutas NLoS y LoS (enlaces con no línea de vista y con línea de vista).

Para realizar los perfiles de los enlaces, LINKPlanner utiliza las siguientes fuentes de datos:

- . SRTM Versión 3 (ver SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) Technical Guide)
- . ASTER Versión 1 (visite: <http://www.nasa.gov/centers/jpl/missions/aster.html> )
- . GeoBase (visite <http://www.geobase.ca/geobase/en/index.html> )

### 5.4. EQUIPOS DE RADIO

Los equipos de radio deben ser de gran capacidad de transmisión de datos y alto grado de confiabilidad, para uso exclusivo de enlaces punto a punto y punto a multipunto, transmisión segura, con la escalabilidad para satisfacer necesidades futuras para mayor capacidad, una mayor flexibilidad operacional y mejor eficiencia espectral.

Los sistemas de enlace deberán proporcionar hasta un 99.99 % de disponibilidad en prácticamente cualquier entorno, con visibilidad directa de gran distancia, con alta interferencia, sobre agua y desierto, y con condiciones climáticas extremas.

Para obtener una alta confiabilidad y alta velocidad de transmisión, los equipos de radio podrían ser dos radios en un mismo equipo, en modalidad duo, con control interno para operar ambos equipos o solo uno en caso de daño de uno de ellos.

Las radios deberán cumplir con las normas de la industria y su eficacia comprobada que asegure la interoperabilidad, seguridad, robustez y escalabilidad, cumpliendo con las normas:

- Codificación FIPS 197 128/256-bit AES
- IEEE 1588v2 y Ethernet Sincronizado (SyncE)
- Apoyo a la gestión de IPv6/IPv4
- Carcasas de aluminio con protección de entrada (IP66/67)
- Certificación MEF9

Los equipos de radio deberán proporcionar la flexibilidad de varias bandas, de entre 4.9 a 6.05 GHz, en un solo radio y variar en tamaños de canal de 5 a 45 MHz.

Una de las principales características será la optimización dinámica del espectro (DSO por sus siglas en inglés), para maximizar la fiabilidad y el rendimiento del enlace.

## 5.5. LISTADO DE ESTACIONES

El listado de Tanques y demás Estaciones con las respectivas coordenadas geográficas es el que se detalla a continuación:

**Tabla 8 Estaciones del Sistema de Radio y sus Coordenadas Geográficas**

No.	NOMBRE DEL TANQUE	LATITUDE	LONGITUD
1	Tq. El Arenal	00.10877S	078.46009W
2	Tq. Brisas del Norte	00.08195S	078.44218W
3	Tq. Carretas	00.10892S	078.46388W
4	Tq. Cuatro Esquinas	00.09572S	078.44008W
5	Distrito CALDERON	00.10462S	078.41824W
6	Tq. Llano Grande Alto	00.10862S	078.43628W
7	Tq. Llano Grande Bajo	00.11697S	078.42589W
8	Tq. Mariana de Jesús 1	00.07765S	078.43325W
9	Tq. Mariana de Jesús 2	00.07903S	078.43330W
10	Tq. Oyacoto	00.10238S	078.40641W
11	Tq. Plan de Vivienda Ecuador	00.07312S	078.44640W
12	PTAP Calderón	00.03796S	078.42487W
13	Tq. San José de Morán 1	00.08365S	078.43367W
14	Tq. San José de Morán 2	00.08414S	078.43299W
15	Tq. San Juan de Calderón Alto	00.04406S	078.43250W
16	Tq. San Juan de Calderón Bajo	00.06964S	078.43032W
17	Tq. San Luis	00.09572S	078.44008W
18	San Miguel del Común Alto	00.09420S	078.41637W
19	San Miguel del Común Bajo	00.10017S	078.41261W
20	San Miguel del Común Medio	00.09186S	078.41178W
21	UMED	00.16909S	078.48000W
22	Carmen Bajo	00.12320S	078.45960W

Fuente: INGECONSULT, 2020

## 5.6. TOPOLOGIA PUNTO - MULTIPUNTO

De acuerdo a la topografía del terreno y a la distribución espacial de los tanques dentro de la zona de la Parroquia de Calderón, se podrían implementar cinco topologías Punto a Multipunto como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 9 Estaciones Repetidoras del Sistema de Radio**

Nombre de la Estación	Nombre del AP
San Juan de Calderón Bajo	San Juan de Calderón Bajo: 1
San Juan de Calderón Bajo	San Juan de Calderón Bajo: 2
Distrito CALDERÓN	Distrito CALDERÓN: 1
Distrito CALDERÓN	Distrito CALDERÓN: 2
Distrito CALDERÓN	Distrito CALDERÓN: 3

Fuente: INGECONSULT, 2020

Los sistemas Punto – Multipunto que se implementarían serían los citados en la Tabla No. 8 que se presenta a continuación.

**Tabla 10 Sistema de Radio Punto - Multipunto**

No.	Nombre del AP	Nombre del Cliente del AP
1	Distrito CALDERÓN: 1	San Miguel del Común Medio
2	Distrito CALDERÓN: 1	San Miguel del Común Bajo
3	Distrito CALDERÓN: 1	San Miguel del Común Alto 1
4	Distrito CALDERÓN: 1	Oyacoto
5	Distrito CALDERÓN: 2	Llano Grande Bajo
6	Distrito CALDERÓN: 2	Llano Grande Alto
7	Distrito CALDERÓN: 2	Carretas 1
8	Distrito CALDERÓN: 2	Arenal 2
9	Distrito CALDERÓN: 3	San Luis
10	Distrito CALDERÓN: 3	San José de Morán 1
11	Distrito CALDERÓN: 3	Cuatro Esquinas
12	San Juan de Calderón Bajo: 1	San Juan de Calderón Alto
13	San Juan de Calderón Bajo: 1	PTAP Calderón
14	San Juan de Calderón Bajo: 2	Plan de Vivienda Ecuador
15	San Juan de Calderón Bajo: 2	Mariana de Jesús 1
16	San Juan de Calderón Bajo: 2	Brisas del Norte

Fuente: INGECONSULT, 2020

Donde AP: Access Point y Cliente del AP es la estación que se conecta al Access Point según el caso.

Por ejemplo, se puede observar que en el Distrito Calderón habrá tres equipos programados como Access Point.

En el Access Point No. 1 habrá 4 clientes o estaciones conectadas a este punto, igual que para el AP No. 2 y en el AP No. 3 solamente tres estaciones son clientes.

La Figura General del Sistema de comunicaciones por radio serían los cinco Punto – Multipunto que aparecen en la siguiente Figura.



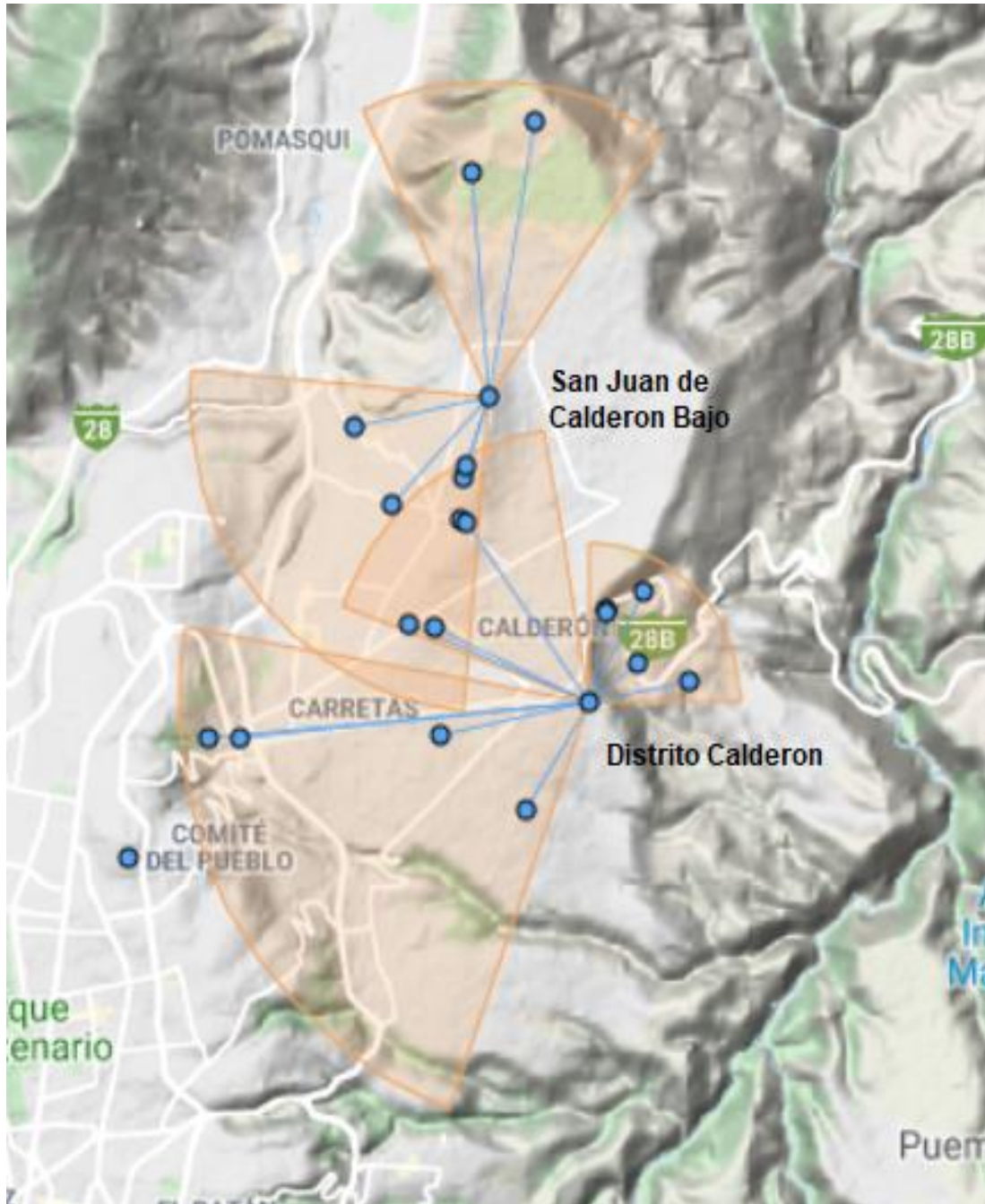


Figura 24: Sistemas Punto a Multipunto del Sistema de Radio

Fuente: INGECONSULT, 2020

En detalle, tenemos en la siguiente figura el Distrito Calderón y sus tres sistemas Punto – Multipunto con sus estaciones respectivas pertenecientes a cada uno de los sistemas PMP citados.

