

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS PARA EL PROYECTO QUIJOS DE LA CELEC E.P.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

SANTIAGO ALEJANDRO NÚÑEZ MORALES
san.tiago185@hotmail.com

DIRECTOR: ING. GANDI VINICIO MIER LUNA
gandi.mier@celec.gob.ec

CO-DIRECTORA: MSc. MARÍA SOLEDAD JIMÉNEZ JIMÉNEZ
maría.jimenez@epn.edu.ec

Quito, Abril 2016

DECLARACIÓN

Yo Santiago Alejandro Núñez Morales, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Santiago Alejandro Núñez Morales

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Santiago Alejandro Núñez Morales, bajo nuestra supervisión.

Ing. Gandi Vinicio Mier Luna
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. María Soledad Jiménez Jiménez
CO-DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos por su amor y apoyo incondicional.

Al Ing. Gandi Mier y la Ing. María Soledad Jiménez por su guía y colaboración con la realización de este proyecto.

A mis amigos por su respaldo, compañía y todos los buenos momentos compartidos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, que son mi ejemplo de vida y mi motivación para seguir adelante.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvii
PRESENTACIÓN	xviii

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INFORMÁTICAS	1
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES	2
<i>1.2.1 CLASIFICACIÓN DE REDES</i>	2
1.2.1.1 Redes de área personal (PAN).....	2
1.2.1.2 Redes de área local (LAN)	3
1.2.1.2.1 LAN Inalámbricas.....	3
1.2.1.3 Redes de área metropolitana (MAN).....	4
1.2.1.4 Redes de área extendida (WAN)	5
<i>1.2.2 TOPOLOGÍAS DE RED</i>	6
1.2.2.1 Bus.....	6
1.2.2.2 Estrella.....	6
1.2.2.3 Anillo.....	7
1.2.2.4 Árbol.....	7
1.2.2.5 Malla.....	8
<i>1.2.3 REDES ETHERNET</i>	8

1.2.3.1	Formato de la Trama.....	9
1.2.3.2	Ethernet Conmutada	10
1.2.3.3	IEEE 802.3 de 10 Mbps.....	10
1.2.3.4	IEEE 802.3 de 100 Mbps.....	11
1.2.3.5	IEEE 802.3 de 1 000 Mbps.....	12
1.2.3.6	IEEE 802.3 de 10 000 Mbps.....	12
1.2.4	<i>SWITCHES CAPA 2 Y CAPA 3</i>	12
1.3	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	14
1.3.1	<i>MEDIOS GUIADOS</i>	14
1.3.1.1	Par trenzado	15
1.3.1.2	Cable coaxial	17
1.3.1.3	Fibra óptica.....	18
1.3.1.3.1	Propagación de la luz a través de la fibra	19
1.3.1.3.2	Fibra multimodo y monomodo	20
1.3.1.3.3	Pérdidas en la fibra óptica.....	22
1.3.1.3.4	Presupuesto de potencia en un enlace óptico	24
1.3.1.3.5	Comparación entre fibra óptica y cable de cobre.....	25
1.3.2	<i>MEDIOS NO GUIADOS</i>	26
1.3.2.1	Dificultades en transmisiones inalámbricas	28
1.3.2.1.1	Pérdidas de espacio libre.....	28
1.3.2.1.2	Absorción atmosférica	28
1.3.2.1.3	Multitrayectoria.....	29
1.3.2.1.4	Refracción.....	29
1.4	DESCRIPCIÓN DEL TRÁFICO QUE CIRCULARÁ POR LA RED A DISEÑAR	29
1.4.1	<i>DATOS SOBRE REDES IP</i>	29
1.4.1.1	Protocolo de Internet IP ^[21]	30
1.4.1.1.1	Direcciones IP	30
1.4.1.1.2	Formato del paquete IP	31
1.4.2	<i>TELEFONÍA IP</i> ^{[24], [25]}	33
1.4.2.1	Compresión de la voz	35
1.4.2.1.1	G.711.....	35
1.4.2.1.2	G.723.1.....	35

1.4.2.1.3	G.726.....	36
1.4.2.1.4	G.729.....	36
1.4.3	<i>VIDEO SOBRE IP</i> ^{[24], [26]}	36
1.4.3.1	MJPEG.....	38
1.4.3.2	H.264 (MPEG-4 part 10/AVC).....	38
1.4.4	<i>SCADA</i>	38
1.4.4.1	Interfaz Hombre-Máquina HMI (<i>Human-Machine Interface</i>).....	39
1.4.4.2	Unidad central MTU (<i>Master Terminal Unit</i>).....	40
1.4.4.3	Unidad Remota.....	40
1.5	CALIDAD DE SERVICIO Y SEGURIDAD DE REDES	41
1.5.1	<i>CALIDAD DE SERVICIO</i> ^[28]	41
1.5.1.1	Clasificación del tráfico.....	43
1.5.1.2	Aplicaciones en tiempo real.....	45
1.5.1.2.1	RTP ^[31]	45
1.5.1.2.2	Cabecera RTP.....	48
1.5.1.2.3	Protocolo de control RTCP.....	50
1.5.1.2.4	Formato del paquete RTCP.....	51
1.5.2	<i>SEGURIDAD DE REDES</i>	52
1.5.2.1	Políticas de seguridad.....	54
1.5.2.2	Seguridad en redes LAN inalámbricas.....	56
1.5.2.2.1	WEP, Wired Equivalent Privacy.....	57
1.5.2.2.2	WPA, Wi-Fi Protected Access.....	57
1.5.2.2.3	WPA2.....	58
2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO	
	QUIJOS	60
2.1	CELEC E.P.	60
2.2	COCA CODO SINCLAIR	61
2.3	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO QUIJOS	62
2.4	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	63
2.4.1	<i>OBRAS EN EL RÍO QUIJOS</i>	64
2.4.2	<i>OBRAS EN EL RÍO PAPALLACTA</i>	67
2.4.3	<i>CASA DE MÁQUINAS</i>	69
2.4.4	<i>EDIFICIO ADMINISTRATIVO</i>	72

2.4.5	<i>SUBESTACIONES</i>	75
2.5	REQUERIMIENTOS DE LA RED	79
3.	DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES	81
3.1	INTRODUCCIÓN	81
3.2	ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LA RED	81
3.2.1	<i>TELEFONÍA</i>	81
3.2.2	<i>VIDEOVIGILANCIA</i>	88
3.2.3	<i>VIDEOCONFERENCIA</i>	95
3.2.4	<i>NAVEGACIÓN WEB</i>	98
3.2.5	<i>CORREO ELECTRÓNICO Y TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS</i>	99
3.2.6	<i>SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISIÓN Y CONTROL</i>	100
3.2.7	<i>OTROS SERVICIOS</i>	102
3.2.7.1	Radio Comunicación	103
3.2.7.2	Impresión	103
3.2.7.3	Registro Biométrico.....	104
3.2.8	<i>TRÁFICO TOTAL</i>	104
3.3	TOPOLOGÍA DE LA RED	105
3.3.1	<i>RED SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL</i>	107
3.3.2	<i>RED CORPORATIVA</i>	108
3.4	ENLACES ENTRE SITIOS DENTRO DE LA CENTRAL	111
3.4.1	<i>CASA DE MÁQUINAS – SITIOS DE TOMA</i>	112
3.4.1.1	Elección de la fibra óptica	114
3.4.1.2	Elección del cable de fibra.....	116
3.4.2	<i>CASA DE MÁQUINAS – SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</i>	122
3.4.3	<i>CASA DE MÁQUINAS – EDIFICIO ADMINISTRATIVO</i>	124
3.5	CALIDAD DE SERVICIO	124
3.6	SEGURIDAD DE LA RED	127
3.6.1	<i>RIESGOS</i>	127
3.6.2	<i>MECANISMOS</i>	128
3.6.3	<i>SEGURIDAD EN LA WLAN</i>	129
3.6.4	<i>SEGURIDAD FÍSICA</i>	131
3.7	PRESUPUESTO REFERENCIAL	132
3.7.1	<i>ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS</i>	132

3.7.1.1	Central Telefónica IP.....	133
3.7.1.2	Servidor de Videovigilancia	133
3.7.1.3	NVR.....	134
3.7.1.4	Sistema de videoconferencia	134
3.7.1.5	Base de Radio	134
3.7.1.6	Repetidora.....	135
3.7.1.7	<i>Switch</i> de <i>core</i> red corporativa SW_L3	135
3.7.1.8	<i>Switches</i> de acceso.....	136
3.7.1.8.1	<i>Switch</i> del Edificio Administrativo SW_ED.....	136
3.7.1.8.2	<i>Switch</i> de la Casa de Máquinas SW_CM.....	136
3.7.1.8.3	<i>Switches</i> de la Toma Quijos SW_TQ y Toma Papallacta SW_TP ..	136
3.7.1.8.4	<i>Switch</i> de la Subestación SW_SE	137
3.7.1.9	<i>Switches</i> SDSC	137
3.7.1.9.1	<i>Switch</i> de la Sala de Control SW_SCa, SW_SCb.....	137
3.7.1.9.2	<i>Switch</i> Unidad 1 SW_U1a, SW_U1b.....	137
3.7.1.9.3	<i>Switch</i> Unidad 2 SW_U2a, SW_U2b.....	138
3.7.1.9.4	<i>Switch</i> Unidad 3 SW_U3a, SW_U3b 2.....	138
3.7.1.9.5	<i>Switch</i> de Servicios Auxiliares SW_SAA, SW_SAB.....	138
3.7.1.9.6	<i>Switch</i> de la Toma Quijos SW_TQa, SW_TQb.....	138
3.7.1.9.7	<i>Switch</i> de la Toma Papallacta SW_TPa, SW_TPb	138
3.7.1.9.8	<i>Switch</i> de la Subestación SW_SEa, SW_SEb.....	138
3.7.1.10	Puntos de Acceso Inalámbricos.....	139
3.7.1.11	Cámara vigilancia IP	139
3.7.1.12	Teléfonos IP.....	140
3.7.1.13	Altavoz	140
3.7.1.14	Radios	140
3.7.1.15	SPF	140
3.7.1.16	UPS.....	140
3.7.2	<i>COMPARACIÓN DE COSTOS</i>	143
3.7.2.1	Estaciones de Trabajo	144
3.7.2.2	Telefonía.....	145
3.7.2.3	Videovigilancia.....	146
3.7.2.4	Radiocomunicación	147

3.7.2.5	Equipos de Conmutación de la Red Corporativa.....	148
3.7.2.6	<i>Switches</i> Industriales	151
3.7.2.7	Videconferencia.....	153
3.7.3	<i>GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</i>	155
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
4.1	CONCLUSIONES	156
4.2	RECOMENDACIONES	159
ANEXOS	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Redes Informáticas según alcance	2
Figura 1.2 Red de área local	3
Figura 1.3 Topología en bus.....	6
Figura 1.4 Topología en estrella.....	6
Figura 1.5 Topología en anillo	7
Figura 1.6 Topología en árbol	7
Figura 1.7 Topología en malla.....	8
Figura 1.8 Formato de la trama IEEE 802.3	9
Figura 1.9 Esquema interno de un <i>hub</i> y un <i>switch</i>	10
Figura 1.10 Ejemplo de enrutamiento inter-VLAN.	14
Figura 1.11 Par trenzado, cable UTP	15
Figura 1.12 Tipos de cables de par trenzado	16
Figura 1.13 Estructura interna del cable coaxial.....	17
Figura 1.14 Estructura básica de una fibra óptica	18
Figura 1.15 Refracción y reflexión de la luz	19
Figura 1.16 Rayos incidentes, perdidos y propagados en un fibra óptica	20
Figura 1.17 Propagación en fibras multimodo y monomodo.	21
Figura 1.18 Diámetros típicos para fibras multimodo y monomodo.....	22
Figura 1.19 Pérdidas intrínsecas en una fibra óptica	23
Figura 1.20 Causas de pérdidas en fibra óptica por conectores	23
Figura 1.21 Representación de pérdidas en la fibra óptica	24
Figura 1.22 Diagramas del Espectro Electromagnético	27
Figura 1.23 Ejemplo de una dirección IPv4 y su máscara de red.....	31

Figura 1.24 Cálculo del identificador de red de una dirección IP.....	31
Figura 1.25 Formato de un paquete IP.....	33
Figura 1.26 Captura de la HMI de una turbina de la Central Manduriacu	40
Figura 1.27 Representación del flujo de comunicación entre elementos de un SCADA	41
Figura 1.28 Inserción de la etiqueta 802.1q en una trama 802.3 ^[29]	44
Figura 1.29 Cabecera 802.1q que incluye información de prioridad para 802.1p	45
Figura 1.30 Campos de la cabecera RTP	50
Figura 2.1. Conformación de la CELEC E.P. con sus unidades de negocio.	61
Figura 2.2 Construcción de la presa del Proyecto Manduriacu.	62
Figura 2.3 Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Quijos.....	63
Figura 2.4 Esquema general Proyecto Hidroeléctrico Quijos.	64
Figura 2.5 Diagrama de las obras de toma del Río Quijos	65
Figura 2.6 Diagrama de las obras del Río Papallacta	68
Figura 2.7 Ubicación del edificio de Casa de Máquinas.....	69
Figura 2.8 Planos de los distintos Pisos de Casa de Máquinas	71
Figura 2.9 Planta baja del Edificio Administrativo.....	73
Figura 2.10 Planta alta del Edificio Administrativo	74
Figura 2.11 Ubicación de las subestaciones de seccionamiento y elevación de la Central Quijos	76
Figura 2.12 Esquema de la Subestación de Elevación	77
Figura 2.13 Diagrama de la Subestación de Seccionamiento.....	78
Figura 2.14 Esquema de sitios a conectar en la red.	80
Figura 3.1 Encapsulamiento de datos de voz comprimida G.729.	85
Figura 3.2 Número de ocupaciones por hora en la Central Manduriacu.	87

Figura 3.3 Resultado del número de líneas requeridas	88
Figura 3.4 Imagen tomada a 1280x1024 pixeles (izquierda) y a 640x480 pixeles (derecha)	91
Figura 3.5 Formato de <i>payload</i> RTP para una Unidad de Fragmentación.	94
Figura 3.6 Encapsulamiento de video H.264 usando RTP/UDP en la red IP.	94
Figura 3.7 Estimación del crecimiento de tráfico de la red diseñada.....	105
Figura 3.8 Topología Red del Sistema de Supervisión y Control.	108
Figura 3.9 Representación de la red corporativa.....	111
Figura 3.10 Estructura de cable OPGW	117
Figura 3.11 Estructura de cable ADSS.....	118
Figura 3.12 Estructura de cable Figura en 8	119
Figura 3.13 Enlaces entre los sitios de la Central Quijos.	123
Figura 3.14 Esquema de red para la Central Quijos.	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de transmisión de medios guiados punto a punto	15
Tabla 1.2 Especificaciones para cables Cat3, Cat4, Cat5, Cat5e, Cat6, y Cat7 ..	17
Tabla 1.3 Bandas de radiofrecuencia UIT	27
Tabla 3.1 Características y comparación de los códecs más importantes	83
Tabla 3.2 Resoluciones típicas con su velocidad de transmisión aproximada usando compresión H.264 a 15 FPS.....	91
Tabla 3.3 Resumen del número de señales a ser enviadas al CENACE.	101
Tabla 3.4 Resumen del número de señales a ser enviadas al COT.	102
Tabla 3.5 Estimación de crecimiento de tráfico en la red diseñada.....	105
Tabla 3.6 Direccionamiento para la los equipos de la Central Quijos.	110
Tabla 3.7 Características estándares Ethernet para fibra óptica.....	121
Tabla 3.8 Características de las VLAN a configurar en los Puntos de Acceso Inalámbricos.	131
Tabla 3.9 Especificaciones requeridas de los equipos.....	143
Tabla 3.10 Características de las estaciones de trabajo.	144
Tabla 3.11 Propuesta estaciones de trabajo de Sala de Control, alternativa 1. .	144
Tabla 3.12 Propuesta estaciones de trabajo de Sala de Control, alternativa 2. .	144
Tabla 3.13 Características de central telefónica.....	145
Tabla 3.14 Propuesta sistema de telefonía, alternativa 1.....	145
Tabla 3.15 Propuesta sistema de telefonía, alternativa 2.....	145
Tabla 3.16 Características del servidor de videovigilancia.....	146
Tabla 3.17 Propuesta videovigilancia, alternativa 1.	146
Tabla 3.18 Propuesta videovigilancia, alternativa 2.	147
Tabla 3.19 Características del sistema de radiocomunicación.....	147

Tabla 3.20 Propuesta radio comunicación, alternativa 1.....	148
Tabla 3.21 Propuesta radio comunicación, alternativa 2.....	148
Tabla 3.22 Características de <i>switch</i> de <i>core</i>	149
Tabla 3.23 Características de <i>switch</i> de acceso de 24 puertos.....	149
Tabla 3.24 Características de <i>switch</i> de acceso de 8 puertos.....	150
Tabla 3.25 Propuesta equipos de conmutación red corporativa, alternativa 1. ..	150
Tabla 3.26 Propuesta equipos de conmutación red corporativa, alternativa 2. ..	150
Tabla 3.27 Características <i>switches</i> industriales.....	151
Tabla 3.28 Características <i>switches</i> industriales.....	151
Tabla 3.29 Características <i>switches</i> industriales.....	152
Tabla 3.30 Características <i>switches</i> industriales.....	152
Tabla 3.31 Propuesta equipos de conmutación red SDSC, alternativa 1.....	152
Tabla 3.32 Propuesta equipos de conmutación red SDSC, alternativa 2.....	152
Tabla 3.33 Características del equipo de videoconferencia.	153
Tabla 3.34 Propuesta videoconferencia, alternativa 1.....	154
Tabla 3.35 Propuesta videoconferencia, alternativa 2.....	154
Tabla 3.36 Presupuesto referencial total de la red.	154
Tabla 3.37 Gastos mensuales de la red.....	155
Tabla 3.38 Gastos de operación y mantenimiento anuales de la red.....	155

RESUMEN

El presente trabajo corresponde al diseño de la red de comunicación multiservicios para la Central Quijos de 50 MW que se encuentra en fase de construcción.

En el primer capítulo se tratan los fundamentos teóricos de redes de comunicación. Se realiza un resumen de la clasificación de las redes y los medios de transmisión más importantes. También se hace una descripción del tipo de tráfico que se tendrá dentro de la red a diseñar y se menciona los fundamentos para la aplicación de mecanismos de calidad de servicio y seguridad dentro de la red.

En el segundo capítulo se detallan las características del proyecto, a cargo de quién está, quién lo construye, su ubicación, detalles de las obras y los sitios que conforman la Central, como base para el inicio del diseño.

El diseño se describe en el tercer capítulo empezando con un análisis de tráfico y el estudio de servicios y aplicaciones que se requiere en la red. Con el cálculo de tráfico total estimado que circulará por la red y un factor de crecimiento, se realiza una proyección para dar una vida útil a la red de al menos 5 años. También se elige la topología más adecuada y se diseñan los enlaces para conectar los diferentes sitios que tiene la Central. Se plantea esquemas de calidad de servicio para asegurar un correcto funcionamiento de la red con los requerimientos que tienen las distintas aplicaciones. De igual manera, se propone esquemas de seguridad para precautelar la información y los equipos de la Central. Finalmente se realiza un presupuesto referencial de los equipos que conformarán la red en base a propuestas de dos fabricantes para cada sistema; para esto, se detallan las especificaciones técnicas de los equipos y de las propuestas obtenidas se analiza la opción más adecuada.

En el cuarto capítulo se incluyen las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado tras la realización del trabajo.

PRESENTACIÓN

Dentro de una central de generación eléctrica es fundamental contar con las herramientas necesarias para permitir la evaluación en tiempo real del impacto de las decisiones operativas, al igual que para mantener al personal comunicado dentro de la Central y enlazado con el exterior.

La Corporación Eléctrica del Ecuador y sus Unidades de Negocio, con centrales y proyectos de generación distribuidos en todo el Ecuador, necesita tener comunicación en todos sus sitios de trabajo para el control de los procesos técnicos y administrativos que se requieren para la generación y distribución de energía eléctrica en el país. Es requisito para el funcionamiento que la información que se genera dentro de las centrales y subestaciones pueda transmitirse de forma eficiente y oportuna a los centros de control.

La red diseñada en este trabajo busca cumplir con estas necesidades de comunicación para la Central Quijos, con tecnología actual, acorde a los requerimientos para agilizar la operación y lograr un adecuado funcionamiento de la Central.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INFORMÁTICAS ^[1]

Se entiende a una red informática como un conjunto de equipos interconectados usando una misma tecnología. Los equipos informáticos de la red son capaces de intercambiar información entre sí, a través de conexiones que pueden hacerse usando medios cableados como cable de cobre o fibra óptica, o inalámbricamente con ondas electromagnéticas.