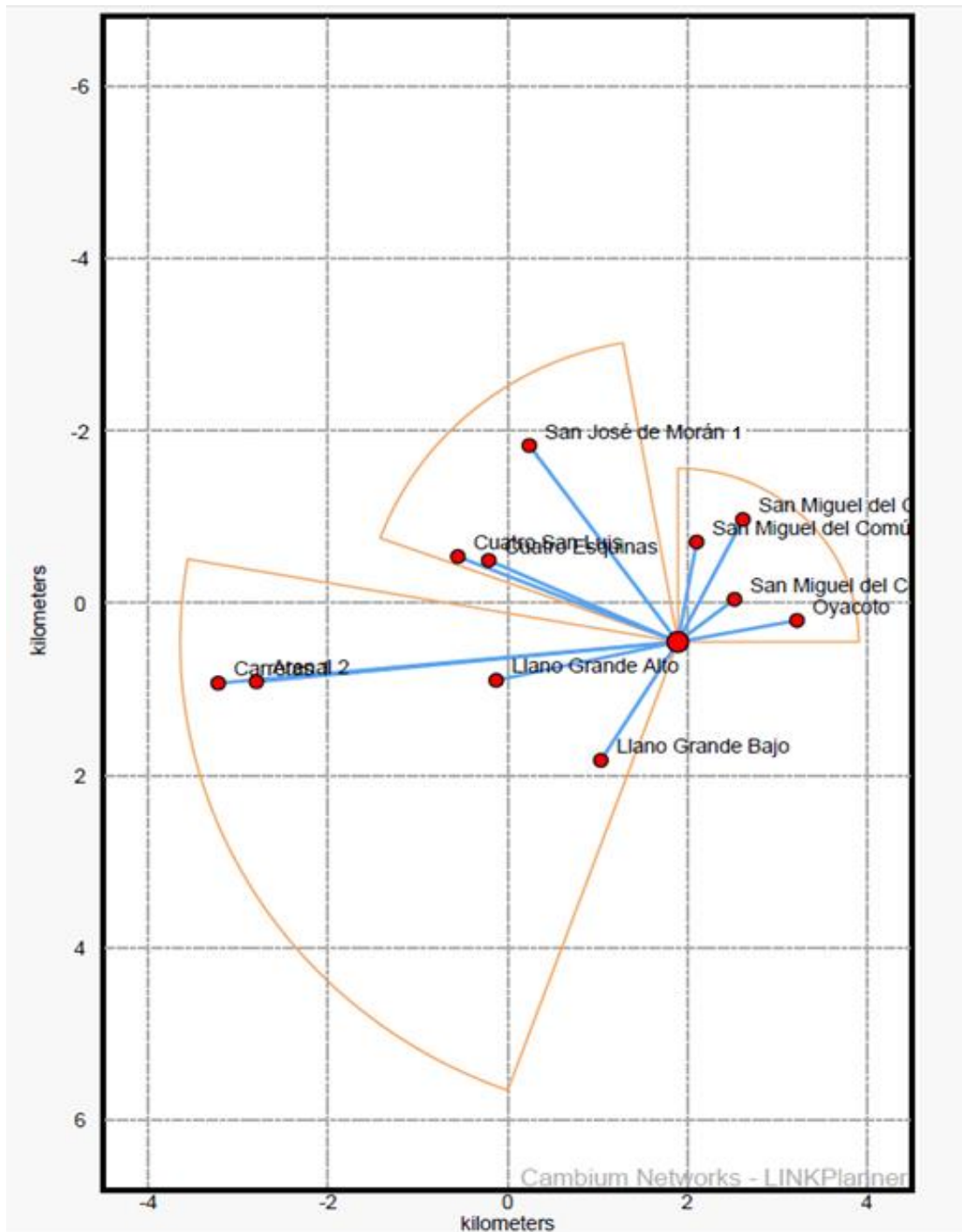


Figura 25: Esquema de los Sistemas Punto a Multipunto del Sistema de Radio  
Fuente: INGECONSULT, 2020

Igualmente, para los sistemas Punto – Multipunto del Tanque San Juan de Calderón Bajo, en la siguiente figura.

Distrito Calderón AP 1: Las estaciones son:

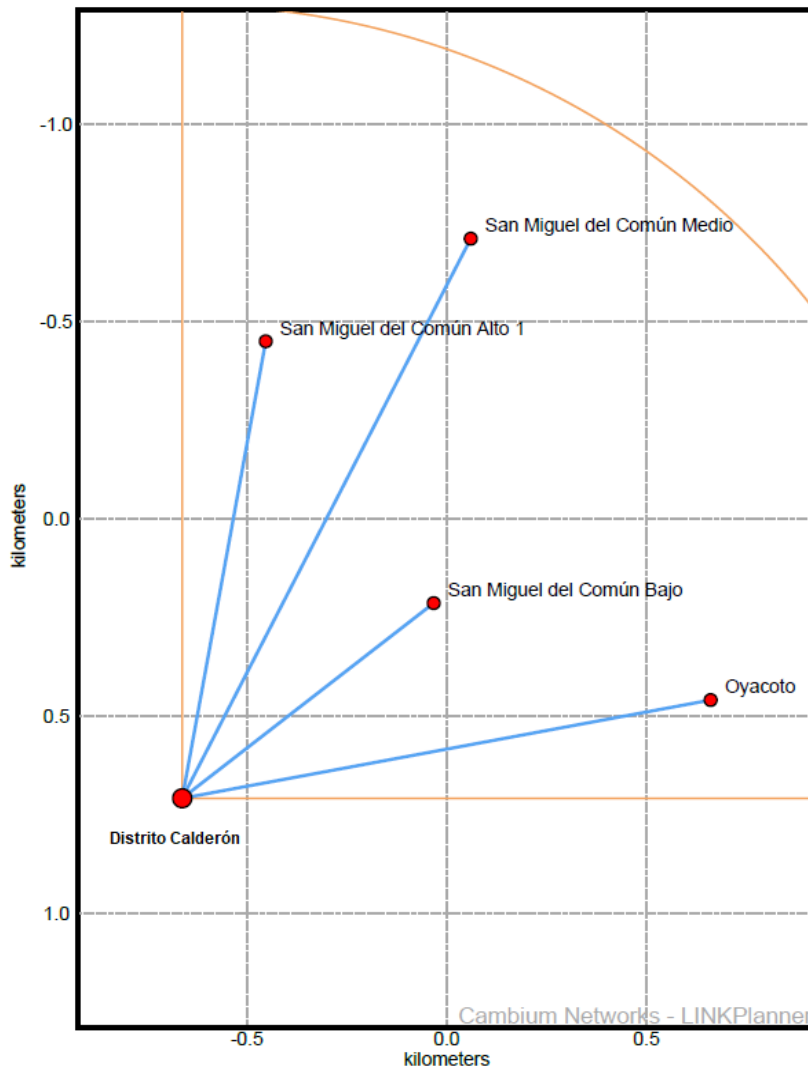


Figura 26: Esquema del Sistema Punto a Multipunto No. 1 Distrito Calderón

Fuente: INGECONSULT, 2020

Distrito Calderón AP 2: Las estaciones son:

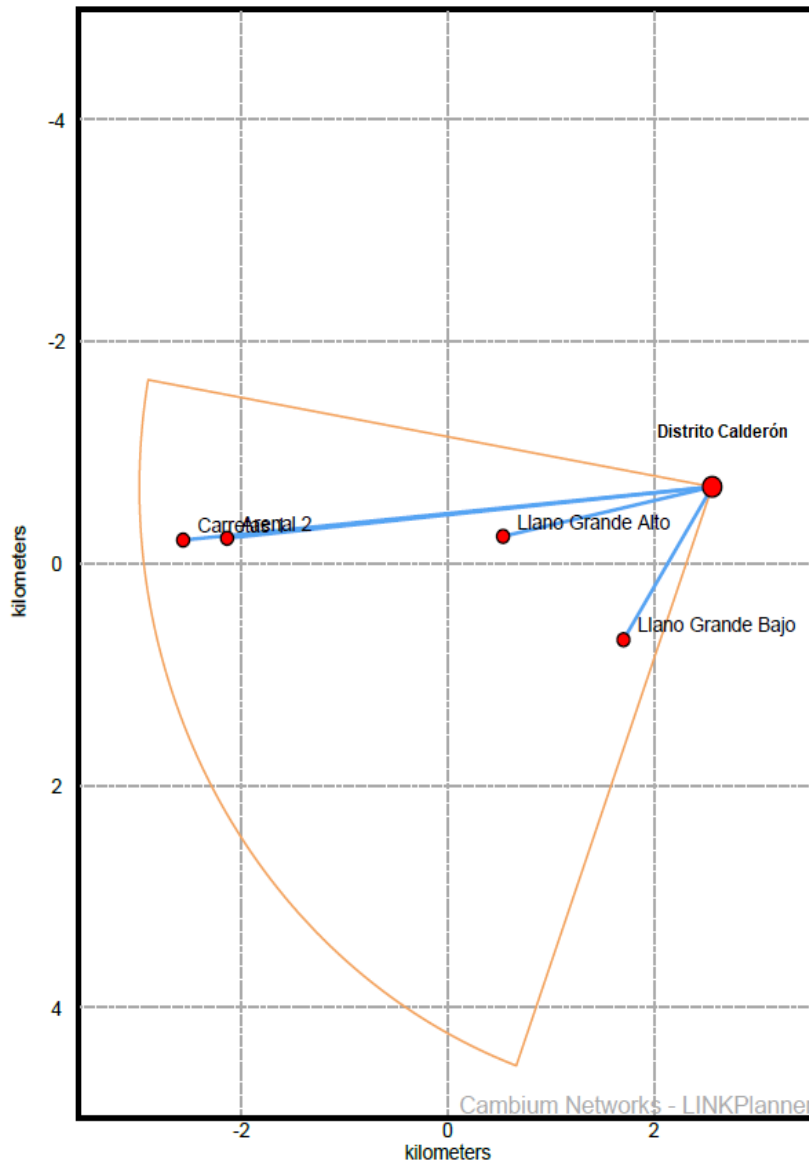


Figura 27: Esquema del Sistema Punto a Multipunto No. 2 Distrito Calderón

Fuente: INGECONSULT, 2020

Distrito Calderón AP 3: Las estaciones son:

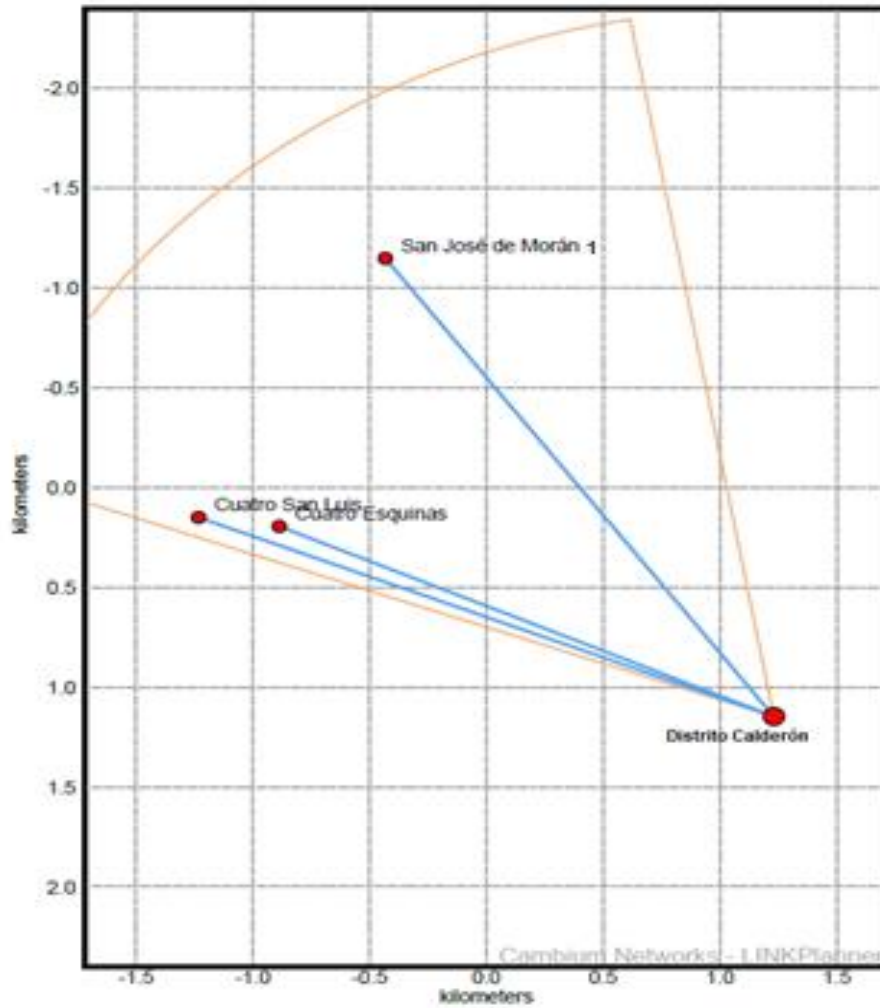
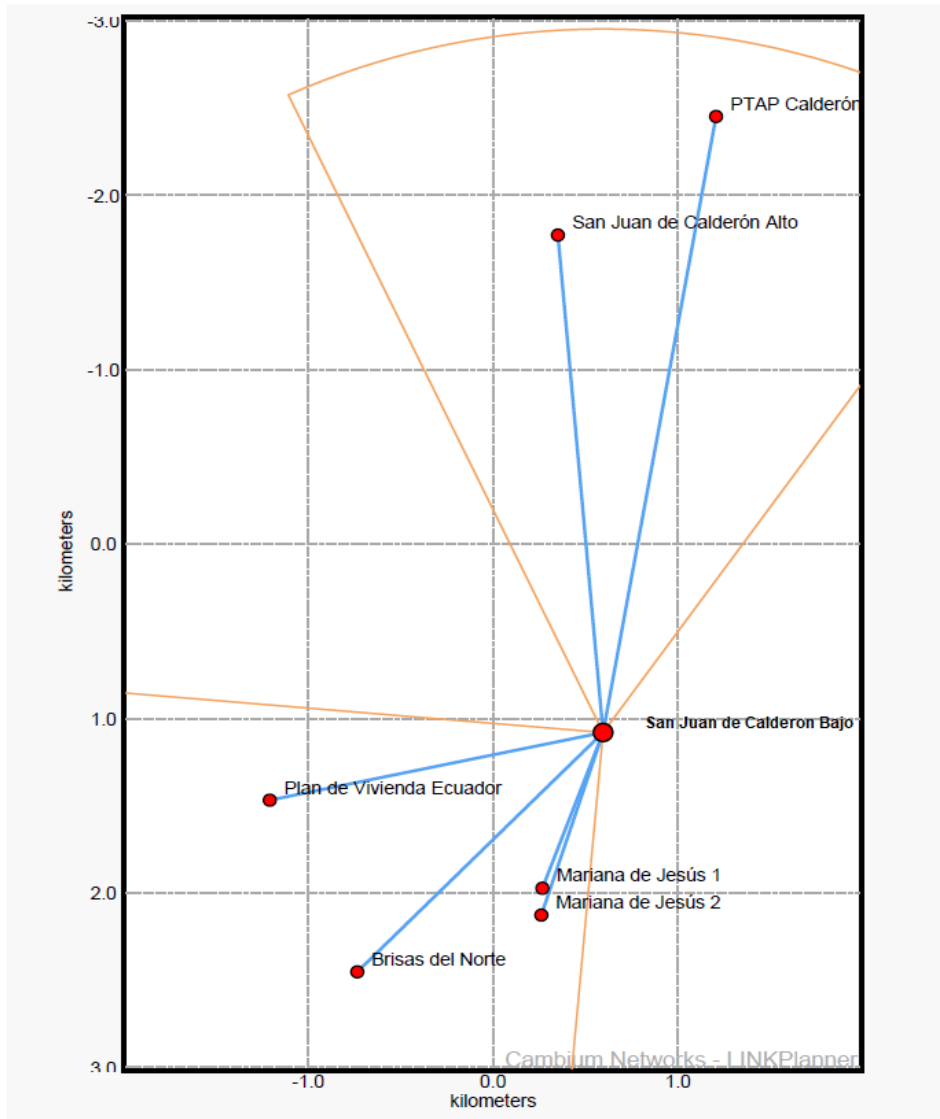


Figura 28: Esquema del Sistema Punto a Multipunto No. 3 Distrito Calderón

Fuente: INGECONSULT, 2020

De igual manera para los Access Point del Tanque San Juan de Calderón Bajo.