Las redes están compuestas tanto por *hardware* como por *software*. En lo que se refiere a *hardware* los equipos más comunes de los que se componen las redes son enrutadores, conmutadores y equipos terminales con sus respectivas tarjetas de red. Los servidores son también elementos importantes, que brindan diferentes prestaciones a los usuarios de la red.

Para que los equipos puedan transmitir y compartir información unos con otros, deben manejar un lenguaje común. Se establece entonces de antemano un conjunto de normas y reglas que permita esta comunicación. A estos grupos de reglas se los denomina protocolos de comunicación y forman parte del *software* de la red. También se maneja *software* a nivel de aplicación, es decir para la interacción del usuario con la red.

La mayoría de redes suelen estructurarse en capas, donde cada capa se ocupa de brindar algún servicio a la capa o capas superiores. El servicio o servicios que presta una capa se hacen de forma transparente para las capas superiores, ocultando los detalles de la implementación. El nombre y la funcionalidad de cada capa varían entre las diferentes redes. Con esto se consigue una mayor facilidad en el diseño de las redes e impulsar la compatibilidad e interconexión de varias redes estandarizando los mecanismos de las capas.

Las redes son muy diversas, se forman en varias topologías y tienen distintos alcances. Además se suelen conectar unas redes con otras para formar redes más grandes. El mejor ejemplo de esto es la Internet. Las redes pueden ser tan grandes que abarquen un alcance mundial, o tan pequeñas como dos PC conectadas por un cable. De este modo, las clasificaciones que se pueden dar a las redes son muy variadas y pueden considerarse varios parámetros: la distancia, el tipo de medio de transmisión, la finalidad, la naturaleza de la información, la topología, etc.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES

1.2.1 CLASIFICACIÓN DE REDES ^{[1], [2]}

Para clasificar las redes no existe un criterio único ni definitivo. En este trabajo se ha tomado en cuenta el alcance que es la forma más común de catalogar las redes informáticas.

Pese a que cada vez son más difusos los límites y las diferencias entre una categorización y otra, la división de las redes por su rango de cobertura resulta bastante útil, por ejemplo, para analizar sus aplicaciones más comunes o algunos estándares orientados a alguna de estas clases en particular.

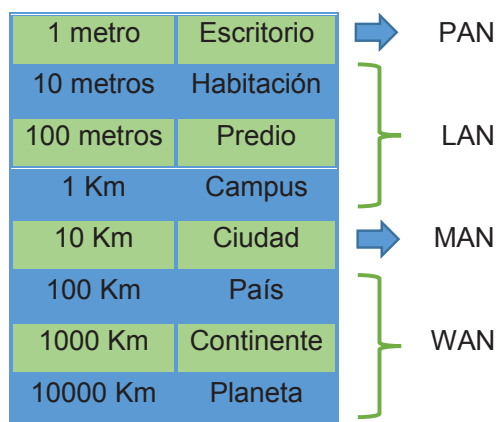


Figura 1.1 Redes Informáticas según alcance ^[1]

1.2.1.1 Redes de área personal (PAN)

Como su nombre lo indica, estas redes abarcan el rango de una persona. Su cobertura se limita a unos pocos metros. Se utilizan comúnmente para interconectar

diferentes dispositivos personales, un ejemplo de esto es un computador con sus periféricos. Este tipo de redes se suele caracterizar por ser inalámbricas. Las tecnologías más usadas son Infrarrojo y Bluetooth¹.

1.2.1.2 Redes de área local (LAN)

Las redes LAN se caracterizan por una cobertura pequeña, que puede ir desde una casa hasta conectar un conjunto de edificios. Se utilizan para interconectar computadores y algunos otros dispositivos de usuario para permitir el intercambio de información y la compartición de recursos. Este tipo de redes suele tener una gran capacidad, permitiendo así alcanzar grandes velocidades y manejar un tráfico interno grande. Las redes LAN, a diferencia de las redes de mayor alcance, suelen pertenecer a un solo propietario o empresa; esta característica es importante al considerar la inversión que se debe realizar para su implementación.

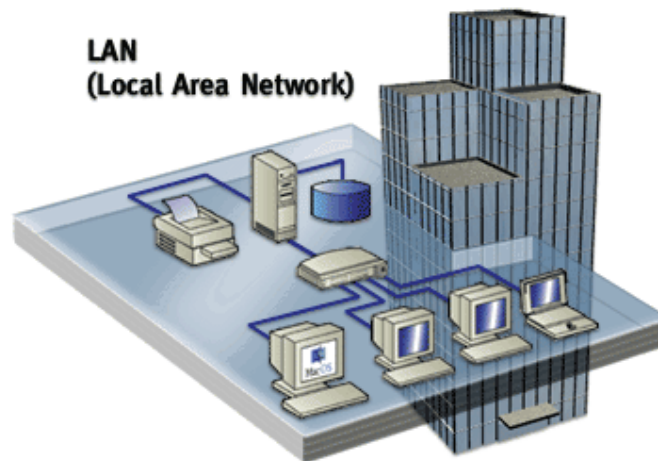


Figura 1.2 Red de área local [3]

1.2.1.2.1 LAN Inalámbricas

El uso de tecnologías inalámbricas en las LAN ha ido ganando popularidad debido a las ventajas que pueden ofrecer. Brindan la posibilidad de acceso nómada,

¹ Bluetooth es una tecnología inalámbrica que permite la comunicación de datos y voz utilizando la banda ISM de 2.4 GHz. Está enfocada a posibilitar la conexión de dispositivos móviles sin utilizar cables.

requieren una instalación relativamente fácil, lo que resulta de especial importancia en lugares de difícil acceso o donde no resulta factible el uso de una solución cableada, como por ejemplo edificios históricos.

Al inicio las LAN inalámbricas, o WLAN por sus siglas en inglés, eran redes inseguras, de alto costo, se requerían licencias para el uso de frecuencias y soportaban bajas velocidades de transmisión. Poco a poco han ido evolucionando las tecnologías para permitir que estas redes brinden prestaciones comparables con las soluciones cableadas.

Es así que una de las mayores aplicaciones que se tiene para las LAN inalámbricas es la ampliación de LAN cableadas, llegándose a convertir incluso en un complemento casi indispensable para incluir movilidad y mejorar el alcance de las redes de área local.

Para su transmisión se utilizan técnicas de espectro expandido o microondas de banda estrecha. También existen soluciones que utilizan transmisión por infrarrojo. El grupo de trabajo que se encarga de las redes de área local inalámbricas es el 802.11.

1.2.1.3 Redes de área metropolitana (MAN)

Son redes optimizadas para cubrir un área mayor a la de una LAN, abarcan desde unas cuantas cuadras hasta ciudades completas. Se las puede considerar como una evolución de una LAN en un ámbito más amplio. Pueden ser tanto redes privadas como públicas.

El uso más común que se les da a estas redes es el de interconectar redes más pequeñas o redes LAN, como pueden ser las distintas oficinas o sucursales de una empresa dentro de una ciudad. Otro ejemplo de redes MAN son las redes de televisión por cable, que han evolucionado para poder brindar múltiples servicios a través de la infraestructura que originalmente fue provista para la difusión de señales de televisión. Usando las técnicas adecuadas se puede aprovechar el mismo cable para transmitir datos, voz y video.

1.2.1.4 Redes de área extendida (WAN)

Las redes WAN abarcan un área geográfica extensa, pueden unir países o continentes. Se componen de varios nodos encargados de hacer llegar los mensajes desde el origen hasta el destinatario. Los equipos que originan la información, así como los equipos destinatarios, reciben el nombre de hosts. En cambio, el conjunto de equipos encargados del transporte de los mensajes se denomina subred de comunicaciones.

Estas subredes están conformadas básicamente de dos clases de elementos, las líneas de comunicación y los elementos de comunicación. Los medios físicos que conectan un equipo con otro, ya sea cobre, fibra o medio inalámbrico, constituyen las líneas de comunicación. Los elementos de conmutación son los encargados de escoger una línea de salida para enviar los mensajes que recibe a través de alguna de sus líneas de entrada. Los mensajes se trasladan de nodo a nodo a través de la subred hasta llegar a su destino.

Las redes WAN se distinguen de la LAN no solo por su cobertura, las largas distancias que tiene que atravesar la información hacen que las técnicas de transmisión, las interfaces y los protocolos usados, deban ser apropiados para lograr una comunicación efectiva con un uso eficiente de recursos. Además es muy común que este tipo de redes pertenezcan a más de un dueño o sean administradas por varios.

Los ISP² rentan enlaces para que los usuarios, tanto comerciales como residenciales, puedan conectarse con sitios geográficamente distantes. Esto permite a los usuarios poder unirse con otras redes, privadas como las propias de una empresa, o públicas como Internet; de hecho muchas de las redes WAN se usan para *internetworking*³.

² ISP: Proveedor de servicios de Internet, por sus siglas en inglés.

³ Internetworking, es la práctica de conectar una red de computadores con otras redes haciendo uso de *gateways* que permiten el enrutamiento de los datos entre las redes^[63].

Las redes WAN pueden ser cableadas, inalámbricas o mixtas. Ejemplos claros de redes WAN inalámbricas son las redes satelitales y las redes celulares.

1.2.2 TOPOLOGÍAS DE RED

Se conoce como topología de red a la forma en la que se interconectan los dispositivos en una red. Los tipos básicos de topologías son en bus, en estrella y en anillo, también existen topologías en malla, en árbol y combinaciones de los anteriores.

1.2.2.1 Bus

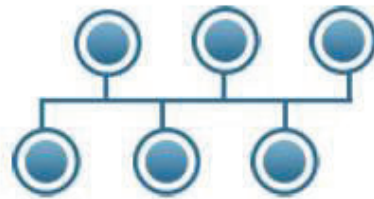


Figura 1.3 Topología en bus ^[4]

Es el esquema más sencillo de conexión en el que existe un único medio de comunicación que lo comparten todos los dispositivos. Es sencillo de implementar y funciona bien cuando el número de equipos es pequeño. Al compartir el medio el desempeño de la red decae mientras incrementa el tráfico y si el canal tiene problemas toda la red se ve afectada. Se requiere de mecanismos de control de acceso al medio.

1.2.2.2 Estrella



Figura 1.4 Topología en estrella ^[4]

Existe un equipo central al que se conectan todos los equipos terminales. Las comunicaciones se hacen a través del equipo central ya que los dispositivos no están conectados directamente. Esta topología es centralizada y fácilmente escalable. Como desventaja está que si el equipo central falla toda la red queda inoperativa, también suele resultar más costosa que otras topologías.

1.2.2.3 Anillo

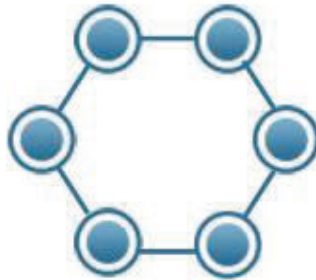


Figura 1.5 Topología en anillo ^[4]

En esta topología las estaciones se unen con enlaces punto a punto formando un bucle cerrado. Para la comunicación se usa un testigo que circula por la red, la estación que tenga el testigo será la que puede transmitir en ese momento. Los mensajes se enviarán a través del anillo de estación en estación hasta llegar a la estación destino que sacará el mensaje de circulación. Son redes muy sólidas y resistentes a fallas, aunque su implementación es costosa. Una opción para mejorar la fiabilidad de la red es añadir redundancia con un doble anillo.

1.2.2.4 Árbol



Figura 1.6 Topología en árbol ^[4]

Aquí se tiene un nodo de enlace troncal que se va ramificando en forma de árbol, de allí su nombre. Se puede entender a manera de una red jerárquica. Es un

esquema muy común porque facilita la gestión de la red y la resolución de problemas. Su configuración es más compleja y se requiere más cable que en otras configuraciones.

1.2.2.5 Malla

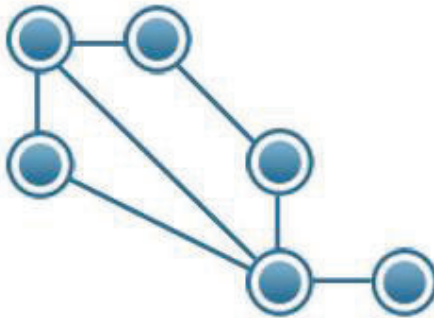


Figura 1.7 Topología en malla ^[4]

En este esquema cada nodo de la red se conecta directamente con los demás. No existen interrupciones en las comunicaciones pero a mayor número de nodos se torna en una red excesivamente costosa y compleja.

1.2.3 REDES ETHERNET ^{[1], [2]}

Las redes LAN más ampliamente utilizadas en la actualidad son las basadas en Ethernet, desarrolladas por el comité de estándares IEEE 802.3. Ethernet describe una capa de control de acceso al medio y una capa física. Se define un formato para tramas de datos y se propone el uso de control de acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Las redes Ethernet clásico funcionaban con tasas de transmisión entre 3 y 10 Mbps utilizando un único cable al que todas las estaciones de trabajo se conectaban. Para un mejor el desempeño de las redes se crea Ethernet conmutada, que permite lograr velocidades de transmisión de 10, 100, 1.000 y 10.000 Mbps, como se explica más adelante.

Ethernet y el estándar 802.3 son prácticamente iguales, exceptuando unas pocas diferencias menores, por lo que es usual que se use cualquiera de los dos nombres indistintamente para referirse a estas redes.

1.2.3.1 Formato de la Trama

Para el envío de las tramas Ethernet se tiene el formato mostrado en la Figura 1.8. La trama inicia con un preámbulo de 8 bytes que contienen la secuencia 10101010, con excepción del último byte que termina con dos bits en 1. Este octavo byte es el delimitador de inicio de trama, conocido como *Start of Frame Delimiter*. Esta secuencia permite sincronizar el reloj del receptor con el del emisor e indicar cuando el resto de la trama está por iniciar.

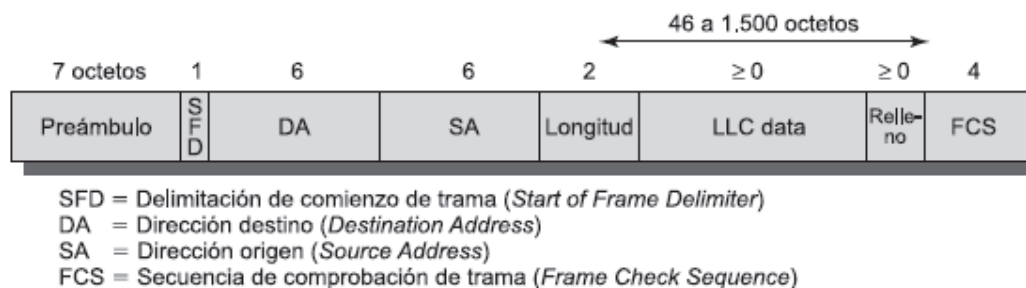


Figura 1.8 Formato de la trama IEEE 802.3 [2]

A continuación se tiene las direcciones de destino y origen, formadas por 6 bytes y únicas para cada estación de origen. Se componen de 3 bytes correspondientes al fabricante y 3 bytes que identifican al equipo.

Luego de las direcciones se tiene un campo de 2 bytes que indica el tipo de trama o su longitud, si es una trama Ethernet u 802.3 respectivamente. El tipo de trama sirve de indicador para que el receptor sepa cómo procesar esa trama específica. La longitud indica el número de bytes que contiene la trama.

El campo de datos incluye la información enviada por capas superiores. Su longitud máxima está limitada a 1.500 bytes en una trama estándar. Para evitar problemas relacionados con colisiones también se ha asignado una longitud mínima de trama de 64 bytes, incluyendo los campos de dirección, longitud y *checksum*. En caso de que el campo de datos no alcance 46 bytes, se usa relleno o *padding* para alcanzar el tamaño mínimo de trama.

El campo final es una secuencia de comprobación que se usa para detectar errores en recepción, con un CRC (comprobación de redundancia cíclica) de 32 bits.

1.2.3.2 Ethernet Conmutada

La tecnología Ethernet fue evolucionando de una conexión en bus que utilizaba un único cable al que cada computador tenía que conectarse, hacia una conexión en un concentrador central donde cada estación tenía su propio cable. Esto hacía más fácil encontrar fallas en las conexiones y aumentar o quitar estaciones sin mayores complicaciones. Pero ya que estos concentradores, conocidos como *hubs*, solo conectaban eléctricamente los cables su conexión lógica era equivalente a la de bus y por lo tanto la capacidad no aumentaba. A mayor número de estaciones o mayor cantidad de datos este esquema resultaba insuficiente, llevando a que la red rápidamente se sature. Para mejorar esto se empiezan a utilizar las redes conmutadas que reemplazan el equipo central de un *hub* por un *switch*. Los dos equipos son muy similares físicamente pero su funcionamiento interior cambia. La manera que se conectan los puertos (Figura 1.9) permite que las tramas de datos se envíen únicamente al puerto que está destinado y por lo tanto se reduce el tráfico innecesario hacia los demás puertos. Además cada puerto forma un propio dominio de colisión eliminando así las colisiones durante la transmisión. Estas dos características mejoran en mucho el desempeño y permiten usar la capacidad de la red de manera más eficiente, así como también aumentar las velocidades de transmisión en los segmentos.

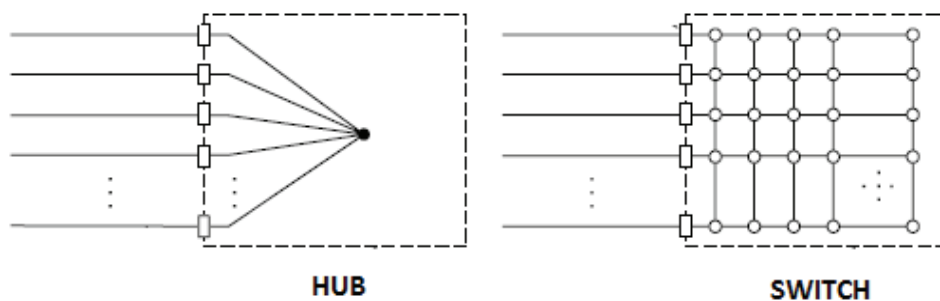


Figura 1.9 Esquema interno de un *hub* y un *switch* ^[1]

1.2.3.3 IEEE 802.3 de 10 Mbps

Aquí tenemos las primeras versiones del estándar 10BASE5 y 10BASE2. El número 10 indica la tasa de transmisión en la que trabajan, BASE se refiere al método de

señalización y el número final indica la longitud máxima del segmento en centenas de metros. 10BASE5 utiliza un cable coaxial grueso de 50 ohmios con distancias entre segmentos de hasta 500 metros, se permite el uso de hasta 4 repetidores consiguiendo un alcance máximo de 2.5 Km. 10BASE2 es bastante similar pero usa un cable más fino, se consiguen distancias menores pero es una alternativa menos costosa.

Más tarde se publican dos versiones que incluyen el uso de par trenzado y fibra óptica en una topología en estrella, 10BASE-T y 10BASE-F. En el caso del par trenzado el alcance de los segmentos se reduce a 100 metros, mientras que para la fibra se consigue una distancia máxima de 2 Km.

1.2.3.4 IEEE 802.3 de 100 Mbps

Con el crecimiento de las redes también se incrementaba la cantidad de información y una velocidad de 10 Mbps ya no era suficiente, por lo que se desarrollan especificaciones para conseguir velocidades de 100 Mbps que sean compatibles con Ethernet, nace así Fast Ethernet.

El comité IEEE 802.3 define varias alternativas para distintos medios de comunicación.

La primera alternativa es 100BASE-T4 que utiliza como medio de transmisión cable UTP categoría 3. Esta opción resultaba conveniente en varios casos ya que muchos edificios ya contaban con este tipo de cable instalado. Cuatro pares trenzados eran requeridos.

El cable UTP categoría 5 ofrecía mejores prestaciones y fue ganando territorio, permitía conseguir la velocidad de 100 Mbps a 100 metros con solo dos pares sin problemas en ambos sentidos a la vez (full dúplex). Esta alternativa se conoce como 100BASE-TX.

Finalmente, 100BASE-FX es la alternativa con fibra óptica. Se usan dos hilos de fibra multimodo y se consigue una comunicación full dúplex de hasta 2 Km de distancia.

1.2.3.5 IEEE 802.3 de 1.000 Mbps

Gigabit Ethernet se desarrolla de manera similar a su predecesor, para cumplir con las demandas de mayores velocidades y buscando mantener la compatibilidad con las redes ya existentes.

Entre las alternativas que se tiene con fibra óptica está 1000BASE-SX, que utiliza fibra multimodo de 62.5 μm y 50 μm para enlaces dúplex de hasta 275 y 550 metros respectivamente. Se usan longitudes de onda entre 770 y 860 nm. En 1000BASE-LX se hace uso de longitudes de onda entre los 1.270 y los 1.355 nm para conseguir enlaces de hasta 550 metros con fibra multimodo y 5 Km con fibra monomodo.