**Figura 29: Esquema del Sistema Punto a Multipunto San Juan de Calderón Bajo**

**Fuente: INGECONSULT, 2020**



Tq. San Juan de Calderón Bajo AP 1: Las estaciones son:

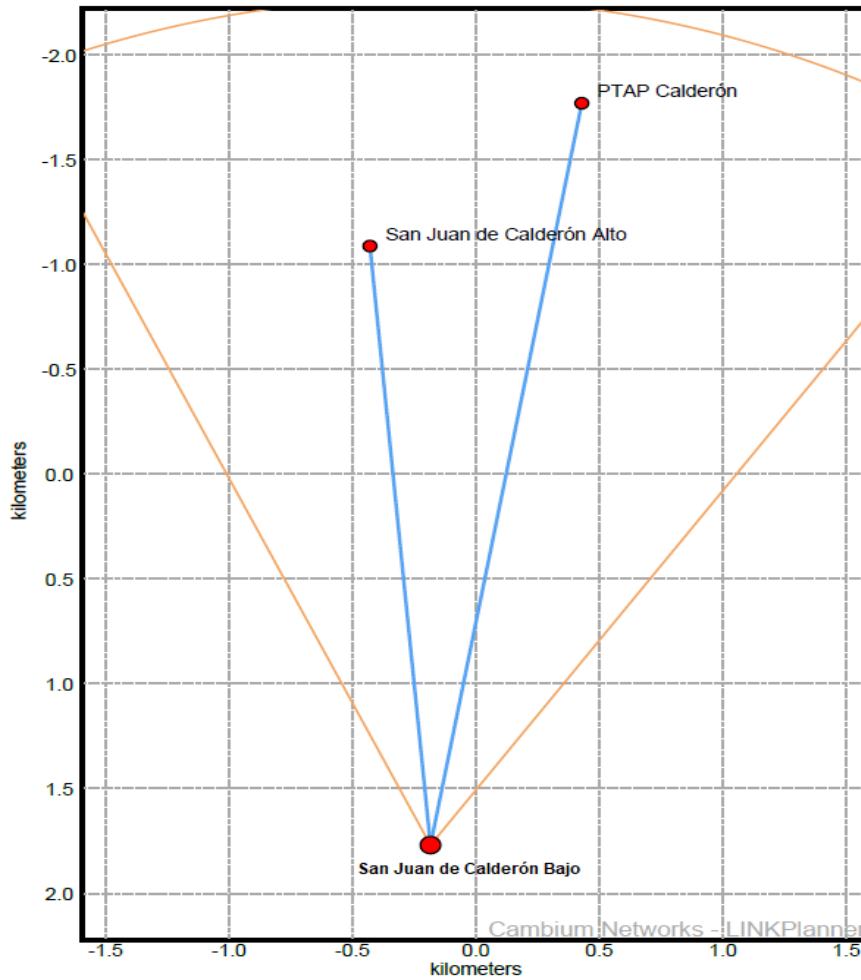


Figura 30: Esquema del Sistema Punto a Multipunto No. 1 de San Juan de Calderón Bajo  
Fuente: INGECONSULT, 2020

Tq. San Juan de Calderón Bajo AP 2: Las estaciones son:

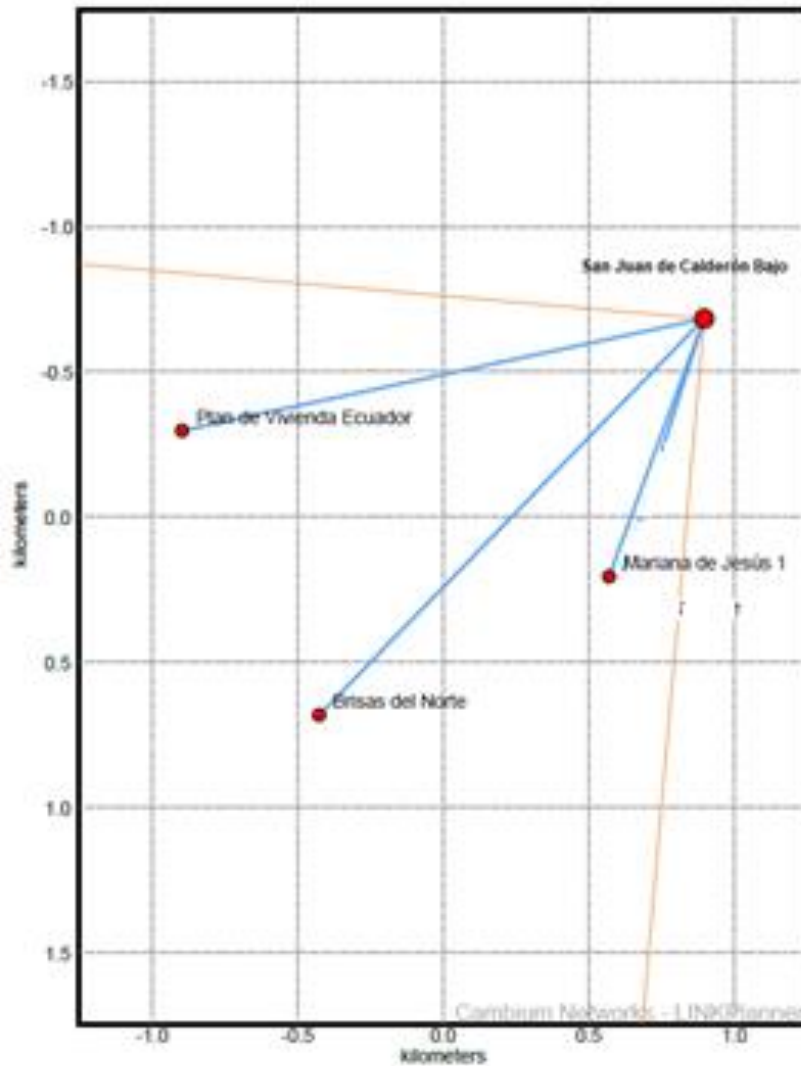


Figura 31: Esquema del Sistema Punto a Multipunto No. 2 de San Juan de Calderón Bajo

Fuente: INGECONSULT, 2020

Un cuadro resumen de las principales variables de los sistemas PMP anotados se pone a continuación en la Tabla siguiente.

**Tabla 11 Resumen de Datos de los Enlaces Punto - Multipunto**

RESULTADOS DE LOS ENLACES PUNTO - MULTIPUNTO															
No.	Nombre del AP	Nombre del Cliente del AP	Azimuth de Antena de Cliente (°)	Elevación de Antena Cliente (°)	Altura Torre (m)	Nivel de Rx Cliente (dBm)	Altura del Cliente s.n.m. (m)	Disponibilidad en Cliente %	Altura de AP s.n.m. (m)	AP Nivel Rx (dBm)	Distancia AP-Cliente (km)	Tipo de Perfil	del enlace (dB)	Claridad de Zona de Fresnel (m)	Pérdidas por obstrucción (dB)
1	Distrito CALDERON : 1	San Miguel del Común Medio	207.0	2.7	15	-52.7	2578	100	2653	-57.7	1.584	Línea de Vista	111.7	10.1	0.0
2	Distrito CALDERON : 1	San Miguel del Común Bajo	231.9	11.6	15	-56.8	2489	100	2653	-61.8	0.797	Línea de Vista	105.7	5.0	0.0
3	Distrito CALDERON : 1	San Miguel del Común Alto 1	190.2	1.7	15	-52.0	2619	100	2653	-57.0	1.171	Línea de Vista	109.1	9.5	0.0
4	Distrito CALDERON : 1	Oyacoto	259.3	10.4	15	-62.0	2407	100	2653	-67.0	1.340	Línea de Vista	110.2	5.9	0.0
5	Distrito CALDERON : 2	Llano Grande Bajo	31.9	1.6	15	-45.1	2608	100	2653	-56.1	1.609	Línea de Vista	111.9	7.2	0.0
6	Distrito CALDERON : 2	Llano Grande Alto	77.6	-0.1	15	-49.9	2657	100	2653	-56.9	2.056	Línea de Vista	114.0	9.5	0.0
7	Distrito CALDERON : 2	Carretas 1	84.7	-0.9	15	-61.5	2734	100	2653	-61.5	5.103	Línea de Vista	121.9	13.0	0.0
8	Distrito CALDERON : 2	Arenal 2	84.4	-0.5	15	-58.7	2689	100	2653	-58.7	4.681	Línea de Vista	121.2	7.2	0.0
9	Distrito CALDERON : 3	San Luis	112.0	-0.8	15	-64.3	2690	100	2653	-69.3	2.623	Línea de Vista	116.1	5.5	0.0
10	Distrito CALDERON : 3	San José de Morán 1	144.1	-1.5	18	-66.8	2724	100	2653	-71.8	2.797	Línea de Vista	116.6	0.9	0.0
11	Distrito CALDERON : 3	Cuatro Esquinas	114.2	-1.0	15	-63.6	2692	100	2653	-68.6	2.292	Línea de Vista	114.9	7.9	0.0
12	San Juan de Calderón Bajo: 1	San Juan de Calderón Alto	175.1	-0.9	18	-55.0	2852	100	2810	-56.0	2.839	Línea de Vista	116.8	13.5	0.0
13	San Juan de Calderón Bajo: 1	PTAP Calderón	189.8	-1.0	18	-57.6	2874	100	2810	-57.6	3.555	Línea de Vista	118.8	13.2	0.0
14	San Juan de Calderón Bajo: 2	Plan de Vivienda Ecuador	77.9	7.6	18	-62.9	2567	100	2810	-67.9	1.831	Línea de Vista	113.0	0.6	0.0
16	San Juan de Calderón Bajo: 2	Mariana de Jesús 1	20.2	2.7	15	-49.1	2769	100	2810	-56.1	0.944	Línea de Vista	107.2	11.0	0.0
17	San Juan de Calderón Bajo: 2	Brisas del Norte	44.1	4.7	18	-55.4	2654	100	2810	-60.4	1.896	Línea de Vista	113.3	11.9	0.0

Fuente: INGECONSULT, 2020

## 5.7. TOPOLOGIA PUNTO - PUNTO

Con el objetivo de transmitir los datos, video y audio hacia las dos estaciones de control y monitoreo ubicados en la UMED y en el Distrito Calderón, se tiene la necesidad de implementar estaciones repetidoras, las que se han escogido tanques ubicados estratégicamente, del propio sistema de la EPMAPS en las que se tiene listas las instalaciones y equipamiento necesario para ubicar los equipos de radio de las repetidoras, las mismas que son:

**Tabla 12 Listado de Estaciones Repetidoras**

**REPETIDORAS:**

No.	NOMBRE DEL TANQUE	LATITUDE	LONGITUD	ALTURA TORRE (m.)
1	Tq. Cochapamba 2	00.16007S	078.50830W	15
2	Collaloma Medio	00.12263S	078.47366W	24
3	Rancho Alto	00.10742S	078.52850W	15

Fuente: INGECONSULT, 2020

Anteriormente se detallaron los sitios convenientes para implementar los sistemas PMP, ahora tomaremos estos mismos sitios para implementar los enlaces punto a punto necesarios para llegar al centro de control central que es la UMED. Cabe citar que, para cumplir con el mecanismo de tener redundancia en la ruta hacia la UMED, se seguiría utilizando los enlaces actualmente utilizados y descritos en la sección de Prefactibilidad del presente proyecto, a saber:

- Enlace en Operación: Distrito Calderón – Tq. Collaloma Alto
- Enlace en operación: Tq. Collaloma Alto – Tq. Atucucho
- Enlace en operación: Tq. Atucucho – UMED

En el caso del presente proyecto los enlaces que se plantean, emitiendo desde el Distrito Calderón, son:

- Enlace 1: Distrito Calderón – Tq. Collaloma Medio
- Enlace 2: Tq. Collaloma Medio – Tq. Cochapamba 2
- Enlace 3: Tq. Cochapamba 2 – UMED

Emitiendo la señal desde el Tq. San Juan de Calderón Bajo serían:

- Enlace 4: Tq. San Juan de Calderón Bajo – Tq. Rancho Alto
- Enlace 5: Tq. Rancho Alto – Tq. Collaloma Medio

Desde Tq. Collaloma Medio se tomaría la misma ruta de los Enlaces 5 y 6 descritos.