También hay opciones con par trenzado, 1000BASE-CX utiliza dos pares de cobre con un apantallamiento especial para enlaces de menos de 25 metros; y 1000BASE-T para enlaces de hasta 100 metros usando cuatro pares UTP categoría 5.

1.2.3.6 IEEE 802.3 de 10.000 Mbps

La evolución de las especificaciones del comité sigue avanzando. De manera similar a los anteriores casos se proponen versiones del estándar que procuran mantener compatibilidad con las anteriores versiones pero esta vez logrando una velocidad muy superior. 10-Gigabit Ethernet tiene un menor número de escenarios de aplicación que son los que necesitan esos niveles de tasas de transmisión, como *data centers* o ISP. Al igual que antes, existen varias alternativas que usan fibra óptica o par trenzado.

También se está trabajando en versiones que trabajen a 40 y 100 Gbps para satisfacer demandas aún mayores de transmisión.

1.2.4 SWITCHES CAPA 2 Y CAPA 3

Dentro del modelo de referencia OSI, el proceso de conmutación se hace en capa 2. Los equipos de conmutación o *switches* utilizan las direcciones físicas de las estaciones para direccionar los paquetes a los puertos apropiados. Si el *switch* no

sabe a qué puerto enviar un paquete utiliza el protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*) para identificar la dirección con algún puerto.

Los elementos del mismo segmento de capa 2 forman lo que se denomina un dominio de *broadcast*. En ciertas circunstancias resulta conveniente dividir estos dominios en unos más pequeños para reducir el tráfico *broadcast*; también puede ayudar a organizar de mejor manera la red y como mecanismo de seguridad, por ejemplo, al separar equipos críticos de otros de acceso general. Para lograr esto se configuran redes virtuales o VLAN; a los puertos del *switch* se les asigna una VLAN específica permitiendo así tener diferentes redes capa 3 compartiendo una misma infraestructura capa 2.

Cuando el destino no es parte del mismo segmento de capa 2 se utiliza enrutamiento para enviar el paquete al segmento que pertenece. El enrutamiento básicamente es buscar el camino para que un paquete llegue desde un host a su destino a través de los nodos de la red. Este proceso, que se lo realiza en capa 3, se requerirá para transmitir datos entre diferentes VLAN ya que están se encuentran en diferentes redes. Aquí es donde entran en juego los llamados *switches* capa 3, que en términos simples son *switches* que tienen funciones de enrutamiento a más de las de conmutación. En la Figura 1.10 se muestra un ejemplo de esto, en el que el PC A envía un mensaje a el PC B que está en otra VLAN.

Un *switch* capa 3 se distingue de uno de capa 2 por la capacidad de enrutamiento, pero no por es mejor o peor, hay otras características que pueden variar y como en la mayoría de casos es más o menos adecuado para un escenario en particular.

Un *router*, en cambio resulta más parecido pues cumple las mismas tareas principales pero se diferencia en algunas cosas. El proceso de conmutación el *switch* lo hace en *hardware* y el *router* en *software*. También como los *switches* están pensados para ambientes LAN estos cuentan con un mayor número de puertos que posiblemente incluyan un par de *uplink*. La función de los *routers* es unir redes por lo que suelen tener un menor número de puertos de red pero con

mayores capacidades o con enfoques WAN. Dependerá de las características de la red que se quiera cuál de las dos opciones es la más apropiada.

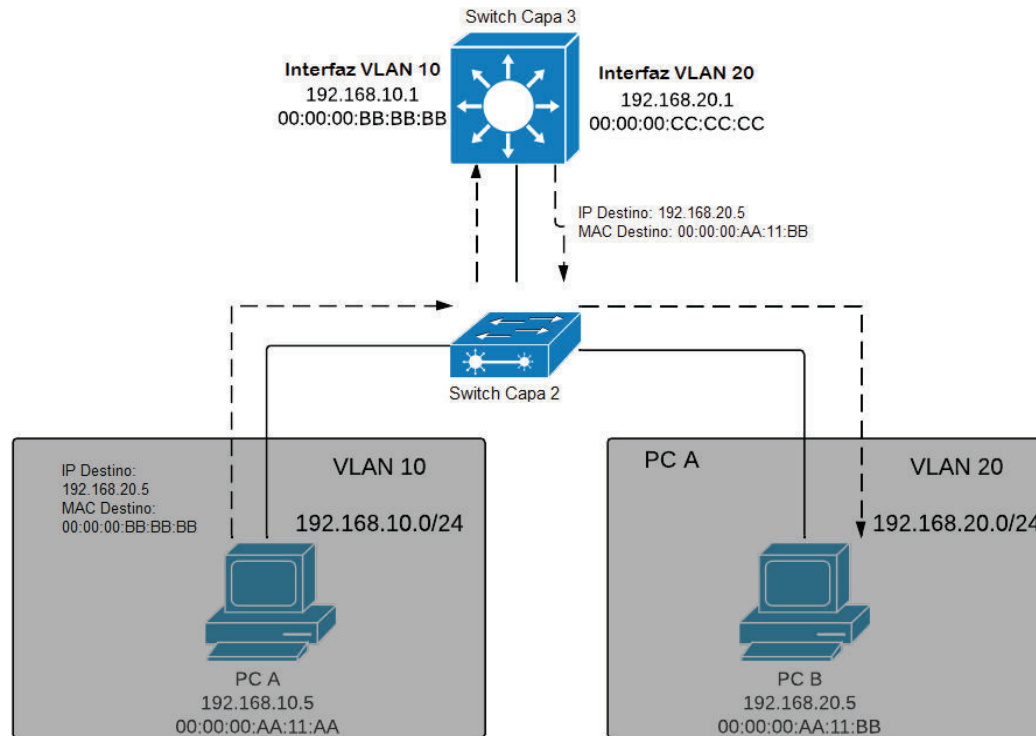


Figura 1.10 Ejemplo de enrutamiento inter-VLAN

1.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión son las vías que se utilizan para enviar información. Más información sobre transmisión de datos se encuentra en el Anexo A. Existe una gran variedad de medios con capacidades y características diferentes; los más importantes se estudiarán a continuación:

1.3.1 MEDIOS GUIADOS ^{[1], [2]}

Los medios de comunicación guiados son medios sólidos a través de los que se transporta la información usando, por ejemplo, señales eléctricas. Constituyen un enlace confiable entre dos puntos fijos. La velocidad a la que se puede transmitir dependerá de cuál de estos medios escojamos y estará relacionada con la distancia del enlace.

Los medios guiados más utilizados son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica. Las características principales de estos se muestran en la Tabla 1.1 y se definirán con más detalle a continuación.

	Rango de frecuencia	Atenuación típica	Retardo típico	Separación entre repetidores
Pares trenzados (multi-pares)	0 - 250 MHz	3 dB/Km @ 1 KHz	5 μ s/Km	2 Km
Cable coaxial	0 - 500 MHz	7 dB/Km @ 10 MHz	4 μ s/Km	1 a 9 Km
Fibra óptica	180 - 370 THz	0,2 a 0,5 dB/Km	5 μ s/Km	40 Km

Tabla 1.1 Características de transmisión de medios guiados punto a punto [2]

1.3.1.1 Par trenzado

Son dos cables de cobre aislados, colocados de forma helicoidal. Esta disposición de los cables, el trenzado, se la hace para disminuir la interferencia electromagnética o la diafonía. Si los cables estuvieran paralelos entre sí, se comportarían como una antena, afectando las señales transmitidas. El trenzado hace que las ondas radiadas se cancelen entre sí. La capacidad de este medio vendrá dada en relación al diámetro de los cables, la distancia a la que se desea transmitir y el número de trenzas por unidad de longitud.

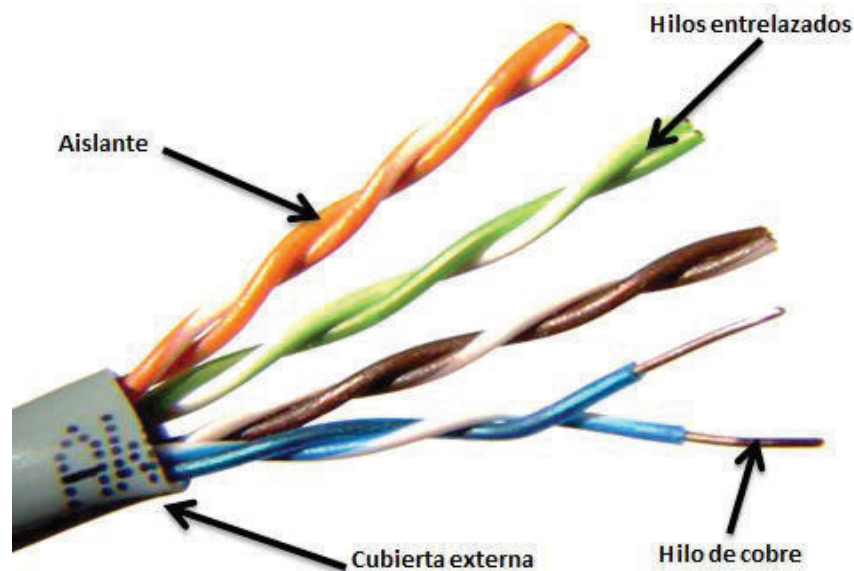


Figura 1.11 Par trenzado, cable UTP [5]

Originalmente se utilizaron mucho en sistemas telefónicos, su uso también es común en cableado de edificios y sistemas de distribución.

Para disminuir en parte los efectos del ruido se suele transmitir las señales como una diferencia de potencial entre los dos hilos de cobre. De esta manera las variaciones producidas por el ruido en el voltaje serán similares para los dos cables, manteniendo la diferencia.

Generalmente se agrupan varios pares de cables en una sola envoltura, que puede contener desde unos pocos hasta cientos de pares. Existen también clases de cable que utilizan blindaje o apantallamiento para mejorar sus características contra la interferencia; aquí se puede distinguir los cables UTP (*unshielded twisted pair*) cuando los pares no cuentan con blindaje alguno, cables FTP (*foiled twisted pair*) cuando el conjunto de pares tiene un solo blindaje y cables STP (*shielded twisted pair*) cuando los pares presentan blindaje individual, como se puede ver en la Figura 1.12.

Los cables UTP son los más utilizados, especialmente en redes LAN, por su relativo bajo costo y su flexibilidad que brinda facilidad de instalación y manipulación. Los cables con apantallamiento son menos flexibles y más costosos pero presentan mejores prestaciones en ambientes de interferencia y permite mayores velocidades de transmisión. Comparado con otros medios de transmisión, el par trenzado en general admite menores anchos de banda, menores velocidades de transmisión y alcanza menores distancias entre repetidores.

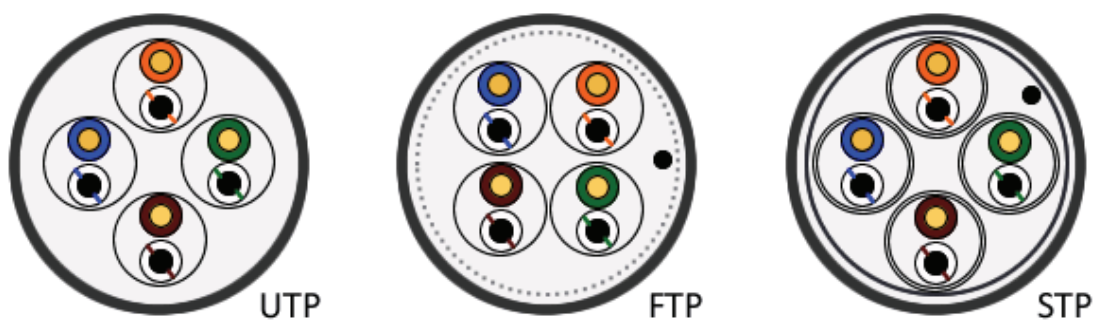


Figura 1.12 Tipos de cables de par trenzado ^[6]

Existe una gran variedad de cables de par trenzado, una forma de clasificarlos es por categorías que van acorde a las prestaciones que brindan para la transmisión. Algunas de estas categorías están incluidas en la especificación EIA/TIA 568C *Commercial Building Wiring Standard*.

Categoría	Tipo	Ancho de banda	Longitud	Aplicaciones
Cat3	UTP	16 MHz	100 m	10Base-T, 4 Mbps
Cat4	UTP	20 MHz	100 m	16 Mbps
Cat5	UTP	100 MHz	100 m	100Base-Tx, ATM, CDDI
Cat5e	UTP	100 MHz	100 m	1000Base-T
Cat6	UTP	250 MHz	100 m	
Cat7	ScTP	600 MHz	100 m	

Tabla 1.2 Especificaciones para cables Cat3, Cat4, Cat5, Cat5e, Cat6, y Cat7 [7]

1.3.1.2 Cable coaxial



Figura 1.13 Estructura interna del cable coaxial [8]

El cable coaxial se compone de un núcleo rígido de cobre rodeado de algún material aislante, este a su vez está cubierto de un conductor cilíndrico que hace de segundo conductor del circuito y funciona de apantallamiento, generalmente una malla metálica tejida; finalmente se tiene una cubierta exterior de protección, como se muestra en la Figura 1.13. Esta estructura tiene un buen apantallamiento que ofrece una mejor inmunidad al ruido en comparación a los pares trenzados. Además el

cable coaxial cuenta con un ancho de banda superior que dependerá de la distancia y de la calidad del cable.

Son muy utilizados en los sistemas de televisión por cable y en algunas redes MAN. Tradicionalmente también se han usado en enlaces de largo alcance de sistemas telefónicos pero están siendo reemplazados por fibra óptica o soluciones inalámbricas.

1.3.1.3 Fibra óptica ^[9]

Es un medio por el que se transmite la información en forma de pulsos de luz, la luz viaja a través de un hilo transparente muy delgado que funciona a manera de guía de onda para dirigir la luz a su destino.

Básicamente está compuesta de tres elementos concéntricos, el núcleo, el revestimiento y la cubierta. El núcleo es una fibra de vidrio o plástico cilíndrica con un diámetro que está en el orden de los micrómetros. El revestimiento o *cladding* envuelve el núcleo, también es de fibra o plástico pero con propiedades de refracción diferentes para mantener la luz en el núcleo como se explicará más tarde. Sobre el revestimiento se tiene una cubierta o forro que sirve de protección, que puede ser de diversos materiales. A más de esta cubierta, los cables de fibra cuentan con distintas capas que protegen la fibra o el conjunto de fibras y dependerán de tipo de cable.

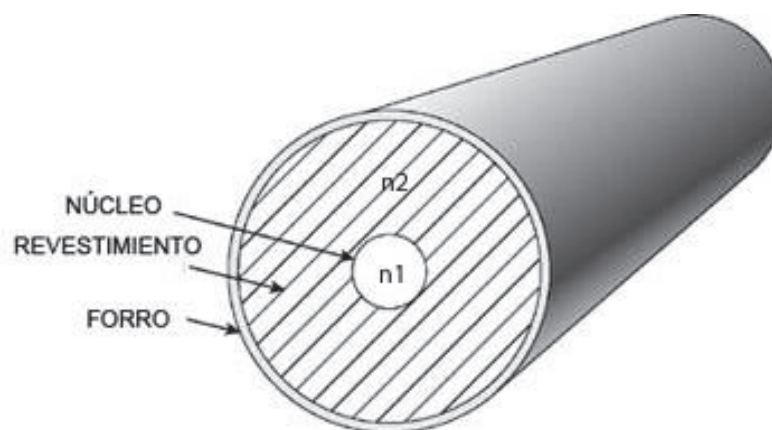


Figura 1.14 Estructura básica de una fibra óptica ^[10]

Los enlaces con fibra óptica son muy comunes para conexiones de larga distancia como los del sistema telefónico, en cables submarinos y en redes metropolitanas. También se van abriendo paso en redes de área local gracias a los avances tecnológicos que han permitido disminuir costos, brindando las múltiples ventajas que tienen las comunicaciones ópticas en cuanto a capacidad e inmunidad al ruido.

1.3.1.3.1 Propagación de la luz a través de la fibra

El funcionamiento de la transmisión de datos a través de fibra óptica en forma de luz se basa en la aplicación de leyes de la óptica geométrica. Cuando un rayo de luz llega al plano de separación entre dos medios con diferente índice de refracción⁴, se pueden producir dos fenómenos: la reflexión o la refracción.

En la reflexión el haz incidente y el haz reflejado forman el mismo ángulo con la normal de la superficie, dentro del mismo medio. En la refracción, en cambio, el haz incidente atraviesa al otro medio y sufre un cambio en la dirección en su trayectoria. Este fenómeno se rige por la ley de Snell (ecuación (1.1)) que dice que los ángulos de los rayos de tienen relación con los índices de refracción de los medios.

$$n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad (1.1)$$

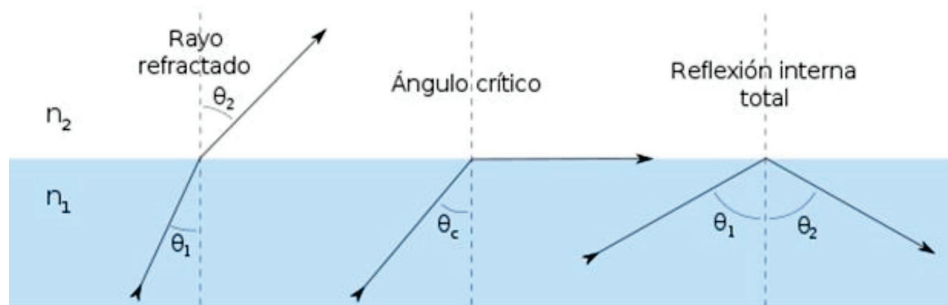


Figura 1.15 Refracción y reflexión de la luz ^[11]

De forma general cuando un rayo de luz incide sobre la superficie entre dos medios, se producen tanto reflexión como refracción, en lo que se conoce como bifurcación

⁴ El índice de refracción de un medio es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en dicho medio.

del haz. Pero cuando el ángulo de incidencia es mayor al ángulo crítico⁵, el rayo se reflejará completamente dentro del mismo medio. A esto se denomina principio de reflexión interna total. Estos escenarios se visualizan en la Figura 1.15.

Gracias a esto es posible la transmisión de luz a través de la fibra. Donde al cumplirse que el índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, los haces de luz que lleguen a la superficie de separación con un ángulo suficiente se reflejarán dentro de la fibra y viajarán a través de ella.

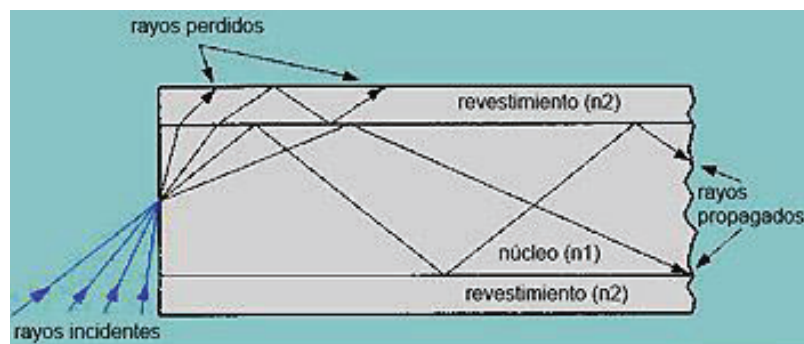


Figura 1.16 Rayos incidentes, perdidos y propagados en un fibra óptica [10]

1.3.1.3.2 Fibra multimodo y monomodo

Dentro de una fibra pueden viajar varios rayos de luz que toman trayectorias distintas. Este es el caso de una fibra multimodo. El número de modos que pueden viajar en una fibra dependerán esencialmente del diámetro del núcleo, de la longitud de onda de la luz y de los índices de refracción del núcleo y el revestimiento. Un modo describe la ruta de propagación de un rayo de luz en el núcleo de una fibra óptica. Las fibras multimodo suelen tener núcleos con diámetros por encima de 50 μm .

Se pueden distinguir dos tipos de fibra según el perfil del índice de refracción. Las fibras con índice escalonado y las de índice gradual. Las primeras, también conocidas como índice abrupto o de salto de índice, son aquellas en las que la zona

⁵ Es el ángulo del rayo incidente específico para el cual el rayo refractado estará a un ángulo de 90° , es decir en el plano de separación de los medios.

por la que va a transmitirse la señal tendrá un índice de refracción uniforme y constante.

También existen fibras cuyo núcleo tiene un índice de refracción que va disminuyendo conforme se aleja su eje, estas se conocen como fibras de índice gradual. Son más difíciles de fabricar y por ende más costosas, pero presentan mejores prestaciones para transmisión sobretodo en la reducción de la dispersión modal⁶. Con este tipo de fibra se logra mayores tasas de transmisión y mayor alcance en comparación con las de índice escalonado.