Con el fin de tener la redundancia deseada, se implementaría el enlace:

- Enlace 6: Tq. San Juan de Calderón Bajo – Distrito Calderón

En resumen:

**Tabla 13 Resumen de los enlaces Punto a Punto**

<b>ENLACES PUNTO A PUNTO:</b>			
<b>No.</b>	<b>SITIO A</b>	<b>SITIO B</b>	<b>DISTANCIA (Km)</b>
1	DISTRITO CALDERON	TQ. SAN JUAN DE CALDERON BAJO	4,095
2	TQ. SAN JUAN DE CALDERON ALTO	TQ. RANCHO ALTO	12,27
3	TQ. RANCHO ALTO	TQ. COLLALOMA MEDIO	6,33
4	TQ. COLLALOMA MEDIO	TQ. COCHAPAMBA 2	5,65
5	TQ. COCHAPAMBA 2	UMED	3,3

Fuente: INGECONSULT, 2020

Cabe citar, que por la cercana distancia entre los Tanques San José de Morán 1 y San José de Morán 2 (0,93 m.), no se instalarían equipos de radio. Se seguiría utilizando como respaldo los equipos de radio que actualmente se mantienen en operación.

### **5.8. TORRES DE COMUNICACIONES**

Las torres de comunicaciones serán autosoportadas del tipo cuadrangular. Se fabricarán de acero con perfiles tipo L, con uniones empernadas de acuerdo con el diseño estructural previsto en este proyecto y en las alturas indicadas en las descripciones de los enlaces presentados.

Se podrán modular tramos de 3 metros que una vez listos se podrán ir ensamblando uno sobre otro con ayuda de una grúa para su izado y montaje.

Sobre ella se instalarán los radios de comunicaciones, la baliza (señalización aérea) y también la protección contra descargas atmosféricas de acuerdo con el detalle mostrado en el respectivo plano o pararrayos con su respectivo sistema de tierra. Por un plano o arista de la torre se canalizarán los bajantes para cables de comunicaciones y alimentadores y por el plano o arista opuesta se tenderá el conductor aislado que guiará las descargas a tierra.

Las alturas de las torres a utilizarse se encuentran en la Tabla No. 11.

La torre se construirá con el acero especificado y debe ser recubierto con tratamiento de pintura anticorrosiva para exterior y duro ambiente de trabajo en al menos dos capas de color blanco y naranja, según la OACI.

- Resistencia a velocidad del viento de: 120 Km/h
- Tipo de galvanizado: en Caliente
- Pintura: Anticorrosiva
- Color: Blanco y Naranja
- Tipo de pernos: Galvanizados o en Acero Inoxidable

## 5.9. SISTEMA DE BALIZAMIENTO

Se cumplirá con las normas OACI. El balizamiento diurno la torre metálica en la que se instalará el sistema radiante, será la pintura naranja y blanco.

Para el balizamiento nocturno las balizas serán luces de obstrucción tipo B, que deben ser instaladas en el tope de la torre, debajo del pararrayo. Consistirá en una lámpara de bajo consumo (LED`s), autoalimentada tipo solar, con las siguientes características:

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| ▪ Potencia luminosa:   | 38.6 candelas          |
| ▪ Vida útil            | mayor o igual a 5 años |
| ▪ Color:               | Rojo                   |
| ▪ Tensión de entrada:  | 110 VAC ó 24 VDC       |
| ▪ Consumo:             | 20 Watts máximo        |
| ▪ Lámpara:             | Policarbonato          |
| ▪ Herraje de sujeción: | Metálico               |

## 5.10. CABLE DE INTERCONEXIÓN

Cable de cobre blindado para uso exterior, tipo STP de 4 pares, Categoría 6. Los conductores serán de cobre trenzado y 22 AWG con aislamiento de espuma PE. Los conductores están retorcidos en pares, cada uno cubierto por una hoja metálica, rodeado con una protección general trenzada.

### 5.10.1.1.1. Protecciones

En general, éstas deben proporcionar protección para sobretensión y voltajes transitorios. La protección proporcionada estará de acuerdo a la especificación IEC EN55024; con inmunidad para perturbaciones conducidas, radiadas, transitorias, y continuas, así como también para descargas electrostática (ESD por las siglas en inglés). Para eficacia máxima, la protección debe estar conectada al sistema de tierra.

La ubicación de las protecciones será:

- En Radio de datos; dos protecciones por equipo de radio: uno cerca del ODU y otra cerca del IDU.
- En Switch de datos: una protección entre IDU y Switch de datos.
- En Cámara IP: uno por cámara.

Se especifican dos tipos de protecciones:

- Para los equipos de compatibilidad de Ethernet. El conector de acoplamiento con RJ-45 que se pueda enchufar directamente en cualquier Puerto Ethernet 10/100/1000 BaseT, lo cual hace simple y rápida la instalación.
- Para los equipos de compatibilidad de Ethernet con el uso de POE. Similar al anterior y además con protección a Lafuente de energía hacia el equipo (POE).



## **5.11. SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS, ALARMAS Y PROTECCIÓN PERIMETRAL**

El Sistema de Control de Accesos, Alarmas y protección perimetral deberá ser un potente sistema de administración de seguridad amigable con el operador que le permita:

- Administrar titulares de tarjetas, incluyendo su acceso, credenciales y fotografía de identificación.
- Monitorear alarmas y controlar todos los aspectos del sistema.
- Recuperar y reportar información almacenada en el sistema.
- Interactuar e intercambiar información con sistemas de terceros.
- Configurar el sitio y todos los componentes del sistema.

El sistema será conformado por un centro de control y sus estaciones distribuidas física y lógicamente sobre una LAN. En el centro de comando se instalará una plataforma de gestión central para el sistema de control de accesos y seguridad. Utilizando la arquitectura del servidor del cliente, el software proporcionará un conjunto de características potentes y versátiles, habilitando a los operadores la configuración, monitoreo y control del sistema de seguridad.

El centro de comando deberá ser personalizado para cumplir con las necesidades propias de la EPMAPS, proporcionando:

Software en los Centros de Control y Subcentros de Control y componentes del sistema, incluyendo:

- Control de acceso, alarma contra intrusos y cercado de seguridad perimetral
- Horarios para automatizar el acceso y los cambios de estado de alarma. Las puertas pueden ser configuradas para solo requerir credencial, credencial con PIN, acceso doble (dos credenciales únicas), acceso libre, etc.
- Retrasos de entrada y salida para zonas con alarma de intrusos
- Respuestas programadas individualmente para un titular o todos los miembros de un grupo de acceso.
- División del sistema y privilegios asignados a gestionar operadores.
- Comunicación con los controladores distribuidos de punto a punto independiente del servidor. Esto permitirá que la información sea distribuida automáticamente a áreas del sistema donde se requiera.
- Soporte telefónico para sitios remotos o monitoreo de alarma fuera del sitio.
- Comunicación entre el centro de comando o control y los controladores distribuidos usando un cifrado AES de hasta 256 bits; o un reconocido cifrado para protección de la información.
- Configuración, operación en vivo e informes de recorrido de guardia en sitio.
- Aplicación de Conexión Móvil.
- Autenticación de dos factores con huella dactilar o PIN le permitirá agregar un paso adicional de seguridad, y asegurar que la persona en la puerta, sea exactamente quien dice ser.
- El acceso se podría configurar de forma remota (para visitantes temporales) y de fácil configuración.

## **5.12. CONTROL DISTRIBUIDO EN ESTACIONES:**

En cada estación del sistema deberá instalarse una tarjeta electrónica de control que sería una interface entre el Servidor ubicado en el Centro de Control y el hardware ubicado en el campo distribuido.

Este hardware sería capaz de procesar, almacenar y comunicar información en tiempo real cuando el Servidor de Centro de Control estuviera desconectado. La arquitectura del sistema directo de este controlador deberá proporcionar opciones de configuración potentes y flexibles.

Deberá admitir y comunicar para administración y operación de las funciones para alarmas contra intrusos y controladores perimetrales de vallas de seguridad para la seguridad perimetral integrada.

Esta tarjeta de control deberá tener conexiones RS485, que pueden ser configuradas individualmente para permitir comunicaciones HBUS, GBUS,

Brindar conectividad a los módulos de dispositivo, así como a otros módulos lectores.