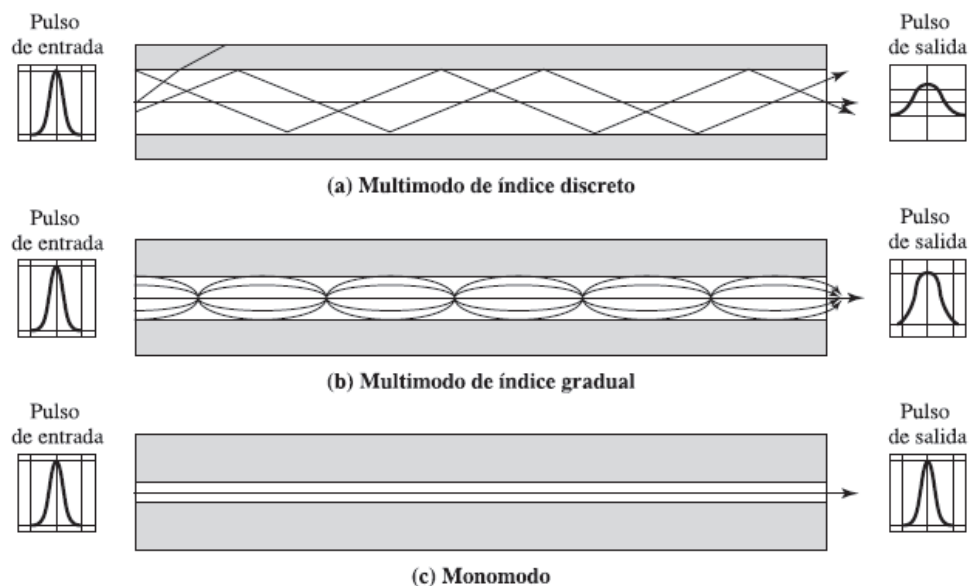


Figura 1.17 Propagación en fibras multimodo y monomodo

En las fibras monomodo el diámetro del núcleo se reduce lo suficiente de forma que a través de ella puede viajar únicamente un modo, paralelo al eje de la fibra. De esta manera el problema del ensanchamiento de los pulsos se reduce por completo y se consigue distancias y velocidades de transmisión muy superiores. El diámetro del núcleo se encuentra en el orden de unidades de μm .

⁶ La dispersión modal es la distorsión de la señal producida porque los tiempos que tardan cada uno de los modos en llegar al destino no son los mismos, produciéndose un ensanchamiento en tiempo de los pulsos transmitidos. Es un fenómeno acumulativo con la distancia.

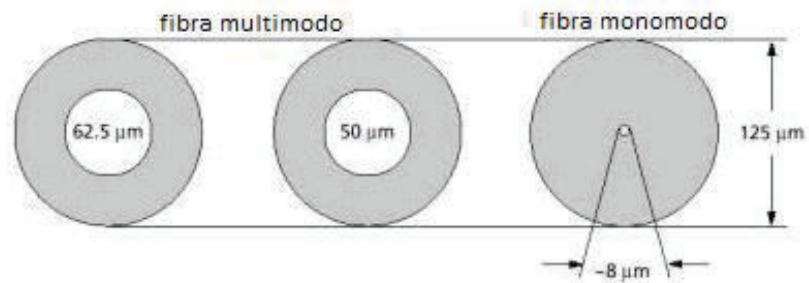


Figura 1.18 Diámetros típicos para fibras multimodo y monomodo [12]

1.3.1.3.3 Pérdidas en la fibra óptica

Al igual que cualquier medio de transmisión, en la fibra óptica las señales transmitidas también sufren de atenuación. Cabe recalcar que en este caso para definir la atenuación, la relación entre potencias del transmisor y receptor se la hace utilizando la potencia lumínica. Típicamente se expresa en decibelios por kilómetro [dB/Km].

Las pérdidas en la fibra óptica pueden deberse a factores internos, propios de la fibra, o a factores externos como la exposición al ambiente o las curvaturas. El primer caso recibe el nombre de pérdidas intrínsecas de la fibra, y son causadas por impurezas del material y desperfectos en el proceso de fabricación. Las pérdidas más relevantes son las de absorción y el *scattering*⁷, que dependen directamente de la longitud de onda de la señal como se muestra en la Figura 1.19.

Los factores externos también afectan a la atenuación que sufren las señales dentro de la fibra. Por ejemplo, cuando se dobla el cable durante la instalación el ángulo de incidencia de algunos rayos reduce demasiado y se desvían al revestimiento. Estas pérdidas llegan a ser significativas para radios de curvatura muy pequeños. De igual manera, se producen pérdidas por pequeñas irregularidades en el manto y el núcleo que se conocen como microcurvaturas y son consecuencia de desperfectos en el proceso de fabricación.

⁷ En este caso se refiere a la dispersión que sufre la luz por discontinuidades en el material o anomalías que generan variaciones en el índice de refracción.

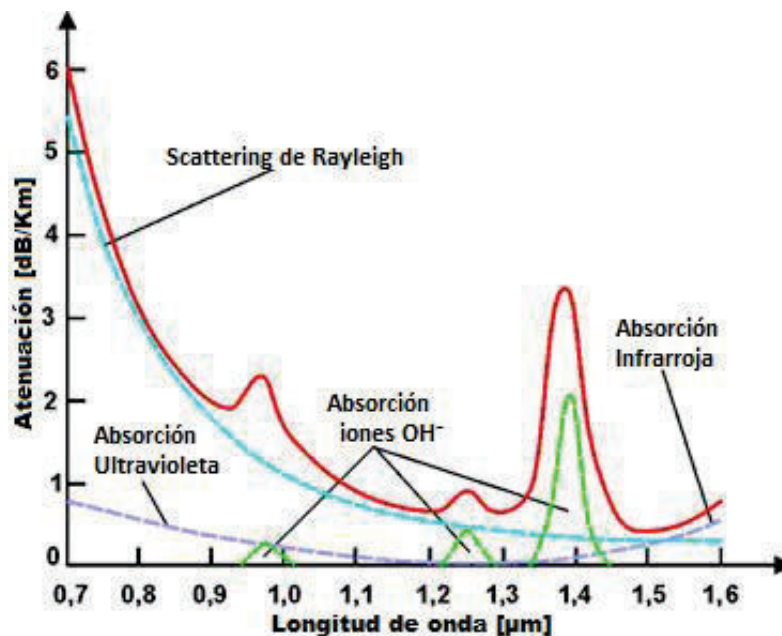


Figura 1.19 Pérdidas intrínsecas en una fibra óptica [13]

La fuerza que soportan los cables durante la instalación, o que mantienen en el tendido, así como los factores climáticos y cambios de temperatura también afectan las propiedades de transmisión de la fibra y se deben tomar en cuenta para cualquier enlace óptico.

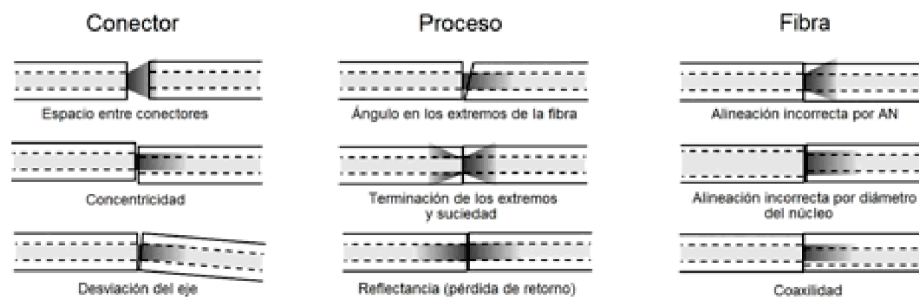


Figura 1.20 Causas de pérdidas en fibra óptica por conectores [14]

Además de lo mencionado, otra causa de pérdidas son los puntos de unión óptica. Esto es en los acoplamientos de las fibras con los distintos dispositivos ópticos (detector, fuente, amplificador, etc.) o con otras fibras.

Un resumen de los distintos tipos de pérdidas que se presentan en la fibra óptica se muestra en la Figura 1.21.

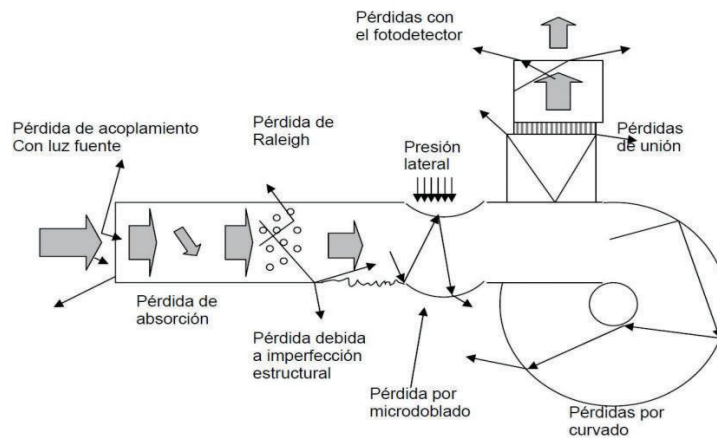


Figura 1.21 Representación de pérdidas en la fibra óptica [15]

1.3.1.3.4 Presupuesto de potencia en un enlace óptico

Es importante realizar un análisis del presupuesto de potencia de un enlace óptico para asegurar que la señal que llegue al receptor tenga la potencia apropiada para que se dé la comunicación. Es decir, que la luz que alcance el receptor luego de las pérdidas durante la transmisión sea suficiente para que el sistema óptico funcione adecuadamente.

Para el cálculo del presupuesto del enlace se deberá tomar en cuenta la potencia de salida del transmisor óptico y todas las pérdidas que se tenga en el enlace, y a esta diferencia compararla con la sensibilidad del receptor. Si se usa amplificadores, como en enlaces de larga distancia, también se considera su ganancia como aporte a la potencia del transmisor. Por seguridad se utiliza un margen extra en el cálculo, pero siendo cautelosos ya que se puede saturar el receptor si la potencia que llega a este es muy alta. La ecuación (1.2) representa el balance de potencia mencionado.

$$P_{Tx} - \alpha_{totales} + G = sensibilidad_{Rx} + Margen\ de\ seguridad \quad (1.2)$$

Se deberá tomar en cuenta las pérdidas en los conectores, en los empalmes, en la transferencia de luz del transmisor a la fibra y de la fibra al receptor, las pérdidas por atenuación y cualquier otro tipo de pérdidas significativas en el enlace. Las pérdidas por conectores generalmente vienen definidas por el fabricante. Los

empalmes dependerán de la calidad de los mismos, suelen ser pérdidas pequeñas pero conviene utilizar el peor de los escenarios para el cálculo.

En el acoplamiento del transmisor y el receptor a la fibra se tienen pérdidas pequeñas si se utiliza los elementos adecuados, un emisor directivo acorde al diámetro de la fibra y la fibra apropiada. La atenuación también se calcula con el dato que brinda el fabricante en dB/Km, multiplicándolo por la distancia del enlace.

La sensibilidad del receptor es la mínima cantidad de potencia que éste requiere para funcionar apropiadamente. El propósito de este cálculo será asegurar que la potencia que llegue sea mayor a este valor. La sensibilidad de un equipo está relacionada con la velocidad de operación del sistema. A mayor velocidad se requerirá una mayor potencia para su funcionamiento.

El margen de seguridad que se incluye será para compensar imprecisiones en los cálculos, degradaciones del sistema y otros factores menores que no se han tomado en cuenta en los datos. El valor que se asigne será criterio del diseñador y dependerá del escenario de trabajo.

1.3.1.3.5 Comparación entre fibra óptica y cable de cobre

Resulta muy útil comparar la fibra óptica con el cobre. Las ventajas que tiene la fibra son muchas. Más allá del ancho de banda superior que posee la fibra, su poca atenuación permite alcanzar grandes distancias sin repetidores a una velocidad de transmisión superior al cobre. Tampoco se ve afectada por interferencias electromagnéticas ni fuentes de ruido eléctrico. Su peso también resulta más conveniente en ciertos enlaces donde un par de fibras puede sustituir decenas de cables de cobre. Esto, a más de reducir el espacio necesario, facilita la manipulación e instalación.

Las desventajas que tiene la fibra óptica frente al cobre se relacionan con el costo y la complejidad. Los equipos, interfaces, implementos, y el cable es sí tienen un mayor precio, y tanto la instalación como el mantenimiento resultan más complicados y requieren de personal especialmente capacitado.

1.3.2 MEDIOS NO GUIADOS ^{[1], [16]}

Las conexiones inalámbricas se caracterizan por ser de naturaleza de difusión, no confiables, donde varias señales comparten el mismo medio. Se posibilita la movilidad, ya que los dispositivos no necesitan estar atados a un punto fijo para mantener conexión.

En una comunicación inalámbrica, la información que generalmente se tiene en forma de señal eléctrica es transformada en ondas electromagnéticas que pueden viajar en el espacio, llegar a un receptor y ser convertidas de nuevo a señales eléctricas para ser procesadas. Esta transformación de energía eléctrica en ondas electromagnéticas y viceversa la realizan las antenas (también lo puede hacer fuentes y detectores de luz en el caso del uso de Infrarrojo).

La frecuencia es un parámetro muy importante que definirá el comportamiento de las señales en la transmisión. La longitud de onda se encuentra relacionada con la frecuencia por la velocidad a la que se propagan las ondas. En el vacío la velocidad de propagación es constante e igual a la velocidad de la luz⁸. En otros medios la velocidad es menor y varía levemente con la frecuencia.

Al espectro electromagnético se lo divide en bandas de frecuencia o intervalos asignados para alguna aplicación o con propiedades similares, aunque las definiciones de las bandas no son del todo exactas. De forma general el espectro usado en comunicaciones está formado por:

- ✓ Ondas de Radio
- ✓ Microondas
- ✓ Infrarrojo
- ✓ Luz Visible

⁸ La relación entre la frecuencia f , la longitud de onda λ y la velocidad de la luz c está dada por $\lambda f = c$

En la Figura 1.22 se muestra los intervalos antes mencionados con sus frecuencias y longitudes de onda correspondientes. La banda ultravioleta y las radiaciones ionizantes, rayos x y rayos gamma, no se usan en sistemas de comunicación.

La UIT define una división del espectro radioeléctrico en bandas de frecuencia como se muestra en la Tabla 1.3. A cada banda se le ha dado usos específicos dentro de las comunicaciones, por ejemplo la banda VLF se usa en comunicaciones militares, la banda MF es la utilizada para la difusión de radio AM, etc.

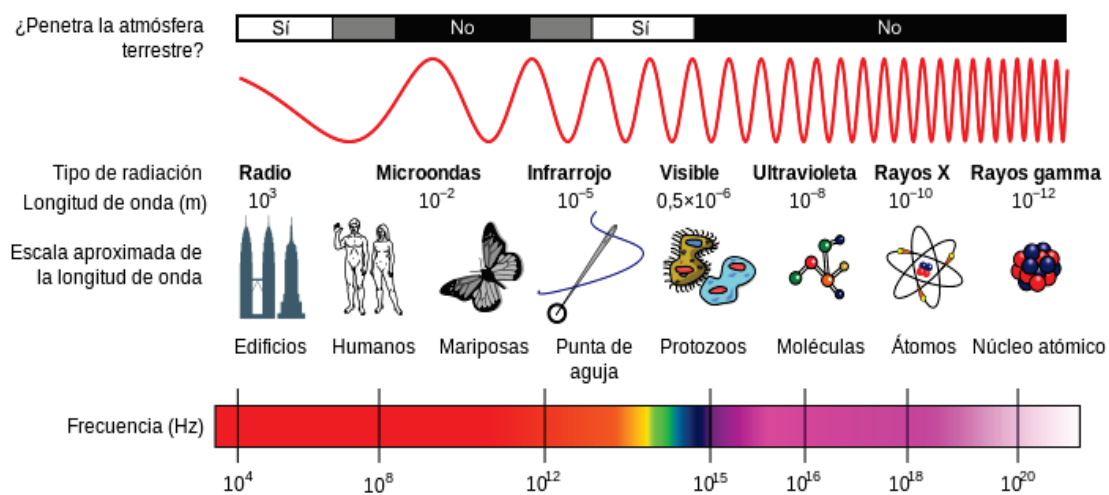


Figura 1.22 Diagramas del Espectro Electromagnético [17]

Banda de frecuencia	Número de banda	Símbolo	Rango de Frecuencia	Rango de Longitud de Onda
Muy baja frecuencia	4	VLF	3 a 30 KHz	10 a 100 Km
Baja frecuencia	5	LF	30 a 300 KHz	1 a 10 Km
Frecuencia media	6	MF	300 a 3.000 KHz	100 a 1000 m
Alta frecuencia	7	HF	3 a 30 MHz	10 a 100 m
Muy alta frecuencia	8	VHF	30 a 300 MHz	1 a 10 m
Ultra alta frecuencia	9	UHF	300 a 3.000 MHz	10 a 100 cm
Súper alta frecuencia	10	SHF	3 a 30 GHz	1 a 10 cm
Frecuencia extremadamente alta	11	EHF	30 a 300 GHz	1 a 10 mm

Tabla 1.3 Bandas de radiofrecuencia UIT [18]

La frecuencia de una señal afecta la forma en la que esta viaja a través del espacio. Por ejemplo, las ondas de baja frecuencia atraviesan obstáculos con facilidad y tienden a difundirse en todas las direcciones. A mayor frecuencia las señales en cambio tienden a viajar en línea recta, es decir las radiaciones se vuelven más directivas. Por ejemplo en los enlaces de microondas, que son las señales de frecuencias entre 1 y 300 GHz, es crítico el apuntamiento de las antenas ya que en estos casos es necesario tener línea de vista para lograr la comunicación. Del mismo modo, al tener longitudes de onda pequeñas ya no logran traspasar obstáculos, al contrario rebotan sobre las superficies. Esto causa un problema conocido de los enlaces inalámbricos, el efecto multitrayectoria o *multipath*.

1.3.2.1 Dificultades en transmisiones inalámbricas

A más de los problemas de ruido, atenuación y distorsión que se explican en el Anexo A, el medio inalámbrico presenta otras dificultades propias. Las más relevantes para la transmisión con línea de vista se detallan a continuación:

1.3.2.1.1 Pérdidas de espacio libre

Durante una transmisión inalámbrica se produce una pérdida de potencia de la señal que aumenta mientras más lejanas estén las antenas de transmisión y recepción. Esto se produce debido a que a mayor distancia la señal se irradia sobre un área más amplia. Esta disminución de la potencia se conoce como pérdidas de espacio libre o *path loss*, y se expresa como el cociente entre la potencia radiada en transmisión y la potencia recibida. Este valor se expresa generalmente en decibelios.

1.3.2.1.2 Absorción atmosférica

Una fuente adicional de pérdidas entre dos antenas es la absorción atmosférica, causada principalmente por el vapor de agua y el oxígeno. El vapor de agua tiene una mayor incidencia alrededor de los 22 GHz, volviéndose menos atenuante en frecuencias menores a 15 GHz. El oxígeno en cambio tiene su pico de afectación en los 60 GHz, con menores efectos por debajo de los 30 GHz.

La lluvia y la niebla también causan pérdidas en la transmisión. Por esto, en zonas con muchas precipitaciones se debe procurar distancias más cortas de los enlaces u optar por frecuencias más bajas.

1.3.2.1.3 Multitrayectoria

En muchos escenarios de comunicaciones inalámbricas existen obstáculos presentes en el camino entre transceptores. Estos hacen que múltiples copias de la señal vayan tomando diferentes trayectorias hasta llegar al destino, y por consiguiente lleguen con diferentes retardos de acuerdo a la longitud de la trayectoria que tomaron. El efecto multitrayectoria puede ser controlado cuando se utilizan antenas fijas en ubicaciones apropiadas.

1.3.2.1.4 Refracción

Las variaciones de densidad del aire ocasionan un cambio en la velocidad de las ondas mientras se propagan en la atmósfera. Normalmente la velocidad aumenta con la altura, causando un doblamiento de la señal hacia abajo. Este fenómeno de refracción de las ondas se da debido a que el aire no tiene un índice de refracción constante, provocando el desvío de las señales. Esto puede ocasionar que parte de la onda de línea de vista no llegue a la antena receptora.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL TRÁFICO QUE CIRCULARÁ POR LA RED A DISEÑAR

1.4.1 DATOS SOBRE REDES IP

La razón inicial de la creación de redes informáticas era la compartición y el intercambio de datos. Existían otras redes para el transporte de voz (PSTN), difusión de audio y video (radio y televisión), etc.

El crecimiento de las redes informáticas ha sido notable, por los beneficios que trae a nivel empresarial, económico y educativo. Hoy por hoy en casi todo el mundo se constituyen y utilizan redes para compartir documentos, archivos, correo e información en general. La aparición de la conmutación paquetes impulsó la

transmisión de datos de forma digital. Este tipo de conmutación consiste en fragmentar la información en partes llamadas paquetes, encapsularla añadiendo bits necesarios para que cada paquete llegue a su destino correctamente, y ensamblando la información de los paquetes en el destino. Esto trae algunas ventajas:

- Permite que varios usuarios compartan la misma conexión.
- Si algún paquete llega corrompido no hace falta reenviar toda la información, sino solo los paquetes afectados.
- Los paquetes pueden seguir varias rutas, la información de su origen y destino se incluye en el paquete y se puede optimizar las rutas a seguir.
- Al tratarse de información digital, ésta se puede comprimir y encriptar.

1.4.1.1 Protocolo de Internet IP ^[19]

El protocolo de red más utilizado en este escenario es IP (*Internet Protocol*), que ofrece un servicio de envío y recepción de paquetes de datos no confiable y no orientado a la conexión. No se garantiza la entrega de paquetes. Si existe un problema dentro de la ruta, los paquetes se descartan sin enviar notificación alguna; a esto se lo conoce como entrega del mejor esfuerzo. Este protocolo mostró ser efectivo en la transmisión de datos por esta razón se lo utiliza en la mayor parte de las redes, incluyendo Internet.

1.4.1.1.1 Direcciones IP

Para identificar a una interfaz dentro de una red, IP define una dirección de 32 bits en su versión 4. Las direcciones IP se componen de dos partes variables:

- Identificador de Red (*NetID*)
- Identificador de Host (*HostID* o identificador local).

Todos los host que son parte de una red comparten la misma porción de red, y se distinguen por la porción de host.

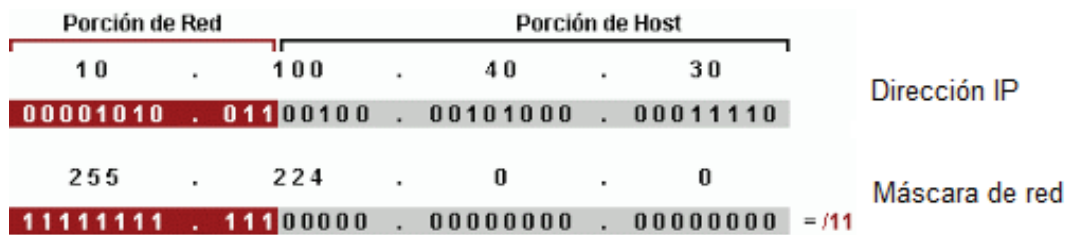


Figura 1.23 Ejemplo de una dirección IPv4 y su máscara de red [20]

Para encaminar los paquetes entre varias redes, se utiliza el identificador de red de la dirección IP destino. Una vez que el paquete ha llegado a la red destino se utiliza el identificador de host para dirigirlo a la interfaz indicada.

Para diferenciar entre los bits que identifican a la red de los bits que identifican al host se utiliza una máscara de red. La máscara se compone de 32 bits que asignan un 1 a los bits que corresponden a la red y un 0 a los bits de host. Para extraer el *NetID* de una dirección IP se realiza una operación AND entre la dirección y la máscara de red, como se ve en la Figura 1.24.

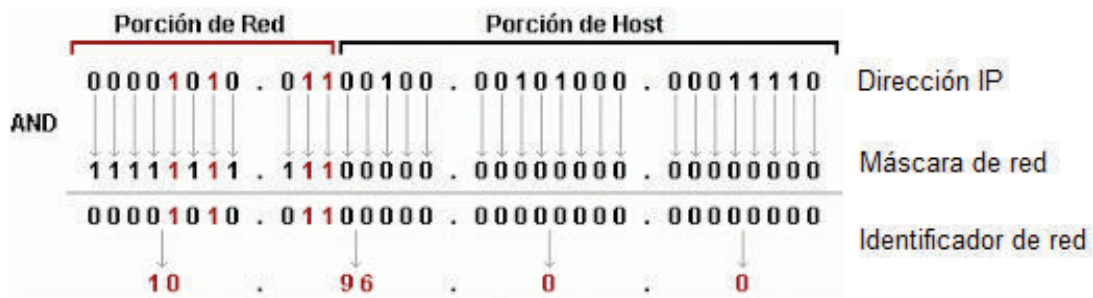


Figura 1.24 Cálculo del identificador de red de una dirección IP [20]

1.4.1.1.2 Formato del paquete IP

Los paquetes IP se componen de una cabecera y los datos como se muestra en la Figura 1.25, alineados en múltiplos de 32 bits. La cabecera será de mínimo 20 bytes y contiene los siguientes campos:

- *Versión*: Indica la versión del protocolo IP usado. La que se usa en esta descripción es la 4.

- *Longitud de la cabecera:* Es el número de palabras de 32 bits del que se compone la cabecera del paquete. Este valor será como mínimo 5 (20 bytes) y máximo 15 (60 bytes), dejando un espacio de 40 bytes para las opciones.
- *TOS, Type Of Service:* Son cuatro bits bandera que brindan información sobre ciertas características que se desea de red de acuerdo al tipo de servicio al que pertenece el paquete: minimizar retardo, maximizar velocidad, maximizar fiabilidad y minimizar costo. Estos cuatro bits van precedidos de tres bits no usados normalmente y seguidos de un bit que debe ser 0.
- *Longitud total del paquete:* Es el número de bytes que forman el paquete, incluyendo la cabecera. El tamaño máximo de un paquete IP está limitado por este campo de 16 bits (65.535 bytes). En la práctica no se utilizan tamaños de paquetes superiores a los 576 bytes.
- *Identificación:* Este campo se utiliza para identificar los fragmentos de un mismo datagrama (todos llevarán el mismo valor en este campo), y que el receptor pueda ensamblarlos.
- *Flags:* Tres bits bandera. El primer bit, reservado, es 0. El bit DF (*Don't Fragment*) se setea para indicar que no se quiere que el paquete se fragmente. El bit MF (*More Fragments*) se usa para identificar el último fragmento de un datagrama, todos los fragmentos llevan este bit a 1 a excepción del último.
- *Offset del fragmento:* El valor de este campo es la ubicación del fragmento dentro del datagrama en unidades de 8 bytes. El primer fragmento tendrá un offset de cero.
- *TTL (Time To Live):* Para evitar que un paquete se quede viajando por la red indefinidamente si existe algún error en las tablas de enrutamiento se le asigna un tiempo de vida. El equipo que envía el paquete asigna un valor en este campo, que va decreciendo en cada salto que dé a través de la red. Si el contador TTL llega a 1 y no llega a su destino, el paquete se descarta.

- *Protocolo*: Identifica el protocolo de capa superior con el que se está trabajando. Estos valores se encuentran en la RFC 1700: *Assigned Numbers*.
- *Checksum de la cabecera*: Se usa como mecanismo de detección de errores en la cabecera.
- *Dirección IP origen, dirección IP destino*: Los 32 bits correspondientes a cada dirección de los hosts que llevan a cabo la comunicación, extremo a extremo.
- *Opciones*: Este campo es variable y no necesariamente está presente en todos los datagramas. Se usa para incluir información adicional en el paquete. Las diferentes opciones posibles se describen en el RFC 791.

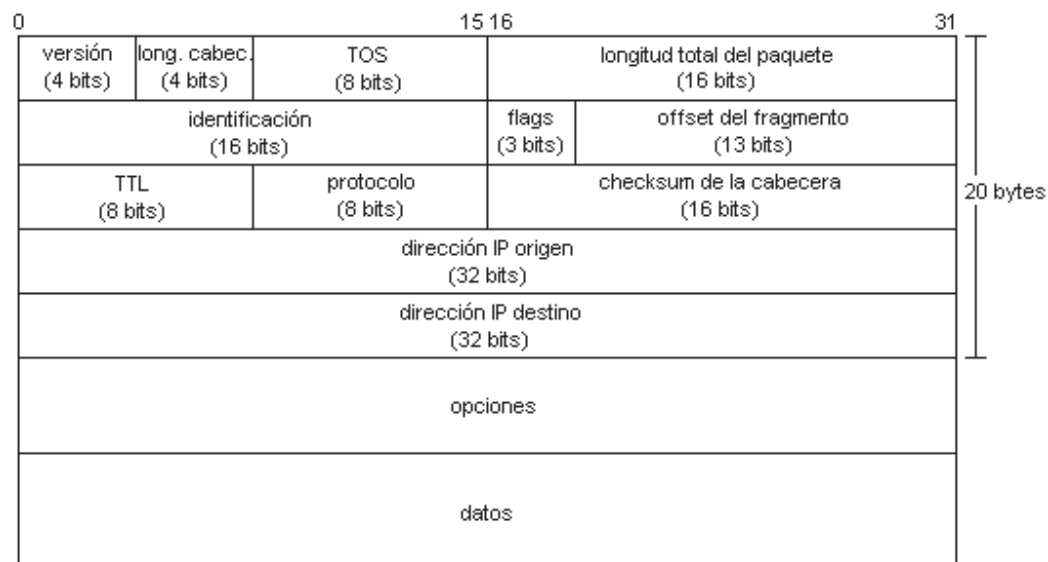


Figura 1.25 Formato de un paquete IP [21]

1.4.2 TELEFONÍA IP [22], [23]

Voz sobre protocolo de Internet es una tecnología para la transmisión de voz en tiempo real en redes utilizando protocolo IP. La idea original de VoIP era transmitir señales de voz en redes de datos y reducir el costo de llamadas de larga distancia. Actualmente las implementaciones de voz sobre IP son cada vez más comunes por los beneficios que tienen.

Para poder transmitir la voz a través de una red de datos el primer paso es transformar la señal de voz analógica en digital, para esto se usa un códec. Este comprime las señales en muestras digitalizadas. Ejemplos de códec de compresión de voz son G.711, G.723.1, G.726 y G.729, que se estudian más adelante.

Los datos que entrega el códec se deben organizar en paquetes para ser enviados a través de red. Para formar el paquete IP se van incluyendo cabeceras de protocolos a los datos. La información que se coloca en las cabeceras es necesaria para una transmisión y enrutamiento correctos a través de la red, y para poder recuperar la señal en el lado del receptor.

Los paquetes de voz se envían sobre la red IP. Hay que tener presente que las redes IP no están diseñadas para soportar la transmisión de voz en tiempo real. Factores como el retardo, el *jitter*⁹ y la pérdida de paquetes conlleva una pérdida de calidad imprevisible de la calidad de voz. Cuando el paquete llega a recepción se desencapsula y se utilizan buffers para absorber las variaciones de retardo de los paquetes y de este modo hacer posible una reconstrucción fluida de la señal de voz.

Como ya se ha mencionado el término VoIP implica que la voz digitalizada se transmite en paquetes IP, pero otros protocolos y mecanismos son necesarios para este proceso. Existen dos protocolos de transporte principales: TCP y UDP, cada uno con sus ventajas y desventajas acorde a la aplicación. Sin embargo, ninguno de los dos resulta adecuado por sí solo para la transmisión de datos (voz o video) en tiempo real. El protocolo RTP, que se analiza con más detalle en la Sección 1.5.1.2.1, brinda una solución a este problema. Para ofrecer multiplexación RTP debe trabajar en conjunto con TCP o UDP, y ya que UDP ofrece una mayor velocidad y menor *overhead*¹⁰ es la opción más utilizada en este tipo de sistemas.

⁹ Jitter, hace referencia a la variación que tienen los retardos en el envío de señales digitales.

¹⁰ En transmisión de datos digitales se denomina overhead a los bytes extras que no son parte de los datos y se incluyen en las tramas enviadas debido a los distintos encapsulamientos.

1.4.2.1 Compresión de la voz

Los códecs de voz se basan en diferentes técnicas de compresión que apuntan a eliminar la redundancia de la señal de voz para así reducir los costos de transmisión y almacenamiento (en el caso de que las señales sean grabadas). Usualmente se usa el códec PCM de 64 Kbps como referencia para comparar los demás códecs de voz. La mayoría de códecs tienen velocidades de transmisión que están entre los 4,8 Kbps y 16 Kbps, con una buena calidad de voz y una relación de compresión razonable. Estos códecs se utilizan cuando el ancho de banda disponible es limitado. Existen códecs de menores tasas (1,2 o 2,4 Kbps) que conservan la inteligibilidad pero con una mala calidad de voz que suena 'robotizada'.

A groso modo, a mayores tasas de transmisión mejor calidad. Es decir que a la hora de escoger el códec adecuado para una implementación habrá que tomar en cuenta, entre otros factores, la calidad de voz deseada y la disponibilidad de velocidad de transmisión para esta aplicación.

1.4.2.1.1 G.711

La recomendación ITU-T G.711 para codificación de audio utiliza modulación de pulsos codificados PCM operando a una frecuencia de muestro de 8 KHz con palabras de 8 bits, lo que proporciona un flujo de datos de 64 Kbps. Es ampliamente utilizado en redes de telefonía utilizando dos métodos principales, la ley A y la ley μ con una cuantificación no uniforme. Ofrece una buena calidad de voz y requiere poco procesamiento, pero tiene una tasa de bits elevada en comparación a otros códecs. Cuando la capacidad de la red lo permite es uno de los códecs más recomendables.

1.4.2.1.2 G.723.1

Es un códec que comprime la señal de voz en tasas de 5,3 y 6,3 Kbps. El algoritmo utiliza palabras PCM de 16 bits con un muestreo a 8 KHz, se trabaja con tramas de 30 ms y un adelanto de 7,5 ms lo que significa un retardo de 37,5 ms propio de la compresión. Se utiliza el algoritmo ACELP para la tasa de 5,3 Kbps y el algoritmo MPC-MLQ para 6,3 Kbps. Con este códec se obtiene una compresión bastante alta

manteniendo una calidad de voz aceptable. Sin embargo, exige bastante procesamiento de la señal y existen otros códecs que ofrecen mejor calidad a tasas de bit similares.

1.4.2.1.3 G.726

Es un códec basado en la técnica de modulación adaptativa diferencial de pulsos codificados ADPCM con tasas de transmisión de 16, 24, 32 y 40 Kbps. El algoritmo va cambiando el paso de cuantificación de acuerdo a la diferencia de amplitudes de las muestras tomadas de la señal. Se utiliza mucho en aplicaciones de almacenamiento de voz y en enlaces internacionales de troncales de telefonía.

1.4.2.1.4 G.729

El algoritmo de compresión utilizado es el CS-ACELP. Este procesa las señales en tramas de 10 ms con 5 ms de adelanto, es decir introduce un retraso de 15 ms. El algoritmo usa muestras PCM de 16 bits que se comprimen a una tasa de 8 Kbps, pero existen extensiones que suministran tasas de 6,4 y 11,8 Kbps.

El anexo A es una versión simplificada que requiere un menor procesamiento de la señal a cambio de sacrificar en parte la calidad de la voz. El anexo B, incluye la compresión de silencios y generación de ruido de confort. El codificador G.729.1 es una extensión para codificación de audio que trabaja sobre un espectro superior (hasta 7 KHz).

Sus bajos requerimientos de ancho de banda y corto retardo de codificación lo hacen una de las opciones más utilizadas para voz sobre IP.

1.4.3 VIDEO SOBRE IP ^{[22], [24]}

Los sistemas de video sobre Protocolo de Internet, permiten la transmisión de video utilizando redes IP. Esta transmisión puede ser en tiempo real para aplicaciones como videoconferencia o videovigilancia. Se puede brindar la visualización de las imágenes utilizando navegadores o con *software* especial diseñado para alguna aplicación en particular. Es posible grabar la información como respaldo o para una

futura transmisión. Se puede usar el canal de datos para transmitir comandos a las cámaras y controlarlas remotamente. Existen sistemas que implementan sensores de movimiento para activarse únicamente cuando se detecte actividad y ahorrar recursos, y varias opciones más que permiten complementar la funcionalidad de la transmisión de video.

Entre las ventajas que ofrecen los sistemas de video sobre IP están:

- Buena calidad de video, que se puede adaptar a la capacidad del sistema.
- Son sistemas flexibles y escalables.
- Son adaptables a sistemas analógicos existentes.
- Permiten acceso remoto.

La forma en la que se transmite el video sobre redes IP es similar a como se transmite la voz. Las imágenes digitales que se obtienen de las cámaras IP se comprimen y se encapsulan en paquetes para ser enviados hasta el centro de control o de monitoreo. Los paquetes viajan a través de la red donde normalmente se sufre de pérdida de paquetes y retrasos. En el receptor se toman los paquetes, se desencapsulan para reconstruir la información que deberá descomprimirse antes de ser reproducida. Las imágenes también pueden ser almacenadas de así requerirlo. La velocidad de transmisión requerida para video es claramente mayor que la que se necesita para la voz por ser un tipo de información mucho más complejo. En ocasiones se transmitirán simultáneamente voz y video, en una videoconferencia por ejemplo.

En cuanto a la compresión de las señales también se usan diferentes métodos. Básicamente existen dos tipos de compresión para video, cuadro por cuadro y temporal. En la compresión cuadro por cuadro se toma una imagen por cada cuadro, en la temporal se capturan imágenes periódicamente y a través de algoritmos se interpreta lo que pasa entre estas imágenes. Los principales métodos de compresión de video se nombran a continuación:

1.4.3.1 MJPEG

Utiliza un tipo de compresión cuadro a cuadro con imágenes JPEG, se obtienen videos de alta calidad con pocos requerimientos de procesamiento para decodificar y reproducir. También se caracteriza por ser bastante predictivo en cuanto al uso de los recursos de red, sin importar las condiciones de luz o la cantidad de movimiento como en otras codificaciones. Es un tipo de compresión no propietario y existen pocas variaciones entre distintos fabricantes. Su uso de ancho de banda y de almacenamiento suele ser mayor que otras alternativas en muchos de los casos.

1.4.3.2 H.264 (MPEG-4 part 10/AVC)

Es una compresión temporal con la que se consiguen videos de alta calidad con una utilización de ancho de banda sustancialmente menor. Existen diferentes perfiles que varían mucho unos de otros, ofreciendo distintas calidades de video y ofreciendo más o menos prestaciones. Debido a la metodología que utiliza H.264 se necesita recoger varias imágenes antes de empezar a procesarlas, lo que podría causar retardos importantes entre una acción y que ésta se muestre en el monitor. Esta característica la hace útil en *streaming* de videos ya grabados. A diferencia de MJPEG el ancho de banda que ocupa un video codificado con H.264 varía mucho de acuerdo a la actividad o las condiciones de iluminación. En escenarios con poca actividad es donde H.264, por ser un tipo de compresión temporal, se destaca por su bajo consumo de ancho de banda.

1.4.4 SCADA

El nombre de SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) hace referencia a un *software* que permite monitorear de manera remota un proceso, acceder a los datos que de este surjan y realizar un control del mismo, utilizando herramientas de comunicación necesarias. Un sistema SCADA no es un sistema de control en sí, sino que brinda la interfaz entre un nivel de control y un nivel de gestión del proceso supervisado.

La capacidad de monitorear y supervisar en tiempo real los datos de la planta es una de las prestaciones principales de la implementación de sistemas SCADA. También es posible realizar la automatización de ciertas maniobras y programar alarmas para alertar de algún problema.

Los datos adquiridos se pueden almacenar en históricos, tabular, graficar y evaluar de manera que sirvan de herramienta al operador del sistema para manejar la planta. Además a mediano y largo plazo esta información se puede utilizar para la planificación de mantenimientos preventivos.

La manipulación de los elementos de control, así como la posibilidad de modificar parámetros de un proceso o elemento es una parte clave de las prestaciones que brinda un sistema SCADA. Estas características representan un riesgo para la operación de la planta si se obra de manera incorrecta o malintencionada. Por esta razón el sistema debe contar con mecanismos de seguridad apropiados para proteger los datos y restringir el acceso a personas no autorizadas.

Los sistemas SCADA se componen principalmente de los siguientes elementos:

1.4.4.1 Interfaz Hombre-Máquina HMI (*Human-Machine Interface*)

Es una representación simplificada del sistema bajo control con la cual el operador puede interactuar y visualizar el estado de los procesos y elementos. Se procura que esta interfaz resulte amigable y dinámica. Generalmente son pantallas que se ubican en los tableros de supervisión y control de manera local, y en las salas de control en los ordenadores de los operadores.

A través de las HMI se realiza las maniobras en los equipos o se envía los comandos de control. Aquí se muestran los valores de las variables programadas del sistema y se visualizan las alarmas y eventos. Es la herramienta de acceso al sistema.