Se comunicará directamente con otros controladores distribuidos por medio de LAN/WAN usando TCP/IP con el fin de monitorear, respaldar y, controlar sin requerir que el servidor del centro de control este en línea.

Proporcionar funcionalidad I/O a través de los módulos de lectura y otras opciones de expansión I/O

### **5.12.1. DISEÑO MODULAR**

Incluirá un puerto USB como alternativa a la conexión de red o para cargar software de forma segura en el controlador.

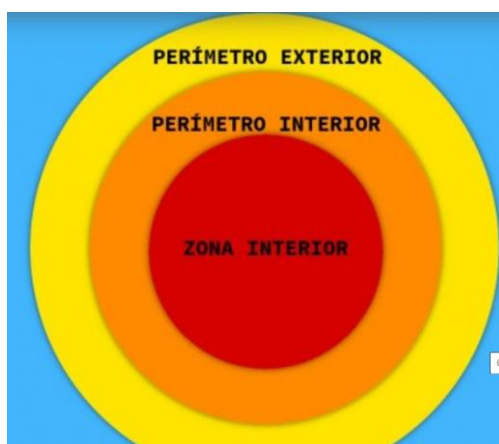
Admitirá una terminal para administración y operación de las funciones para alarmas contra intrusos y controladores perimetrales de vallas de seguridad para la seguridad perimetral integrada.

Admitirá la gestión de alarmas y la transmisión de alarmas remotas a través de múltiples medios:

- Redes LAN/WAN usando protocolos TCP/IP
- Redes celulares, vía módem celular
- Alarmas PSTN, vía marcado rápido
- Almacena hasta 500,00 (estándar) o 50,000 (conexión móvil) credenciales y, 80,000 eventos
- Controlaría hasta 10 puertas monitoreadas
- Admitirá actualizaciones de software automáticas para todos los usuarios conectados a través de la red LAN
- Puertos de ethernet duales para redundancia del enlace ethernet
- Soporte para 10MB/100MB/1GB en comunicaciones de red ethernet

### 5.12.2. Los 3 círculos de seguridad

Una forma de plantear el diseño de un sistema de seguridad es a través de los círculos de seguridad, que facilitan la comprensión de la finalidad de cada parte del sistema de seguridad.



*Figura 32: Círculos de Seguridad*

El **primer círculo** se refiere a la zona interior del inmueble a proteger. Esta zona se ha protegido mediante los siguientes elementos:

- Detectores infrarrojos ubicados en las cámaras de video.
- Cámaras de video.

Todos estos detectores estarán activados las 24 horas. En cambio, otros podrán estar activados sólo cuando el usuario esté fuera del inmueble. En este círculo se detectan los peligros cuando están dentro de inmueble.

El **segundo círculo** de seguridad, también llamado perímetro interior, se compone de las barreras físicas propias del inmueble, como por ejemplo, las paredes, las ventanas, las puertas, etc... Para proteger este círculo, los elementos más utilizados son:

- Contactos magnéticos.
- Sistemas enterrados.
- Cámara de video exterior de gran alcance.

El objetivo de este círculo de seguridad es el de detectar al intruso antes de que acceda al interior del inmueble. También permite al usuario estar protegido y tener libertad de movimiento dentro del inmueble sin que el sistema se active.

El **tercer círculo** de seguridad o perímetro exterior está compuesto por las zonas exteriores de la edificación que forman parte de la propiedad a proteger. En este círculo los elementos que más se utilizan son:

- Sistema de cerca eléctrica

La intención de asegurar este tercer círculo es la de poder detectar al intruso antes de que siquiera haya podido alcanzar la edificación a proteger. Estos elementos de

detección deben ser escogidos con sumo cuidado y teniendo en cuenta todos los factores que pueden hacerlos problemáticos por las falsas alarmas o totalmente inútiles por su mala ubicación y/o instalación.

En cada uno de los círculos podemos añadir cámaras de vigilancia y luces que se enciendan junto con las sirenas, que nos servirán además como medida disuasoria.

El tipo de control de acceso recomendado podría ser de presencia biométrico para personal de la EPMAPS y tarjeta para visitas, los que pueden permitir el acceso de una persona tanto por reconocimiento de sus huellas digitales (almacenan alrededor de 2000), o escribiendo nombre de usuario y contraseña en el teclado.

Se adaptan a cualquier situación y envían su información al sistema centralizado, por lo que se pueden poner en todos las estaciones o tanques.

El Cerco eléctrico podría seguir operando en todos los tanques que lo tuvieren. Las señales de alarma serían alimentadas a las tarjetas de control de acceso y seguridad ubicadas en cada estación o Tanque.

### **5.13. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CALDERON**

La Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP de Calderón tiene su propio sistema de comunicaciones que apoya al sistema de control, automatización y SCADA de la propia PTAP. Se ha diseñado un cuarto de control ubicado en la planta alta del Edificio Administrativo. En el cuarto contiguo, en esta planta alta se encuentra el cuarto denominado como PLC, en donde se estarán instalados dos racks metálicos: uno para el PLC, control, instrumentación y el otro rack para comunicaciones en donde se tiene un switch de datos, la Central Telefónica IP y el servidor de video. El objetivo es obtener los datos que se tiene de caudal y nivel del tanque que se encuentra a la salida de la PTAP e integrarlos a nuestro proyecto. Para esto, se proyecta instalar un nuevo rack de comunicaciones junto, en el que se instalarán dos switches de datos con salida a Fibra Óptica. Este punto será el inicio de la fibra óptica que seguirá la trayectoria junto a la trayectoria de la nueva tubería que alimentará a los tanques que son parte de este proyecto.

Además, en la PTAP de Calderón se proyecta instalar una torre de comunicaciones autosoportada, metálica de 18 m. de altura en la que se instalará el equipo de radio de datos.

La fibra óptica y el cable STP Cat. 6 que baja desde el equipo de radio utilizarán las cámaras eléctricas proyectadas en el diseño de la PTAP, con el fin de no realizar otros recorridos de ductos y cables. Ver el plano respectivo.

### **5.14. SUBCENTRO DE CONTROL DISTRITO CALDERON**

En el edificio del Subcentro de Control de Distrito Calderón ubicado en la calle Semillas s/n en la Parroquia de Calderón, se proyecta la implementación de una torre de 12 m., la misma que también está proyectada instalarse en el Proyecto Paluguillo. Esta torre estará instalada en la terraza del edificio. Actualmente se encuentra instalada una torre de 9 m. que será reemplazada por una de 12 m. pero de las mismas características, es decir tipo metálica, autotensada con cables de acero como templadores.

En el Subcentro del Distrito de Calderón se tendrán las dos redes: Red de banda licenciada y red de banda no licenciada, las mismas que alimentarán a servidores de comunicaciones que podrían ser físicos o virtuales.

#### **5.15. CENTRO DE CONTROL UMED**

En el edificio del Centro de Control de la Unidad de Mantenimiento Electromecánico UMED ubicado en la Av. De los Shyris y Tomás de Berlanga de la Ciudad de Quito, será en punto final de todas las comunicaciones. En este punto se concentra tanto el backbone de comunicaciones de la banda licenciada como la red de comunicaciones de LAN de la no licenciada. Las dos redes de comunicaciones serán alimentadas a los servidores de comunicaciones, los mismos que serán físicos y estarán sincronizados para tener la misma información.

La configuración de estas dos redes será determinada por la EPMAPS de acuerdo a los parámetros internos que se manejen en el tiempo que estas redes sean implementadas.

## 6. EQUIPAMIENTO EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA

### 6.1. EQUIPAMIENTO POR TANQUE O PLANTA

#### 6.1.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE CALDERÓN

Tabla 14 Equipamiento en PTAP Calderón

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		RACK DE COMUNICACIONES	u	1,00
2		SWITCH DE DATOS PARA COMUNICACION	u	2,00
3		TORRE AUTOSOPORTADA DE 18 M. DE ALTURA	u	1,00
4		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
5		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA-5.8 GHZ	u	1,00
6		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	3,00
7		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	1,00
8		TELÉFONO IP	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	25,00
10		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
11		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
12		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	25,00
13		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	50,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.2. TANQUE SAN JUAN DE CALDERON ALTO

Tabla 15 Equipamiento en TQ. San Juan De Calderón Alto

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 18 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA-5,8 GHZ	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	5,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	1,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00



NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.3. TANQUE SAN JUAN DE CALDERÓN BAJO

Tabla 16 Equipamiento en Tanque San Juan de Calderón Bajo

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 18 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	3,00
3		RADIO AP - ANTENA INTEGRADA 90° (5,8 GHz)	u	2,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	3,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	350,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	1,00
15		ANTENA PARABOLICA CON PIGTAIL	u	1,00
16		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
17		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6,1 GHz)	u	2,00
18		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.4. TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 1

Tabla 17 Equipamiento en Tanque San José de Morán 1

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	5,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	1,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.5. TANQUE SAN JOSÉ DE MORÁN 2

Tabla 18 Equipamiento en Tanque San José de Morán 2

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
2		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	3,00
3		TELÉFONO IP	u	1,00
4		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	25,00
5		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	25,00
6		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	50,00
7		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
8		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
9		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
10		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.6. TANQUE SANTA MARIANITAS 1

Tabla 19 Equipamiento en Tanque Santa Marianitas 1

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	5,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	1,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.7. TANQUE SANTA MARIANITAS 2

Tabla 20 Equipamiento en Tanque Santa Marianitas 2

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
2		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	5,00
3		TELÉFONO IP	u	1,00
4		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
5		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
6		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
7		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
8		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
9		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.8. TANQUE BRISAS DEL NORTE