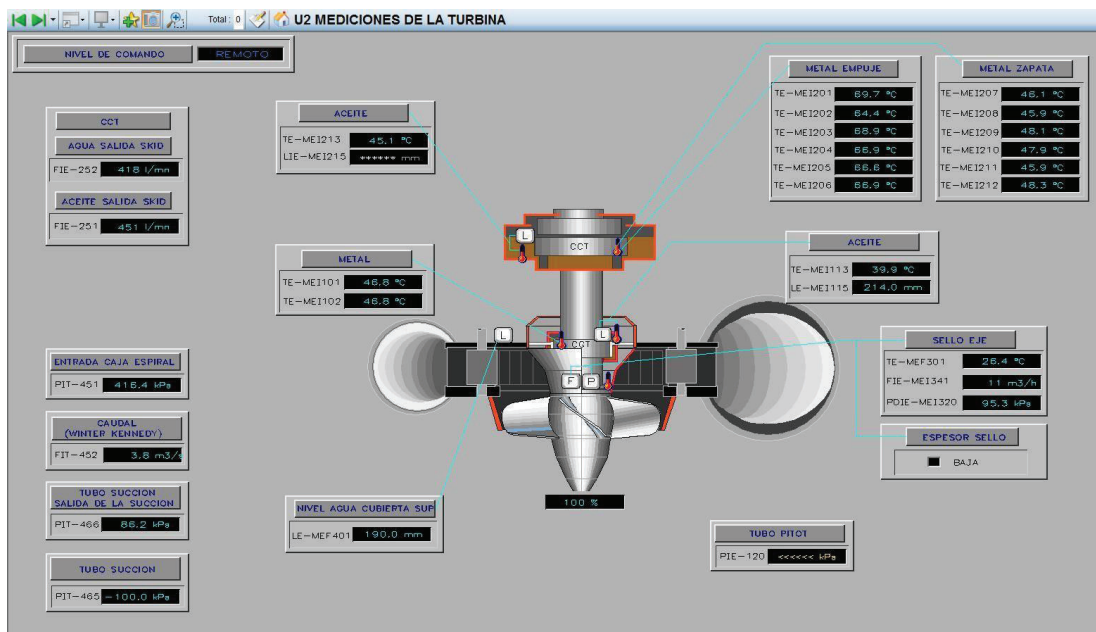


Figura 1.26 Captura de la HMI de una turbina de la Central Manduriacu

1.4.4.2 Unidad central MTU (*Master Terminal Unit*)

Es un equipo que emite comandos a las RTU. Tiene la capacidad de recolectar, procesar y mostrar información. Se considera el corazón del sistema SCADA. Las MTU se conectan a las RTU en una relación maestro-esclavo. Cuando una MTU solicita información la RTU responde, una conversación entre una MTU y una RTU la tiene que iniciar la MTU.

Una vez recogida la información requerida las MTU se comunican con las HMI u otros equipos terminales como impresoras para mostrar la información. Varias MTU se pueden conectar a un nivel superior que concentre la información de varios equipos, zonas, unidades, etc.

1.4.4.3 Unidad Remota

Las RTU son dispositivos con funciones de control y/o supervisión que se encuentran alejados del centro de control, pero conectados con este a través de algún medio de comunicación.

Dentro de esta clasificación se pueden encontrar varios elementos más o menos diferenciados:

- Las RTU o Unidades Remotas son las encargadas de las comunicaciones. Recopilan los datos de los elementos de campo y los envían a la Unidad Central, también dirige los comandos de control hacia dichos elementos.
- Los controladores lógicos programables o PLC realizan las tareas de control en los elementos de campo. Se conectan a una RTU para comunicarse con el sistema. En la actualidad existen modelos que incluyen módulos de comunicación que eliminan la necesidad de una RTU, al tener ambas funcionalidades en un solo equipo.
- Los IED son los denominados periféricos inteligentes, ya que pueden tomar acciones por decisión propia en las labores de control de acuerdo a su programación. También tienen funcionalidades de regulación y comunicación. Un ejemplo de estos dispositivos son los reguladores de voltaje.

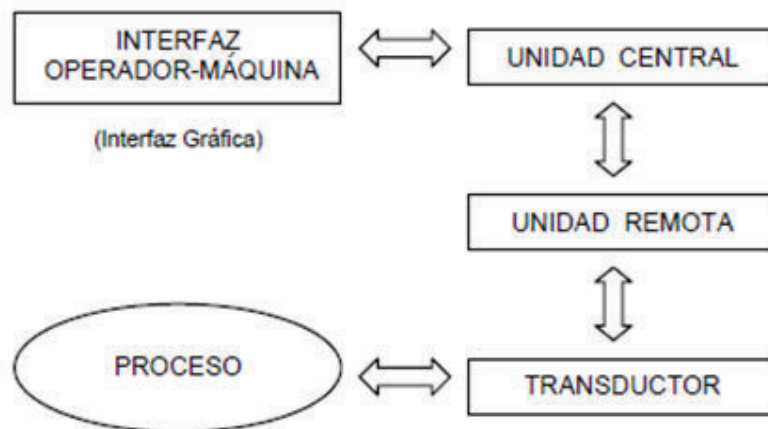


Figura 1.27 Representación del flujo de comunicación entre elementos de un SCADA [25]

1.5 CALIDAD DE SERVICIO Y SEGURIDAD DE REDES

1.5.1 CALIDAD DE SERVICIO [26]

Aplicaciones IP en tiempo real, tal como videoconferencia y telefonía son mucho más sensibles a la calidad de servicio de la red que otras aplicaciones de datos como el correo electrónico o transferencia de archivos. Calidad de servicio hace

referencia a un nivel de inteligencia de la red para brindar un desempeño apropiado para satisfacer los requerimientos de las aplicaciones.

La calidad de servicio en redes integradas hoy en día resulta muy efectiva, capaz de clasificar, asignar a colas de espera y enviar paquetes de voz o video con el fin garantizar niveles altos de entrega de paquetes, para lograr calidad de servicio aceptable en una red multiservicio.

Cuatro parámetros se utilizan generalmente para describir la calidad de servicio: el retraso o latencia, la variación de retardo, la tasa de transmisión y la cantidad de paquetes perdidos.

El retardo de extremo a extremo es el tiempo total que le toma a los paquetes de un flujo de datos viajar hasta el destino remoto. Este retardo no debería ser mayor a 150 ms, pues sobre este nivel la calidad e inteligibilidad de la conversación deja de ser aceptable.

El *jitter* o variación de retardo se refiere a los distintos tiempos de retardo con los que llegan los paquetes de un flujo de datos, este no debería sobrepasar el rango de los 20 a los 50 ms. Cuando la variación de los retardos es muy grande se producen saltos en el video o audio distorsionado.

También existe una variación de retardo entre flujos de datos. Esto es el retardo relativo entre un flujo de video y el flujo de audio correspondiente, causando una falta de sincronización en las imágenes mostradas. La pérdida de sincronización entre audio y video se vuelve perceptible cuando la diferencia en el retardo supera los 30 ms.

La falta de secuencia en los paquetes de un flujo de audio o video en tiempo real también afecta a la calidad del servicio. Cuando la tasa de paquetes perdidos supera al 1% el video se torna entrecortado. Como los paquetes de audio son en general más pequeños y operan a velocidades menores, la pérdida de estos paquetes es menos probable. Sin embargo, el audio también se ve afectado cuando existen paquetes perdidos, tornándose discontinuo. Cuando la tasa de paquetes perdidos supera el 2% el video se vuelve inutilizable, el audio es un poco más

tolerante y podría resultar aceptable. De todos modos este escenario resulta pobre para una transmisión, por lo que se debería resolver.

Para que una red cuente con calidad de servicio existen algunas soluciones y herramientas. El primer aspecto a tomar en cuenta es proveer un ancho de banda adecuado que permita tasas de transmisión para video, voz y datos en una red compartida. Para esto es importante tomar en cuenta que el encapsulamiento incrementa el tráfico en las redes. Cuando no se puede disponer del ancho de banda deseado, existen protocolos que realizan una reservación del recurso para una determinada aplicación. Este método asegura un funcionamiento adecuado de la red para dicha aplicación.

Una forma de implementar calidad de servicio es clasificar los paquetes de acuerdo a la prioridad. Los paquetes de voz son los que requieren la prioridad más alta, pues son los más sensibles a retardos y *jitter*. Con una prioridad un poco menor estarán los paquetes de video, y tras estos los paquetes de correo o Internet. En los *switches* y *routers* se manejan diferentes colas o buffers para las diferentes clasificaciones de paquetes. Los paquetes que se conmutan primero serán los de mayor prioridad, especialmente cuando exista congestión.

1.5.1.1 Clasificación del tráfico

Como se mencionó, la clasificación de tráfico es importante ya que permite dar un trato diferenciado a los paquetes acorde a sus necesidades. La política que se aplique al momento de clasificar los paquetes puede ser en base a varios criterios. Se puede diferenciar los paquetes por la dirección IP, el puerto, o el tipo de tráfico que está contenido en el paquete. Esta clasificación se la puede llevar a cabo a nivel de enlace o a nivel de red, es decir capa 2 o 3 del modelo OSI.

Una de las técnicas de clasificación se describe en el estándar IEEE 802.1p. Aquí se define un método para etiquetar tramas asignándoles un nivel de prioridad.

802.1p es parte del estándar IEEE 802.1d¹¹. Se definen 8 niveles de prioridad identificados por 3 bits. Estos bits son parte de los 4 bytes de la etiqueta 802.1q que se añade a las tramas, como se puede ver en la Figura 1.28. El estándar 802.1p trabaja a nivel MAC de forma independiente del protocolo de red. Por esta razón su utilización se da con mucha frecuencia en ambientes LAN. Dentro de los *switches* que soportan 802.1p se cuenta con distintas colas para los tramas, se puede tener de 2 a 8 colas para los distintos tipos de tráfico. Una vez que llega una trama a un puerto del *switch*, se la evalúa para conmutarla o dejarla en la cola respectiva. Las tramas se enviarán si las colas de mayor prioridad están vacías.

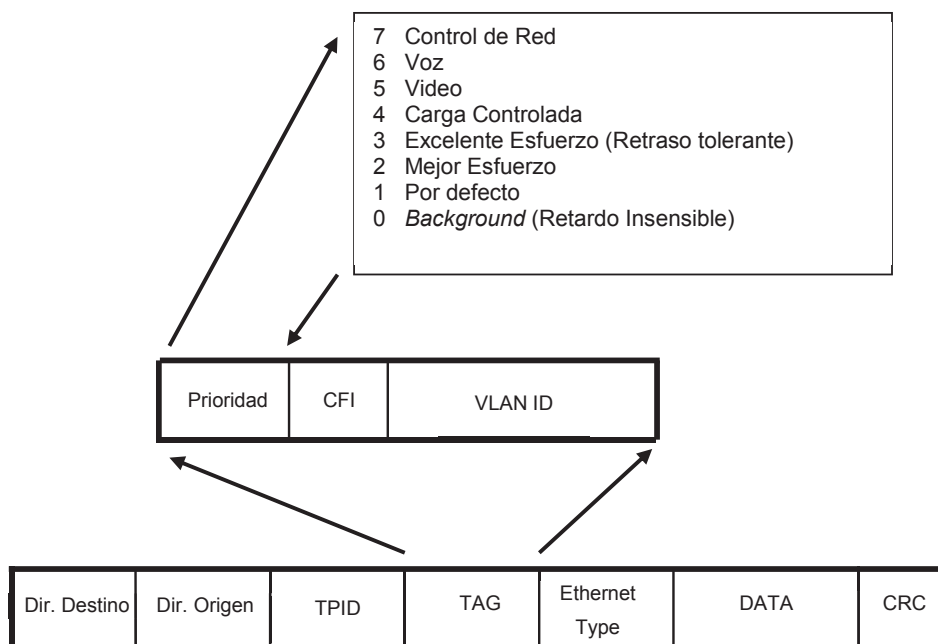


Figura 1.28 Inserción de la etiqueta 802.1q en una trama 802.3 [27]

El estándar 802.1q define la etiqueta de cuatro bytes añadido a tramas FDDI, Token-Ring y Ethernet que contiene información de seguridad y de pertenencia a una LAN virtual en combinación con IEEE 802.1p, permite a los conmutadores de nivel 2 distinguir clases de tráfico entrante. 802.1q no realiza un encapsulamiento de las tramas, sino que inserta la etiqueta dentro de la cabecera de capa 2. En las tramas Ethernet la etiqueta se ubica entre los campos de dirección de origen y tipo.

¹¹ Es el protocolo IEEE de MAC Bridges, incluye además el protocolo Spanning Tree.

Los dos primeros bytes corresponden al identificador de protocolo de etiqueta (TPID) que indica que la trama es una trama etiquetada 802.1q con un valor fijo de 0x8100. Los siguientes dos bytes se componen de 3 bits de prioridad utilizados en 802.1p, un bit para indicar a las tramas elegibles para descarte en caso de congestión (CFI) y el identificador de VLAN de 12 bits.

16 bits	3 bits	1 bit	12 bits
TPID	TCI		
	PCP	CFI	VID

Figura 1.29 Cabecera 802.1q que incluye información de prioridad 802.1p ^[28]

1.5.1.2 Aplicaciones en tiempo real

A nivel de red, utilizando IP el desempeño de la red no está garantizado. Pueden existir paquetes perdidos, retrasados, desordenados, duplicados o con errores. Las causas de estos problemas son varias, congestión en la red, problemas en los medios físicos, cambios en las rutas, etc. Estos inconvenientes hacen que este tipo de redes no sean del todo adecuadas para utilizarlas con aplicaciones en tiempo real.

Para tratar de compensar y adaptar la transmisión de los paquetes a los requerimientos de aplicaciones en tiempo real, IP se debe soportar en los protocolos de la capa de transporte. Sin embargo tanto TCP como UDP no brindan las prestaciones necesarias para asegurar una transmisión adecuada. Por esta razón se vuelve necesario implementar algún mecanismo que permita una transmisión robusta sobre una red impredecible y no confiable. Se debe controlar el *jitter*, verificar que el orden en el que llegan los paquetes sea correcto y gestionar informes del comportamiento de la red para tomar medidas correctivas de ser necesario. Esto se logra con la implementación de los protocolos RTP y RTCP.

1.5.1.2.1 RTP ^[29]

Real-Time Transport Protocol o Protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real, provee transporte extremo a extremo adecuado para aplicaciones que

transmiten información en tiempo real sobre redes *unicast* o *multicast*; por ejemplo audio y video interactivo. Estas aplicaciones hacen uso de identificación del tipo de *payload*, números de secuencia, estampas de tiempo y monitoreo de entrega. Está definido en el RFC 3550 que sustituyó al obsoleto RFC 1889.

RTP no hace una reservación del recurso de red y no garantiza calidad de servicio por sí solo, pero se complementa con su correspondiente protocolo de control RTCP que permite monitorear la entrega de la información y confía en que capas inferiores brinden estas garantías.

RTP y RTCP están diseñados para trabajar independientemente de las capas de transporte y de red que estén debajo de sí. Pero generalmente se utiliza sobre UDP para hacer uso de las características de *checksum* y multiplexación que este protocolo posee.

Con este protocolo no se asegura la entrega ni hay mecanismos para prevenir que la información no llegue en orden correcto, pero tampoco asume que la red es confiable y que los paquetes llegarán ordenados. Se utiliza números de secuencia que permiten reconstruir la secuencia de paquetes en el lado del receptor, o se pueden usar también para determinar la correcta ubicación de un paquete cuando, por ejemplo, un video se decodifica sin que los paquetes estén necesariamente en secuencia.

El protocolo RTP no se define completamente en el RFC 3550, pues aquí solo se define las funciones que serían comunes para todas las aplicaciones para las cuales RTP es apropiado. Una especificación completa para una aplicación en particular requiere de más documentación:

- Una especificación de perfil, que define un conjunto de códigos de tipos de *payload* y su correlación con los formatos de *payload*. Un perfil puede definir también extensiones o modificaciones a RTP que son específicas para algún tipo de aplicación en particular. Típicamente una aplicación funcionará bajo un único perfil.

- Una especificación de formato de *payload*, que determina como un *payload* en particular va a ser transportado en RTP.

En una conferencia de audio simple, cada participante enviará datos de audio en pequeños tramos de, por ejemplo, 20 ms de duración. Cada pieza de datos es precedida de una cabecera RTP; esta cabecera junto con los datos es encapsulada en un paquete UDP. La cabecera RTP indica que tipo de codificación de audio está presente en cada paquete de modo que es posible cambiar el tipo de codificación durante la comunicación.

En las redes de conmutación de paquetes, como la Internet, ocasionalmente se pierden paquetes, cambian de orden o llegan con retrasos distintos unos de otros. Para hacer frente a estos inconvenientes, la cabecera RTP contiene información de tiempo y número de secuencia que permiten al receptor reconstruir la secuencia de paquetes en correcto orden y tiempo, en este ejemplo las piezas de audio recibidas se reproducirían cada 20 ms. Esta reconstrucción se hace de manera individual para cada fuente de paquetes o participante de la conferencia. Los números de secuencia también se utilizan para monitorear la cantidad de paquetes perdidos.

Para mantener un control de los miembros que están participando de la conversación y qué tan bien están recibiendo los datos de audio, cada uno de ellos periódicamente emite un reporte de recepción e incluye el nombre del usuario. Esto se hace utilizando RTCP. Esto brinda información sobre cómo se está dando la comunicación y puede ayudar al control en codificadores adaptivos.

Si la transmisión incluye audio y video, éstos se envían en sesiones separadas RTP. Esto es, paquetes RTP y RTCP se transmiten para cada medio usando dos pares de puertos UDP distintos. Una de las razones para hacer esta distinción es permitir que algún participante de la conversación reciba únicamente audio o video si así lo desea. A pesar de esta separación, la reproducción sincronizada de los dos medios se puede lograr utilizando la información de tiempo que se lleva en los paquetes RTCP de ambas sesiones.

1.5.1.2.2 Cabecera RTP

La cabecera RTP tiene el formato indicado en la Figura 1.30:

(V) *Version*, 2 bits:

Este campo identifica la versión de RTP. El valor asignado en el RFC 3550 es 2.

(P) *Padding*, 1 bit:

Indica si existe o no bytes de relleno. Si este bit está seteado significa que existen bytes adicionales al final del *payload* que no contienen información. El último byte de relleno contiene el número de bytes que deberán ser ignorados en recepción. El *padding* puede ser requerido en ciertos algoritmos que utilizan tamaños de bloques fijos o cuando se envían varios paquetes RTP en una PDU¹² de capas inferiores.

(X) *Extension*, 1 bit:

Este bit indica que existe una extensión de cabecera que sigue a la cabecera fija.

(CC) *CSRC Count*, 4 bits:

Señala el número de identificadores CSRC que se encuentran luego de la cabecera fija.

(M) *Marker*, 1 bit:

La utilización de este campo se define en cada perfil.

(PT) *Payload Type*, 7 bits:

Este campo identifica el formato del *payload* RTP y determina la interpretación que le dará la respectiva aplicación. Los códigos de tipo de *payload* pueden estar

¹² PDU o Unidad de datos de protocolo, se utiliza en el intercambio de datos entre unidades dispares, dentro de una capa del modelo OSI.

definidos de manera fija en la especificación de un perfil con sus correspondientes formatos de *payload*; o de manera dinámica a través de protocolos y mecanismos complementarios, como por ejemplo SIP¹³.

Número de secuencia, 16 bits:

Es un contador que va incrementando de uno en uno para cada paquete RTP. El número de secuencia se utiliza para detectar paquetes perdidos y restaurar el orden de los paquetes en recepción. El valor inicial de número de secuencia debe ser aleatorio.

Marca de tiempo, 32 bits:

La marca de tiempo o *timestamp* indica el instante de muestreo del primer byte del paquete RTP. El reloj utilizado deberá tener una resolución acorde a la precisión en la sincronización que se desee, así como para la medición del *jitter*.

El valor inicial de la marca de tiempo debe ser aleatorio al igual que el número de secuencia. Pero en este caso, varios paquetes RTP consecutivos tendrán la misma marca de tiempo si estos se generan a la vez, como es el caso de los distintos paquetes que forman un cuadro de video

SSRC, 32 bits:

Este campo identifica la fuente de sincronización (*synchronization source*). Este identificador se debe escoger de manera aleatoria, con la intención que dos fuentes en la misma sesión RTP no tengan el mismo identificador SSRC. Pese a la muy baja probabilidad de que dos de estos identificadores coincidan, toda implementación RTP debe poder resolver problemas de identificadores SSRC duplicados.

¹³ SIP, Protocolo de inicio de sesión, es un protocolo de comunicación para la señalización y el control de sesiones multimedia.

Lista CSRC, 32 bits c/u:

Corresponde a los identificadores de fuentes de contribución (*contributing sources*) que intervinieron en un mezclador. Pueden ser de 0 a 15 elementos en la lista que irán acorde al valor indicado en el campo CC. Este campo, al igual que la extensión de la cabecera, ya no forma parte de la cabecera fija RTP.

La extensión de cabecera indicada por el bit X es un mecanismo que permite implementaciones individuales con funciones de formatos de *payload* independientes que requieran información adicional dentro de la cabecera RTP. Si el bit X es 1, una extensión de cabecera de longitud variable se anexa a la cabecera RTP, luego de la lista CSRC si existe. La extensión de cabecera contiene un campo para indicar su longitud. Solo se puede tener una única extensión en una cabecera RTP.

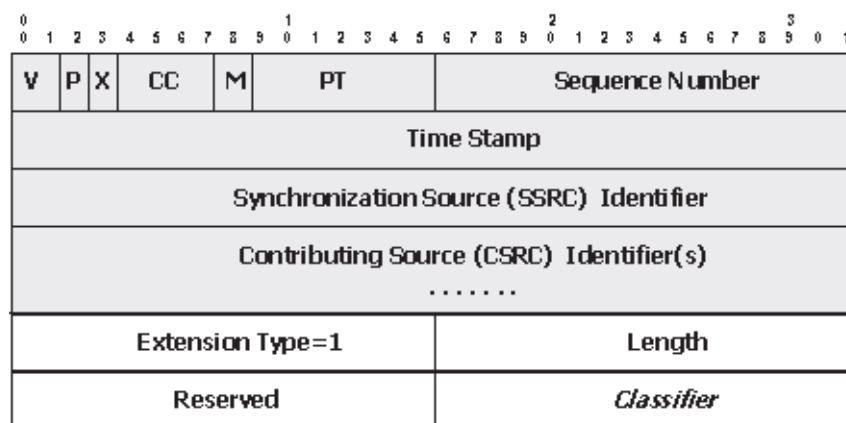


Figura 1.30 Campos de la cabecera RTP [30]

1.5.1.2.3 Protocolo de control RTCP

Este protocolo está basado en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes de la sesión, usando el mismo mecanismo que los paquetes de datos.

RTCP realiza cuatro funciones:

1. La función primaria es proveer una retroalimentación sobre la calidad de la distribución de los datos. Esta es una parte integral del rol de RTP como

un protocolo de transporte y está relacionado con las funciones de control de flujo y de congestión de otros protocolos de transporte.

2. RTCP lleva un identificador de fuente de nivel de transporte constante llamando nombre canónico CNAME. Ya que el identificador SSCR puede cambiar si existe un conflicto o el programa se reinicia, el receptor requiere del CNAME para poder dar seguimiento a cada participante. También se puede necesitar el CNAME para asociar múltiples flujos de datos de una misma fuente en un conjunto de sesiones RTP relacionadas.

3. Para poder aumentar el alcance a un gran número de participantes el ritmo de envío de los paquetes debe ser controlado. Como todos los participantes envían paquetes de control, se puede calcular individualmente el número de participantes que están interactuando. Este valor se utiliza para calcular la tasa a la que los paquetes están siendo enviados.

4. La cuarta función es opcional y sirve para transmitir información de control de sesión, por ejemplo identificación de los participantes para ser mostrada en la interfaz de usuario.

1.5.1.2.4 Formato del paquete RTCP

Existen varios tipos de paquetes RTCP para el transporte de información de control diversa.

- SR: Reporte de remitente, para estadísticas de transmisión y recepción de los participantes que son remitentes activos.
- RR: Reporte de receptor, para estadísticas de participantes que no son remitentes activos
- SDES: Descripción de la fuente, elementos descriptivos que incluyen el CNAME.
- BYE: Indica el final de la participación.

- APP: Funciones específicas de la aplicación.

Cada paquete RTCP inicia con una parte fija similar a un paquete RTP de datos seguida de elementos estructurados que dependerán del tipo de paquete. Varios paquetes RTCP se pueden colocar concatenados sin ningún separador para ser enviados en un paquete compuesto de la capa inferior.

1.5.2 SEGURIDAD DE REDES ^{[31], [32]}

Con el desarrollo acelerado que se ha tenido en las redes informáticas su uso también se ha expandido de manera agigantada. Es así que, cada vez es más la cantidad de información que se almacena y transmite por estas redes. Esto trae consigo varias ventajas para mejorar la comunicación, ahorro de tiempo, mayor eficiencia en los procesos, etc.; pero también conlleva ciertos riesgos si personas no deseadas logran acceder a la red. El robo de información confidencial, alteración de documentación o deshabilitación de servicios, son algunos de los problemas que se pueden presentar si se produce un ataque dentro de una red.

Existen varios mecanismos para proteger la redes, que van desde esquemas de autenticación básicos, hasta complejos y costosos sistemas de seguridad. La utilización de cada mecanismo dependerá de lo críticos que sean los riesgos que se tiene en cada red. Por ejemplo, no se tendrá el mismo nivel de seguridad en una red inalámbrica doméstica que en la red que conecta las distintas agencias y cajeros automáticos de una entidad bancaria.

El propósito de los mecanismos de seguridad de redes es prevenir los ataques que puedan sufrir, o en su defecto detectarlos oportunamente para tomar acciones y recuperarse de ellos.

Para evaluar las herramientas que se dispone para proveer de seguridad a una red hay que entender el tipo de ataques que se pueden presentar, algunos ejemplos de ataques son los siguientes:

- a) *Ataque de espionaje*: Se da cuando alguien no autorizado “escucha” las comunicaciones de la red, sin alterarlas y sin ser detectado. Esto se da con

mayor facilidad en comunicaciones inalámbricas por su naturaleza, pero también se pueden colocar dispositivos conectados a los cables para capturar las señales y hacer uso de ellas, en redes cableadas.

- b) *Ataque de modificación*: En este tipo de ataques se accede a archivos o documentos y se los altera a conveniencia. Se procura apuntar a información que ya se encuentra validada, de manera que no sea descartada o se levante sospechas.
- c) *Ataque de interceptación*: Como su nombre lo indica, en algún punto del enlace de comunicación se interceptan los datos para desviarlos a un destino de interés distinto al original. De esta manera se puede acceder a la información que se está transportando por la red.
- d) *Ataques de intromisión*: Se refiere a los ataques en los que se hace una revisión dentro de los archivos de uno o varios equipos en busca de alguno que sea de interés para el atacante, sin autorización ni consentimiento del dueño del equipo. En este tipo de ataques generalmente el responsable es parte de la misma empresa u organización.
- e) *Ataque de suplantación*: Se da cuando el atacante se hace pasar por un usuario conocido, ya sea para acceder a información, para solicitar información o para dar información falsa a otro usuario.
- f) *Ataque de denegación de servicio*: Se torna a un servicio o recurso inaccesible para los usuarios legítimos de red. Para hacerlo se suele saturar los medios o puertos, de forma que la red se vuelva lenta e inoperante, o que los servidores colapsen por exceso de solicitudes. También se puede quitar el acceso a información, escondiéndola, tornándola ilegible o destruyéndola.

Las motivaciones para los atacantes son principalmente tres: dinero, terrorismo o desafío. El aspecto económico es un factor clave para realizar ataques. Se pueden hacer robos de manera directa atacando a bancos, sitios de compras por Internet o de tarjetas de crédito. También se puede atacar una red con el fin de obtener información confidencial que luego puede ser vendida. Otra opción es la contratación de *crackers* para hacer daño a una empresa, afectando sus equipos, eliminando información o quitándoles conectividad, por parte de su competencia.

Existen atacantes cuyo único fin es el hacer daño dentro de una organización o grupo social. Se utilizan herramientas cibernéticas con fines terroristas para obtener información para un ataque o como ataque en sí. Este tipo de ataques suelen tener componentes políticos, aunque también pueden tener motivaciones racistas, religiosas, etc.

Finalmente están los *Hackers* que solo buscan infiltrarse en una red o un sistema por satisfacción personal, para mostrar que son capaces de vencer los bloqueos de seguridad que se tengan colocados. Los daños que causan suelen ser menores y reparables.

Para una efectiva protección de la red no solo hace falta complicados mecanismos y costosos equipos que eviten ataques, sino también una política de seguridad que involucre a todo el personal de la organización. Este se debe a que en muchos de los casos los atacantes obtienen información para acceder a la red a través de lo que se denomina ingeniería social.

La ingeniería social hace referencia a la obtención de claves, nombres, direcciones, ubicaciones, horarios, cargos, etc. que se usarán para intentar infiltrarse a la red. Esta información se la obtiene a través de pláticas, llamadas telefónicas, correos, en donde el interesado hace preguntas a la víctima como gesto de amabilidad o utilizando algún truco como una falsa encuesta o un concurso. Por ejemplo, si alguien obtiene la fecha de nacimiento, nombre y cumpleaños de los hijos, y otra información personal de un empleado, tiene una base para intentar acertar a la contraseña de inicio de sesión del equipo de éste. Si lo logra, el acceso a los demás equipos de la red se facilita y puede ocasionar daños graves.

1.5.2.1 Políticas de seguridad

Una política de seguridad para una red incluye buenas prácticas dentro del diario laborar del personal de la organización. Cada día el mundo está más digitalizado y las personas almacenan gran cantidad de información en computadores y dispositivos varios. El acceso y control de esta información pueden ser vulnerados, afectando de manera personal o a la empresa.

Entre las buenas prácticas de seguridad informática se tiene el uso de contraseñas y claves de acceso fuertes y difíciles de adivinar. Se recomienda usar combinaciones de números y letras mayúsculas y minúsculas. Evitar contraseñas sencillas como el nombre o fechas de nacimiento. También se recomienda no guardarlas por escrito ni compartirlas con otras personas. Una buena práctica es el cambio periódico de las contraseñas, en especial en los equipos más expuestos.

Los atacantes también usan *software* malicioso para intervenir en los equipos. Existe una gran variedad de virus, *spywares*, gusanos, troyanos, etc. y a diario se desarrollan más y más fuertes. Por esta razón es importante mantener los sistemas operativos con las últimas actualizaciones y uso de un buen antivirus para disminuir el riesgo de que uno de estos *softwares* infecte los computadores.

Administrativamente se deben aplicar políticas para el adecuado manejo de la información y el uso de los recursos de red. Las políticas dependerán de los requerimientos de la organización. Por ejemplo en cuanto al manejo de la información se debe definir una política que indique cuándo un documento es confidencial y cuándo es de acceso público; y cuál es el procedimiento que se debe seguir con el documento en cada caso.

Se debe plantear también una política de uso de los equipos, definiendo la manera más apropiada para reducir riesgos de ataques. Dentro de esto, se deberá definir una política para el uso de Internet y correo electrónico que son vías de alto riesgo para ataques.

Durante el funcionamiento normal de la red, como parte de la seguridad técnica se debe mantener un monitoreo permanente de los equipos y medios de comunicación en la red, su estado y funcionamiento. Para de esta manera detectar con rapidez alguna actividad inusual y poder actuar oportunamente.

Otra acción preventiva importante es realizar una planificación de contingencia en caso de un ataque. Esto con el fin de reducir al mínimo el tiempo que tarde la recuperación y por lo tanto reducir las pérdidas. Este plan debe ser conocido por todo el personal para su acción oportuna.

En cuanto a los equipos de red, existen muchos mecanismos para implementar esquemas de seguridad: Listas de acceso, filtrado MAC, bloqueo de puertos, cifrado, autenticación, etc. Su implementación dependerá de los equipos, su función y los riesgos que tengan.

Un elemento de gran importancia durante la implementación de seguridad en la red es el Firewall. Éste trabaja a modo de guardia de la red interna, bloqueando las comunicaciones no autorizadas y permitiendo el paso de los mensajes autorizados. Se pueden implementar en *hardware* o *software* o en combinación de los dos. La configuración de éste deberá ser muy minuciosa para no dejar huecos por los que los atacantes se puedan infiltrar en la red interna.

Finalmente, ningún mecanismo de seguridad de los mencionados bastaría para proteger una red si no se tiene también un control de acceso físico a los equipos. Se debe procurar que los equipos de red no se encuentren en lugares accesibles al público, esta es una de las razones por las que se suele concentrar los equipos principales en una sola habitación cuyo acceso es restringido.

Además del acceso es importante vigilar que las condiciones sean las adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos. Por ejemplo, se debe controlar que la temperatura sea apropiada para no sobrecalentar o dañar un dispositivo y de requerirse usar sistemas de ventilación o climatización.

El suministro de energía también es importante para el funcionamiento ininterrumpido de la red. Si un atacante logra quitar la alimentación de un equipo de *core*, la red entera puede caerse si no cuenta con una fuente redundante o UPS.

1.5.2.2 Seguridad en redes LAN inalámbricas

Por la naturaleza del medio que utilizan, las redes inalámbricas son mucho más vulnerables que sus equivalentes cableadas. Para reducir los riesgos de violaciones a estas redes se han desarrollado estándares de seguridad para WLAN.

1.5.2.2.1 WEP, Wired Equivalent Privacy

El estándar IEEE 802.11 define el uso de las capas uno y dos del modelo OSI para redes de área local inalámbricas. El sistema de cifrado original que se incluyó en 802.11 fue WEP, presentado en 1999. Fue pensado para ofrecer seguridad de forma comparable a la de una red cableada. Utiliza el algoritmo RC4 con claves de 64 y 128 bits.

Para que un equipo se conecte al *Access Point* debe autenticarse, para esto se usa un protocolo sencillo de *challenge-response*¹⁴ usando la clave WEP. Si la estación responde correctamente, cuando el AP lo verifique se produce la asociación. Para cuidar la confidencialidad de los datos, se realiza una operación XOR entre los datos y un flujo de bits pseudoaleatorios obtenido a partir del algoritmo RC4 y la clave compartida. En el receptor se realiza la operación XOR nuevamente para obtener los datos originales. Para la integridad de los datos se usa un ICV (*Integrity Check Value*) que se obtiene con CRC.

Se detectaron problemas de seguridad con este sistema que hicieron buscar nuevas alternativas para proteger las comunicaciones en las WLAN.

1.5.2.2.2 WPA, Wi-Fi Protected Access

En 2003 se anuncia el reemplazo de WEP por WPA debido a sus fallos de seguridad. Se lanzó previo a la finalización del estándar 802.11i, de cual forma parte e implementa la mayoría.

La autenticación se realiza usando el protocolo IEEE 802.1x, que es una norma para el control de acceso basado en puertos. Si la autenticación se da con éxito se establece una conexión punto a punto, caso contrario se bloquea el acceso a dicho puerto.

¹⁴ Corresponde a un protocolo de autenticación que sigue este proceso: La entidad autenticadora envía un “desafío” a la otra parte, esta elabora una respuesta que envía al autenticador, el autenticador revisa la respuesta y si corresponde correctamente al desafío permite la autenticación.

Se utiliza un nuevo protocolo de cifrado llamado TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*) que ofrece algunas mejoras. Las claves se generan de forma dinámica, y se generan por cada paquete. Incluye protección de integridad de las tramas usando un MIC (*Message Integrity Check*). También utiliza vectores de inicialización de mayor longitud.

Existen dos modalidades en las que funciona WPA: *Personal* y *Enterprise*.

Personal: Es la opción más usada y adecuada para la mayoría de usuarios. Se establece una contraseña en el AP que debe ser ingresada en todos los dispositivos de la red.

Enterprise: Este modo es más seguro pero más complicado de configurar. Para conectarse a la red, en lugar de una contraseña, los usuarios deben ingresar sus credenciales. Se requiere un servidor RADIUS que realice la autenticación de los usuarios.

1.5.2.2.3 WPA2

Con la publicación del estándar 802.11i en 2004, se forma WPA2. A diferencia de su antecesor, este utiliza para la encriptación el algoritmo AES (*Advanced Encryption Standard*). Utiliza bloques de cifrado de 128, 192 o 256 bits. Esto lo hace un sistema mucho más robusto, pero necesita una mayor potencia de cálculo.

Se utiliza el método de encriptación CCMP (*CTR mode with CBC-MAC Protocol*), que resulta mucho más fuerte que el TKIP usado en WPA en cuanto a privacidad e integridad de los datos. Por ejemplo, para proteger de la alteración de los campos no cifrados de la trama se toman datos del *header* MAC y son incluidos en el proceso de encriptación.

Al igual que en WPA se tiene dos modalidades *Personal* y *Enterprise*.

La primera modalidad también se conoce como WPA_PSK (*Pre-shared key*) ya que se utiliza una clave compartida con anticipación por los miembros de la red. La clave

de encriptación es de 256 bits que se generan a partir de 64 dígitos hexadecimales o de entre 8 a 63 caracteres ASCII.

En la versión *Enterprise* se utiliza autenticación basada en 802.1x, que es un estándar IEEE que trata la encriptación y autenticación de usuarios que intentan asociarse a una red alámbrica o inalámbrica. 802.1 hace uso de EAP (*Extensible Authentication Protocol*) para establecer un túnel seguro entre los participantes en el intercambio de autenticación.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO QUIJOS

2.1 CELEC E.P. ^{[33], [34]}

La Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP se encarga de la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica. Es una Entidad de Derecho Público, que cuenta con autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión además de tener personería jurídica y patrimonio propio, como se definió en el Decreto Presidencial N°220.

Originalmente se constituye como la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. mediante escritura pública suscrita el 13 de enero de 2009, con la fusión de las empresas HIDROPAUTE S.A., HIDROAGOYAN S.A., ELECTROGUAYAS S.A., TERMOESMERALDAS S.A., TERMOPICHINCHA S.A. y TRANSELECTRIC S.A. Con el fin de mejorar la inversión en generación eléctrica, en octubre del mismo año las empresas pertenecientes al sector eléctrico pasan a la administración del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, debido a la emisión de la Ley de Empresas Públicas.

El 14 de enero de 2010 se crea la CELEC como Empresa Pública Estratégica, manteniendo el objetivo de realizar cambios en el sector eléctrico en el país en busca de la Soberanía Energética; inicialmente se constituyó por las siguientes Unidades de Negocio:

- ELECTROGUAYAS
- HIDROAGOYAN
- HIDRONACION
- HIDROPAUTE
- TERMOESMERALDAS

- TERMOPICHINCHA
- TRANSELECTRIC

Actualmente la Corporación se conforma de 13 Unidades de Negocio que se dedican a generación y transmisión de energía eléctrica y proyectos de construcción de centrales. El detalle de esta conformación se lo muestra la Figura 2.1.

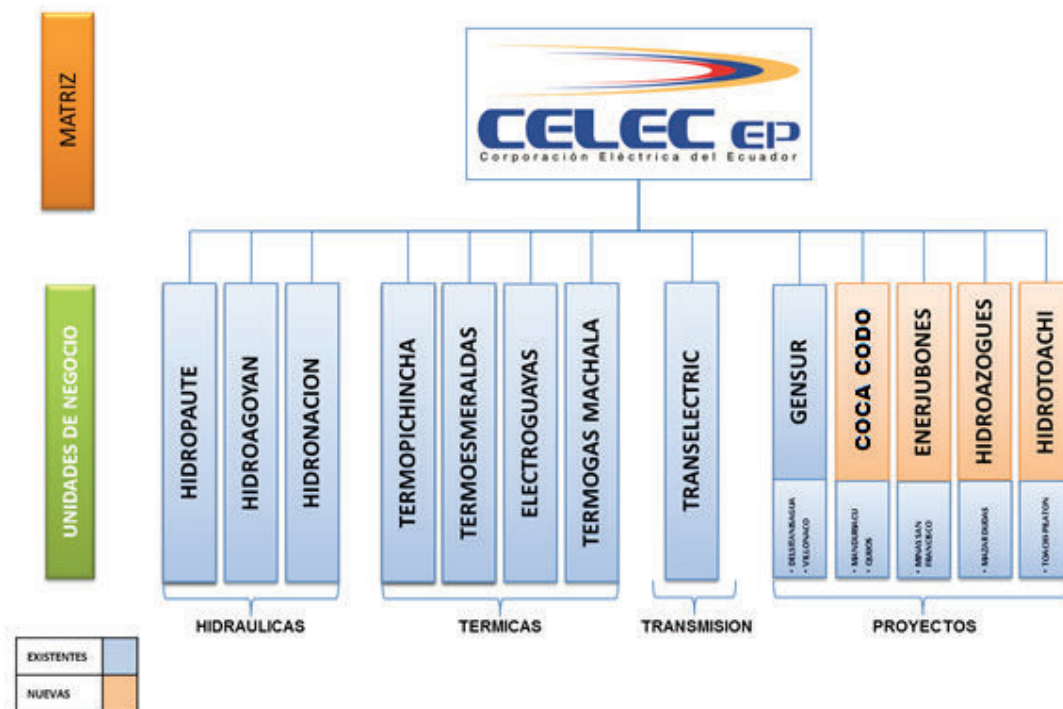


Figura 2.1 Conformación de la CELEC E.P. con sus unidades de negocio

2.2 COCA CODO SINCLAIR ^[33]

La Unidad de Negocio CELEC EP – COCA CODO SINCLAIR es un área administrativa operativa de la Empresa Pública Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. Fue creada mediante Resolución N° 003-2015 el 23 de julio de 2015. Se encarga de la construcción de dos proyectos emblemáticos para la Revolución Energética del Ecuador, ubicados en la zona norte del país: Coca Codo Sinclair de 1.500 MW, Quijos de 50 MW y de la operación y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica Manduriacu de 65 MW.



Figura 2.2 Construcción de la presa del Proyecto Manduriacu

La Unidad de Negocio CELEC EP COCA CODO SINCLAIR cuenta con sus oficinas principales en la ciudad de Quito, y en las localidades cercanas a los tres sitios de trabajo de campo.