Tabla 21 Equipamiento en Tanque Brisas del Norte

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 18 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAFIO DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.9. TANQUE PLAN DE VIVIENDA ECUADOR

Tabla 22 Equipamiento en Tanque Plan de Vivienda Ecuador

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 18 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.10. TANQUE CUATRO ESQUINAS

Tabla 23 Equipamiento en Tanque Plan de Vivienda Ecuador

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.11. TANQUE SAN LUIS

Tabla 24 Equipamiento en Tanque San Luis

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8 GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.12. TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN BAJO

Tabla 25 Equipamiento en Tanque San Miguel del Común Bajo

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	1,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020



### 6.1.13. TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN MEDIO

Tabla 26 Equipamiento en Tanque San Miguel del Común Medio

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAFO DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.14. TANQUE SAN MIGUEL DEL COMÚN ALTO

Tabla 27 Equipamiento en Tanque San Miguel del Común Alto

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE - ANTENA INTEGRADA(5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAFO DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.15. TANQUE EL ARENAL

Tabla 28 Equipamiento en Tanque El Arenal

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE-ANTENA INTEGRADA (5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAFO DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.16. TANQUE CARRETAS

Tabla 29 Equipamiento en Tanque Carretas

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE-ANTENA INTEGRADA (5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.17. TANQUE LLANO GRANDE BAJO

Tabla 30 Equipamiento en Tanque Llano Grande Bajo

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE-ANTENA INTEGRADA (5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.18. TANQUE LLANO GRANDE ALTO

Tabla 31 Equipamiento en Tanque Llano Grande Alto

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE-ANTENA INTEGRADA (5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.19. TANQUE OYACOTO

Tabla 32 Equipamiento en Tanque Oyacoto

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
2		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	2,00
3		RADIO CLIENTE-ANTENA INTEGRADA (5.8GHz)	u	1,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	6,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	2,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	250,00
12		CAMARA IP FIJA 180°	u	2,00
13		CAMARA IP FIJA 360°	u	1,00
14		SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
15		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	1,00
16		SISTEMA DOBLE UPS Y BANCO DE BATERIAS, TRAF0 DE ACOPLA. Y PROTECC.	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.20. R1. TANQUE RANCHO ALTO

Tabla 33 Equipamiento en R1: Rancho Alto

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	2,00
2		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	4,00
3		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	4,00
4		TELÉFONO IP	u	1,00
5		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	m	25,00
6		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
7		TUBERIA DE 3/4" PARA EXTERIORES	m	40,00
8		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	m	10,00
9		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	m	100,00
10		RACK DE TELECOMUNICACIONES CON UPS, BATERIAS	u	1,00
11		SWITCH DE DATOS DE 8 PUERTOS	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.21. R2: TANQUE COLLALOMA MEDIO

Tabla 34 Equipamiento en R2: Collaloma Medio

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	2,00
2		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	8,00
3		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	4,00
4		TELÉFONO IP	u	1,00
5		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	m	25,00
6		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	m	40,00
8		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	m	10,00
9		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	m	100,00
10		RACK DE TELECOMUNICACIONES CON UPS, BATERIAS	u	1,00
11		SWITCH DE DATOS DE 8 PUERTOS	u	1,00
12		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.22. R3: TQ. COCHAPAMBA 2

Tabla 35 Equipamiento en R3: Cochapamba 2

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	2,00
2		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	8,00
3		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	4,00
4		TELÉFONO IP	u	1,00
5		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	m	25,00
6		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	m	40,00
8		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	m	10,00
9		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	m	100,00
10		RACK DE TELECOMUNICACIONES CON UPS, BATERIAS	u	1,00
11		SWITCH DE DATOS DE 8 PUERTOS	u	1,00
12		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	2,00

Fuente: INGECONSULT, 2020



### 6.1.23. SUBCENTRO DE CONTROL DISTRITO CALDERÓN

Tabla 36 Equipamiento en Subcentro de Control Distrito Calderón

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		SWITCH DE DATOS PARA COMUNICACION	u	2,00
2		TORRE METALICA AUTOTENSADA DE 12 M. DE ALTURA	u	1,00
3		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	4,00
4		RADIO AP - ANTENA INTEGRADA 90° (5.8 GHz)	u	3,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	10,00
6		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	8,00
7		TELÉFONO IP	u	1,00
8		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
9		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
10		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
12		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	350,00
13		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	1,00
14		ANTENA PARABOLICA CON PIGTAIL	u	1,00
15		SERVIDOR DE REDES, VIDEO Y APLICACIONES	u	1,00
16		MONITOR LED PANTALLA PLANA	u	1,00
17		SOFTWARE Y TARJETA CENTRAL DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
18		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	6,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

### 6.1.24. CENTRO DE CONTROL UMED

Tabla 37 Equipamiento en Centro de Control UMED

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		SWITCH DE DATOS PARA COMUNICACION	u	2,00
2		TORRE METALICA DE 15 M. DE ALTURA	u	1,00
3		PATCH CORD ETHERNET CAT. 6	u	4,00
4		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION INTERIOR	u	5,00
5		PROTECTOR DE TRANSIENTES ETHERNET PARA INSTALACION EXTERIOR	u	3,00
6		TELÉFONO IP	u	1,00
7		TUBERIA IMC DE 1 1/4" PARA EXTERIORES	u	50,00

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
8		BALIZA NOCTURNA EN TORRES TIPO SOLAR	u	1,00
9		TUBERIA IMC DE 3/4" PARA EXTERIORES	u	50,00
10		TUBERIA IMC DE 1/2" PARA EXTERIORES	u	50,00
11		CABLE INTERCONEXION STP CAT.6	u	350,00
12		RADIO PUNTO A PUNTO 5.8 GHz - ANTENA EXTERNA PARAB. 35 dBi	u	1,00
13		COMPUTADOR PORTATIL PARA SIST. COMUN. Y REDES	u	1,00
14		CENTRAL TELEFONICA IP	u	1,00
15		SERVIDOR DE REDES, VIDEO Y APLICACIONES	u	1,00
16		MONITOR LED PANTALLA PLANA	u	1,00
17		SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	u	1,00
18		RADIO PUNTO A PUNTO - ANTENA PARABOLICA (6 GHz)	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

#### 6.1.25. GENERAL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES - FIBRA OPTICA

Tabla 38 Equipamiento en Centro de Control UMED

NUMERO	CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1		ORGANIZADOR DE FIBRA (PATCH PANEL DE FIBRA OPTICA ODF)	u	8,00
2		FIBRA OPTICA MONOMODO	m	11771,00
3		CABLE DE INTERCONEXIÓN (PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA)	u	16,00
4		POZO DE REVISION PARA FIBRA OPTICA	u	58,00
5		DUCTO DE PROTECCION DE FIBRA OPTICA	m	10231,00
6		CARRETE PARA RESERVA DE FO	u	58,00
7		EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m3.	2455,00
8		OTDR	u	1,00
9		FUSIONADORA	u	1,00
10		MALETA DE HERRAMIENTAS AREA DE TELECOMUNICACIONES	u	2,00
11		MALETA DE HERRAMIENTAS AREA ELECTRONICA	u	2,00
12		SET DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO DE LA RED DE COMUNICACIÓN	u	1,00

Fuente: INGECONSULT, 2020

## **7. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**

### **7.1. PRUEBAS E INFORMES**

#### **7.1.1. PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA (FAT)**

El propósito de la prueba de aceptación en fábrica (FAT) es inspeccionar el equipamiento electrónico en las instalaciones de la fábrica de acuerdo con los protocolos y especificaciones propios del fabricante y ya predefinidos para los equipos adquiridos. Durante la FAT, el hardware y software serán minuciosamente revisados de acuerdo a una lista de verificación de parámetros de funcionalidad, rendimiento y calidad. Las pruebas FAT se realizarán junto con el cliente, entregándoles conocimientos de primera mano sobre la funcionalidad del equipamiento.

#### **7.1.2. PRUEBA DE ACEPTACIÓN EN TERRENO (SAT)**

El propósito de la prueba de aceptación en sitio (SAT) es inspeccionar el sistema en la ubicación final para garantizar un inicio sin problemas y verificar que el equipo cumpla sus requisitos de funcionamiento, especificaciones y rendimiento. La prueba SAT al igual que la FAT se realizarán junto con el cliente. Incluye la prueba de instalación y prueba funcional que se realizará en los sitios, después del envío, instalación, calibración, precomisión y comisionamiento de los equipos de comunicaciones y de fibra óptica.

Las pruebas en sitio serán con los datos reales del proceso.

#### **7.1.3. Pruebas mínimas a realizarse en FAT en la Fibra Óptica:**

Las pruebas se realizarán de conformidad con las normas TIA/EIA-568-B3 y IEC 60794, IEC 14763-3.

- Asegurar que las fibras se encuentren documentadas y organizadas de manera correcta.
- Inspección visual de los conectores y de la fibra óptica usando microscopios adecuados para la fibra óptica con aumento de entre 200 a 400 veces.
- Cada fibra de cada cable deberá someterse a prueba, incluso utilizando un OLTS y un OTDR a diferentes longitudes de onda y en ambas direcciones.
- Prueba de continuidad: Para verificar la continuidad, conectar la fibra, la trazadora visual de continuidad o al localizador visual de fallas (VFL).
- Pérdidas de inserción: Estas se las realizará utilizando una fuente de prueba y un medidor de potencia que simulan la forma en que la red de cables se utilizará con un enlace real. La fuente de prueba imita al transmisor y el medidor de potencia, al receptor.
- Prueba de dispersión cromática (CD)
- Prueba de dispersión por modo de polarización (PMD)
- Atenuación espectral (SA)

- Las pruebas de rutina son realizadas por el contratista (fabricante) con el fin de verificar que el cable de fibra óptica tiene buenos parámetros de construcción y cumple con las especificaciones técnicas solicitadas.

#### **7.1.4. Pruebas mínimas a realizarse en SAT en la Fibra Óptica:**

Las pruebas en sitio son realizadas por el contratista o fabricante, bajo la supervisión de los profesionales especialistas en fibra óptica, para verificar que el cable de fibra óptica, los herrajes y accesorios reúnen todos los requisitos estipulados en las especificaciones técnicas del contrato y se compruebe la integridad de los mismos.

Estas pruebas, que son iguales a las citadas en las pruebas FAT, se realizarán una vez instalada la fibra óptica en el lugar en que va a operar el sistema de comunicaciones y lista para entrar en operación.

El contratista presentará al administrador del contrato el reporte de pruebas en sitio.

Los profesionales especialistas de fibra óptica emitirán un informe en un plazo no mayor de tres (3) días, al Administrador del contrato, contado a partir de la finalización de las pruebas en sitio.

Las pruebas en sitio SAT serán contrastadas con los datos reales del proceso obtenidas en las pruebas FAT.

#### **7.1.5. Pruebas mínimas a realizarse en FAT en Sistema de RF:**

Las pruebas se realizarán de conformidad con las normas IEEE 802.11ac y 802.11n usada en la banda de 5 GHz.

- Asegurar que los equipos, antenas, software y cables coaxiales hechos en la fábrica se encuentren documentadas y organizadas de manera correcta.
- Inspección visual de los equipos, antenas, cables y conectores.
- Cada equipo de radio deberá someterse a prueba, con el fin de verificar el comportamiento del equipo en condiciones óptimas y verificar las especificaciones técnicas que se mencionan en el catálogo, dentro del rango de frecuencias especificadas.
- Prueba de Transmisión continua: Para verificar el comportamiento del equipo, la temperatura de trabajo en ciclo continuo de trabajo con paquetes de datos de tamaño bajo, medio y alto.
- Pérdidas de inserción de conectores: Estas se las realizará utilizando un transmisor de potencia conocida y un medidor de potencia que simulan la forma en que la red de cables se utilizará con un enlace real.
- Prueba de potencia de transmisión y tasa de datos de transmisión
- Prueba de nivel de recepción y tasa de datos de recepción
- Prueba de frecuencia de error y desplazamiento de frecuencia.
- Prueba de red: latencia, configuración de redundancia.
- Prueba de interferencia cocanal y adyacente

#### **7.1.6. Pruebas mínimas a realizarse en SAT en sistema RF:**

Las pruebas en sitio son realizadas por el contratista o fabricante, bajo la supervisión de los profesionales especialistas en radiocomunicaciones, para verificar que los equipos, antenas, cables coaxiales, los herrajes y accesorios reúnen todos los requisitos estipulados en las especificaciones técnicas del contrato y se compruebe la integridad de los mismos.

Estas pruebas, que son iguales a las citadas en las pruebas FAT, se realizarán una vez instalados los equipos de radio y establecido el enlace en el lugar en que va a operar el sistema de comunicaciones y lista para entrar en operación.

El contratista presentará al administrador del contrato el reporte de pruebas en sitio.

Los profesionales especialistas de fibra óptica emitirán un informe en un plazo no mayor de tres (3) días, al Administrador del contrato, contado a partir de la finalización de las pruebas en sitio.

Las pruebas en sitio SAT serán contrastadas con los datos reales del proceso obtenidas en las pruebas FAT.

#### **7.1.7. PRUEBA DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

La puesta en marcha del sistema de fibra óptica y radiocomunicaciones será integrar todas las estaciones y realizando como mínimo las siguientes pruebas:

- Pruebas de energización de equipos de comunicación
- Prueba de red: latencia, configuración de redundancia.
- Prueba de transmisión y recepción de paquetes de datos
- Levantamiento de la red

#### **7.1.8. PRUEBA FUNCIONAL Y DE DESEMPEÑO EN EL SITIO**

Estas pruebas incluyen:

- Toda la funcionalidad requerida por el sistema
- Integración de todos los equipos, terminales de operación y demás elementos de los sistemas FO y de radiocomunicaciones
- Secuencias de arranque y parada del sistema de comunicaciones
- Modos de operación, manual y automático
- Monitoreo remoto desde la Sala de Control
- Revisión de la Atenuación y desempeño de la red de Fibra Óptica y Radiocomunicaciones
- El sistema de control en su conjunto deberá ser probado bajo diferentes escenarios de carga de la unidad con el propósito de evaluar los tiempos de repuesta especificados

#### **7.1.9. PRUEBAS PARA TORRES**

Que consistirá en:

- Verificación de las estructuras fabricadas de acuerdo a planos presentados y aprobados por EPMAPS
- Comprobación en fábrica del uso de los elementos de seguridad industrial requeridos para efectuar los trabajos de doblado, punzonado, soldado y demás actividades siendo de entera responsabilidad del ofertante el proteger a su personal y a terceros contra cualquier accidente ocasionado
- Verificación del espesor del galvanizado
- Verificación del galvanizado y grado de los pernos (estructura principal)
- Verificación del galvanizado y grado de los pernos (accesorios)
- Verificación del armado provisional o de muestra de una torre
- Verificación del sistema de pararrayos
- Verificación del sistema de protección de antenas
- Verificación y pruebas del sistema de balizamiento Verificación de planos de montaje.
- Verificación de packing list y empaque

#### **7.1.10. PRUEBA DE DISPONIBILIDAD**

Se llevarán a cabo después de que los sistemas hayan sido puestos en operación. Consistirá de un período mínimo continuo de 8 semanas de operación atendida que cumpla lo especificado.

#### **7.1.11. DOCUMENTACIÓN**

La documentación del sistema de comunicaciones deberá ser suministrada en idioma español y deberá ser dividida en dos grupos de acuerdo con los objetivos que esta debe cumplir:

- **Especificaciones funcionales del sistema de radiocomunicaciones:**

Esta documentación deberá incluir la definición detallada del sistema que será suministrado, de manera que refleje y concilie los requerimientos planteados en las especificaciones técnicas del sistema, para ser aprobada por la entidad contratante.

- **Documentación final del sistema:**

Esta documentación estará compuesta básicamente por los diferentes manuales, planos detallados de todo el sistema de control, y programas fuente necesarios para permitir de manera apropiada y segura la operación, mantenimiento, actualización y expansión del sistema y deberá reflejar el estado de este, luego de realizada la puesta en servicio del sistema. Las licencias originales deberán estar a nombre de la Empresa contratante, con el fin de que esta pueda realizar la actualización o upgrade del software de todos los equipos a ser suministrados.

- **Manuales de Operación y Mantenimiento:**

Se entregarán manuales de operación y mantenimiento de todo el equipamiento para este proyecto, estos documentos deben estar en medio físico y digital (dos copias), de planos y manuales.



### **7.1.12. ENTRENAMIENTO**

Se deberá suministrar al personal de la EPMAPS, cursos de entrenamiento para la operación, ampliación, modificación, reparación y mantenimiento del sistema de comunicación.

Se deberá disponer de dos cursos:

- **Operación y Mantenimiento**

Dictado en dos etapas:

La primera etapa será dictada a la entrega de los equipos, previo a su entrada en operación.

La segunda etapa será dictada después de un (1) mes de la entrega de la unidad funcionando. Para esa fecha, el personal de operación y mantenimiento ya se habrá familiarizado con los nuevos equipos y tendrá inquietudes a ser absueltas.

- **Ingeniería**

Para la ampliación, modificación y reparación del sistema de comunicaciones. Aplicación y configuración del sistema. El personal debe estar capacitado para realizar sus propios cambios en la configuración de todos los equipos de comunicaciones.

### **7.1.13. HERRAMIENTAS Y REPUESTOS PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES**

Se considera la adquisición de dos maletas de herramientas: uno con herramientas para electrónica y otra para telecomunicaciones.

Además, un stock de repuestos de los principales elementos del sistema de radiocomunicación como son radios de comunicación, teléfonos, protecciones de línea, protecciones Ethernet, focos para balizas y switch.

En el caso del sistema de Fibra óptica se consideró el 15% de los elementos principales: fibra óptica (adicional a la instalada), patchcord, pigtail, cajas de empalmes, ODF y todos los elementos requeridos para realizar las fusiones y conexionado de FO.

### **7.1.14. TRAMITACIÓN DE INSCRIPCIÓN DE ENLACES Y CONCESION DE FRECUENCIAS ANTE LA ARCOTEL**

El contratista deberá realizar los trámites necesarios con los formularios adecuados para la concesión de las frecuencias dentro del rango de bandas licenciadas que en el tiempo que se implemente el presente proyecto se encuentren vigentes.

Además, en el tiempo de prueba de los enlaces hasta la recepción definitiva del sistema, el contratista deberá hacerse cargo de los pagos o tasas mensuales que originen la concesión de las frecuencias licenciadas ante la ARCOTEL.

El trámite de Inscripción y registro de los enlaces de Modulación de Banda Ancha (MDBA) se realizará por parte del contratista, usando el software AVIS y/o formularios que a la fecha del registro de los enlaces sean emitidos por la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones ARCOTEL, adjuntando la información legal respectiva de parte de EPMAPS y una vez se conozca la marca, modelo de los equipos a utilizarse en los enlaces inalámbricos. En caso de que los equipos de radio no se encuentren homologados en ARCOTEL, el contratista deberá realizar la inscripción y homologación de los equipos.