2.3 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO QUIJOS ^[35]

El Proyecto Hidroeléctrico Quijos se encuentra en el cantón del mismo nombre dentro de la Provincia de Napo, sobre la vertiente oriental de la Cordillera Real. El cantón Quijos está limitado por el cantón el Chaco al norte y por el cantón Archidona al sur. Está conformado por 6 parroquias: Cosanga, Cuyuja, Papallacta, Borja, Sumaco y la parroquia de Baeza que es la cabecera cantonal. El proyecto se ubica en la parroquia de Cuyuja y las oficinas actualmente se encuentran en Baeza.

China National Electric Engineering Co. – CNEEC inició la construcción del proyecto. El Contrato para la “Construcción de Obras Civiles, Ingeniería de Detalle, Fabricación, Suministro, Montaje, Pruebas del Equipamiento y Puesta en Servicio de la Central Hidroeléctrica Quijos” se firmó el 05 de diciembre de 2011 entre la CELEC E.P. y CNEEC. La Central Quijos aportará 353 GWh por año al Sistema

Nacional Interconectado, es decir energía suficiente para abastecer los requerimientos de las Provincias de Napo, Pastaza y Orellana o las necesidades de alrededor de 250.000 familias.

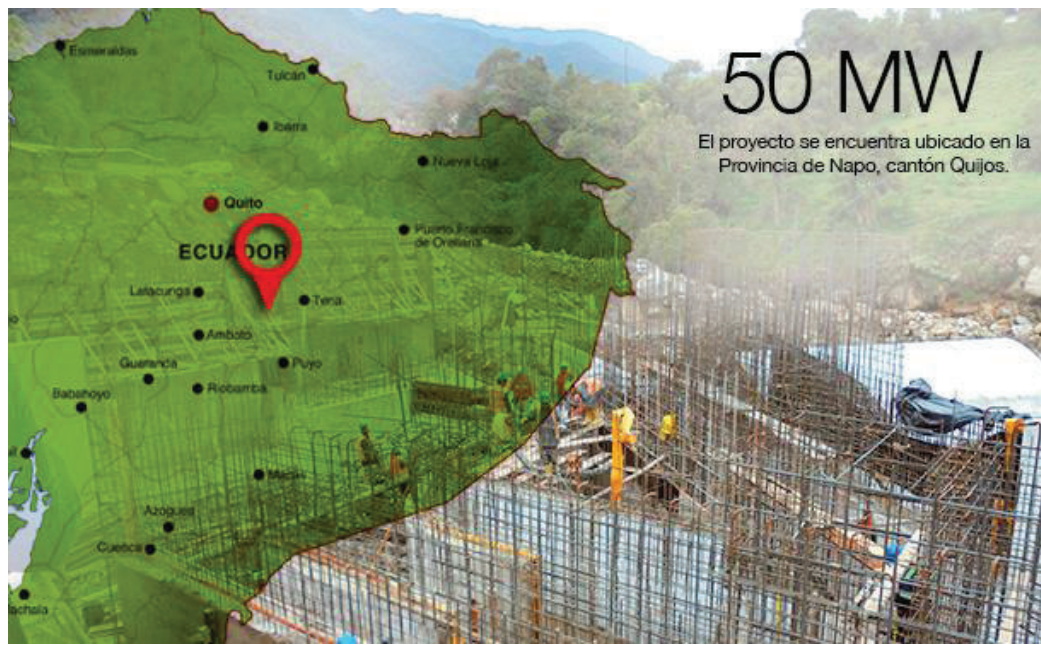


Figura 2.3 Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Quijos [36]

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS [35], [37]

Para la generación de energía se utilizará las aguas de los ríos Quijos y Papallacta en el tramo comprendido entre las elevaciones 2.323 msnm en los sitios de toma y 2.034 msnm en la confluencia de esos ríos. Las obras de toma son los puntos a través de los cuales se desvía parte del caudal de los ríos para llevarlos a las unidades de generación. El agua se conduce por túneles subterráneos; dos túneles parten de cada sitio de toma y se unen en un túnel principal que llega hasta una chimenea de equilibrio; finalmente desde este punto se tiene un túnel de alta presión hasta la casa de máquinas. Esta constitución se muestra en la Figura 2.4.

La casa de máquinas se encuentra cerca al punto de confluencia de los ríos, donde se devolverá el agua a su caudal luego de ser aprovechada por las unidades de generación. Junto a ésta está la subestación de elevación y unos 160 m al este la subestación de seccionamiento.

La red a diseñarse conectará los distintos equipos necesarios para la comunicación, la supervisión y el control durante el funcionamiento de la Central cubriendo los sitios: Obras de toma de los ríos, la Casa de Máquinas, la Subestación de Seccionamiento y el Edificio Administrativo que se ubicará justo a Casa de Máquinas para las oficinas del personal. Para esto se hará un detalle más específico de estos espacios con sus respectivos requerimientos de conexión.

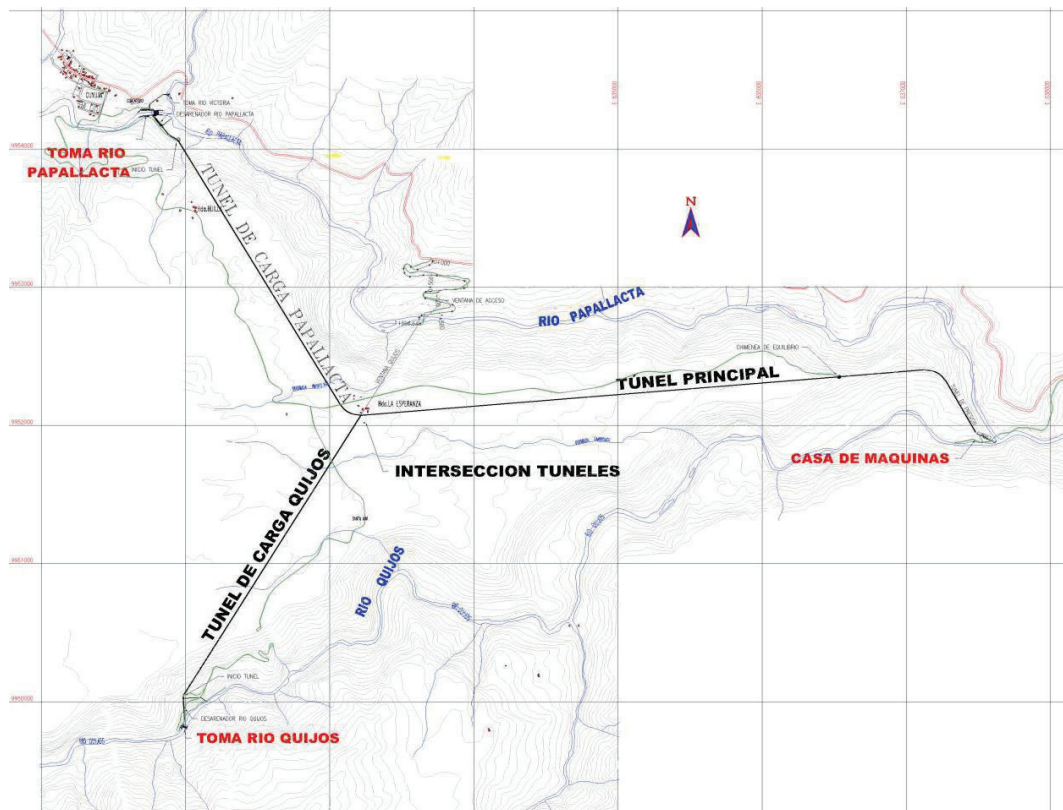


Figura 2.4 Esquema general Proyecto Hidroeléctrico Quijos

2.4.1 OBRAS EN EL RÍO QUIJOS

Las obras de captación en el río Quijos, también conocidas como Toma de carga del Río Quijos, fueron ubicadas en el tramo medio del río, en la cota¹⁵ 2327,40 a 8,00 Km aproximadamente aguas arriba de la confluencia de este río con el río Papallacta.

¹⁵ Número que señala la altura de un punto sobre el nivel del mar.

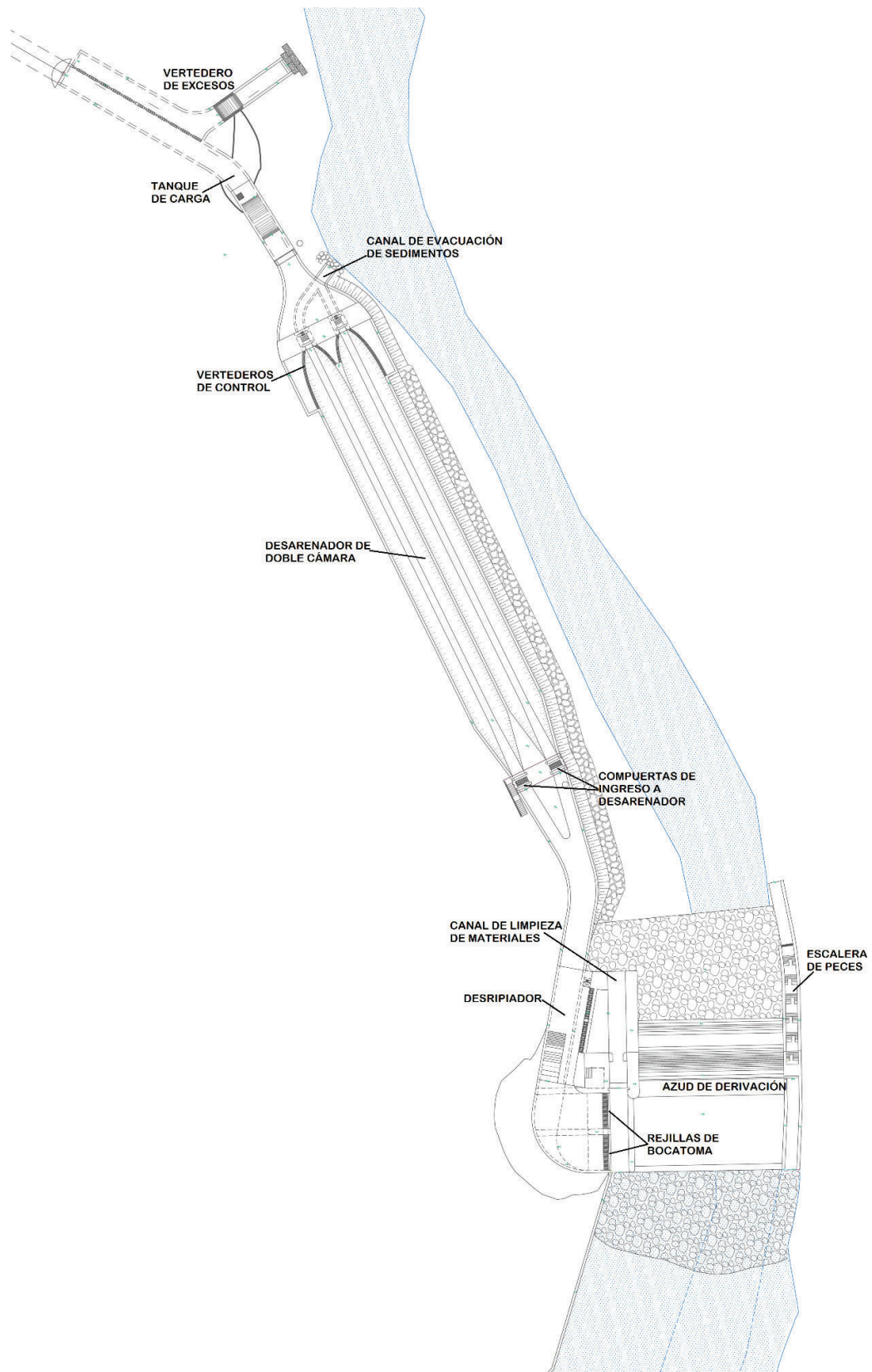


Figura 2.5 Diagrama de las obras de toma del Río Quijos [38]

Las obras consisten en un azud de derivación de 24,40 m de ancho cuya función es elevar el nivel del río para desviar parte del caudal, una escalera de peces adosada al azud en el extremo derecho, un canal de limpieza de materiales gruesos con una pendiente del 5,00 %, adosado al extremo izquierdo del azud. La cota de la cresta del azud es la 2.331,95 msnm, mientras que los muros laterales tienen una elevación a nivel de coronamiento en la cota 2.334,50 msnm.

La obra de toma es de tipo lateral y está compuesta por dos vanos o aperturas de 6,00 m ancho cada una, protegida por una rejilla gruesa. El orificio de captación es de 1,3 m de altura. Aguas abajo del orificio se desarrolla una transición curva que accede al desripador y en cuyo extremo se considera una compuerta de limpieza, y al canal de aproximación al desarenador de 4,00 m de ancho y 50,00 m de longitud con una pendiente de 0,25 %.

Al final del tramo recto del canal se inicia una transición curva constituida por un muro de 4,40 m de altura que termina en la estructura de control, equipada por dos compuertas planas de 2,10 m de ancho por 2,40 m de altura.

El desarenador en superficie es de doble cámara y tiene una transición al inicio de 10,0 m de largo, con un ancho variable de 2,10 m a 5,90 m, que es el ancho de cada cámara. La longitud activa de la cámara de desarenación es de 60,00 m y una profundidad de 5,00 m. Al final de cada cámara se ha previsto un vertedero de control de forma elíptica de 14,80 m de longitud, que descarga en una transición de salida de 24,80 m de longitud y 17,00 m de ancho. Al final de esta transición se dispone de una rejilla fina para eliminación de cuerpos flotantes.

Para la evacuación de los sedimentos se ha previsto un canal en el fondo del desarenador de profundidad variable, de 1,20 m de ancho que termina en la compuerta de limpieza de sedimentos de 1,20 m de ancho y 1,40 m de altura.

A continuación de la reja fina se dispone del tanque de carga para la presurización del túnel Quijos, que tiene un ancho de 3,20 m y 49,50 m de longitud y una profundidad variable, garantizando que al final se tendrá una sumergencia mínima de 2,85 m sobre la clave del túnel Quijos.

Adosado al lado derecho de la estructura del tanque de carga se ha dispuesto de un vertedero de excesos con una longitud en coronamiento de 25,00 m, por el que se evacuarán los excedentes que entren al desarenador o caudales de retorno provocados por un cierre brusco de las unidades de generación.

En lo que se refiere a los requerimientos de la red, aquí se contará con sensores de nivel y de caudal, además se tendrá los tableros de control para las compuertas de ingreso, las compuertas de los canales de limpieza, la operación de las rejillas y los vertederos. Estos puntos serán parte del sistema de control y supervisión. Deberá además existir al menos un punto de acceso a la red de datos de la central, así como también un teléfono y cámaras.

2.4.2 OBRAS EN EL RÍO PAPALLACTA

Las obras de captación en el río Papallacta se encuentran a unos 100 m aguas arriba de la confluencia del río Victoria. Al igual que en la toma del Río Quijos se considera un azud de derivación de 30,00 m de ancho, una escalera de peces, adosada al azud en el extremo izquierdo, un canal de limpieza de materiales gruesos, adosado al extremo derecho del azud. La cota de la cresta del azud está en la cota 2.327,60 msnm, mientras que los muros laterales tienen una elevación a nivel de coronamiento en la cota 2.331,00 msnm.

La obra de toma es de tipo lateral y está compuesta por dos vanos protegidos por una rejilla gruesa. El orificio de captación es de 1,30 m de altura. La plataforma de operación de la rejilla está en la cota 2.331,00 msnm. Aguas abajo del orificio se desarrolla una transición curva que accede al canal desrapiador y al final del mismo se considera una compuerta de limpieza de 1,20 m de ancho, y a la transición directa hacia las dos cámaras del desarenador donde se ubica la estructura de control equipada con dos compuertas planas de 2,00 m de alto y 2,00 m de ancho.

El desarenador en superficie es de doble cámara. Al final de cada cámara se ha previsto un vertedero de control de forma elíptica, que descarga en una transición de salida de 24,00 m de longitud y 15,80 m de ancho. Esta transición se junta al canal de conducción a cielo abierto.

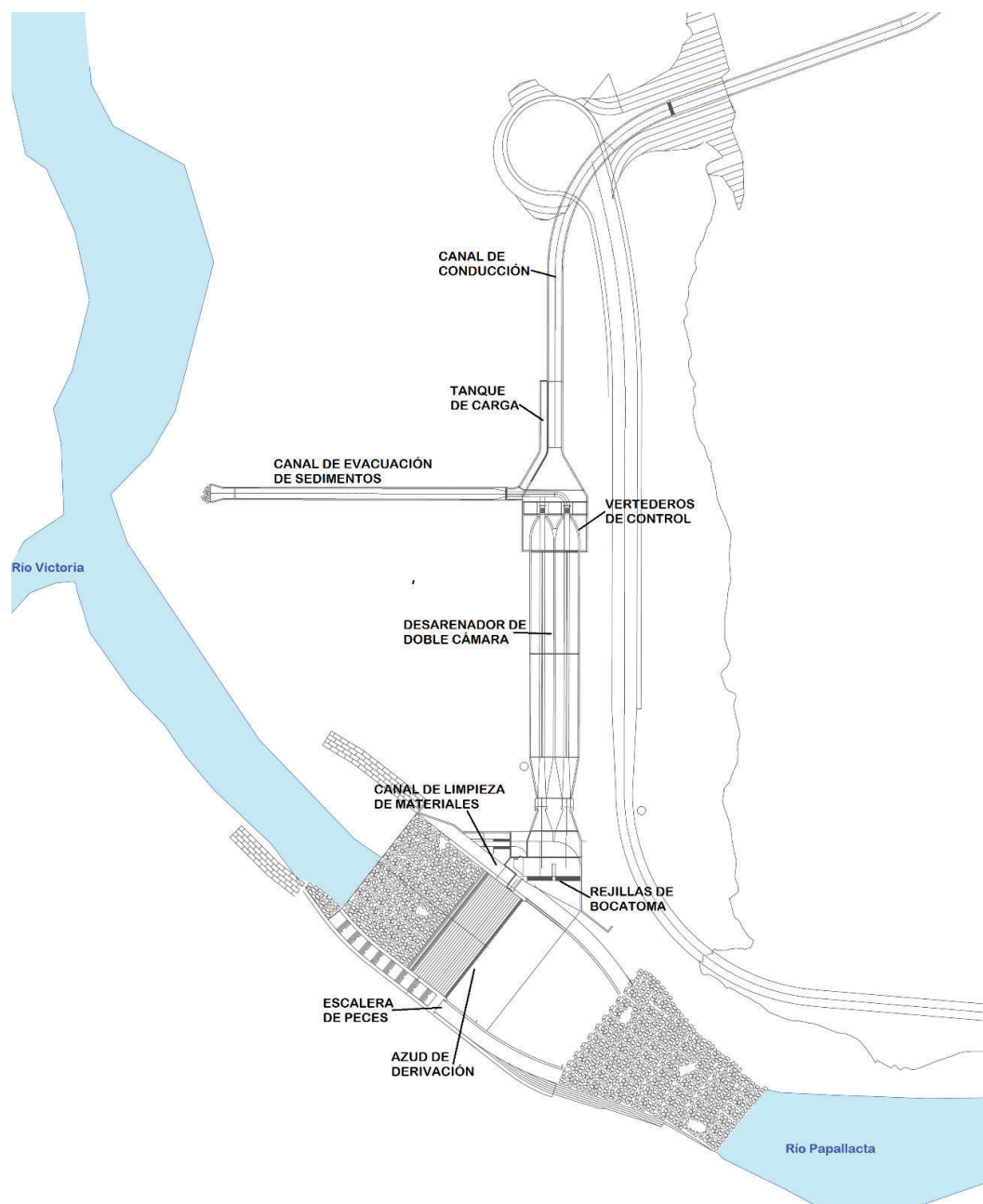


Figura 2.6 Diagrama de las obras del Río Papallacta ^[39]

Al final de este canal se dispone de una rejilla fina para eliminación de cuerpos flotantes, y a continuación un tanque de carga. Para la evacuación de los sedimentos se ha previsto un canal en el fondo del desarenador de 1,20 m de ancho, y que luego se ensancha a 2,50 m para la descarga directa al río.

Adosado al costado izquierdo de la transición de salida del desarenador se ha dispuesto un vertedero de excesos con una longitud en coronamiento de 25,00 m,

por el que se evacuarán los excedentes que entren al desarenador o caudales de retorno provocados por un cierre brusco de las unidades de generación.

La red en este sitio será similar a la de la Toma Quijos, pues se tendrá los mismos elementos de control como son los de las compuertas, rejillas, vertederos, y supervisión como son los sensores e indicadores de estado. Del mismo modo se tendrá conexión para la red de datos de la central, telefonía y cámaras de seguridad.

2.4.3 CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas en superficie aloja las 3 unidades generadoras con turbinas tipo Francis de eje vertical con una capacidad total instalada de 50 MW.

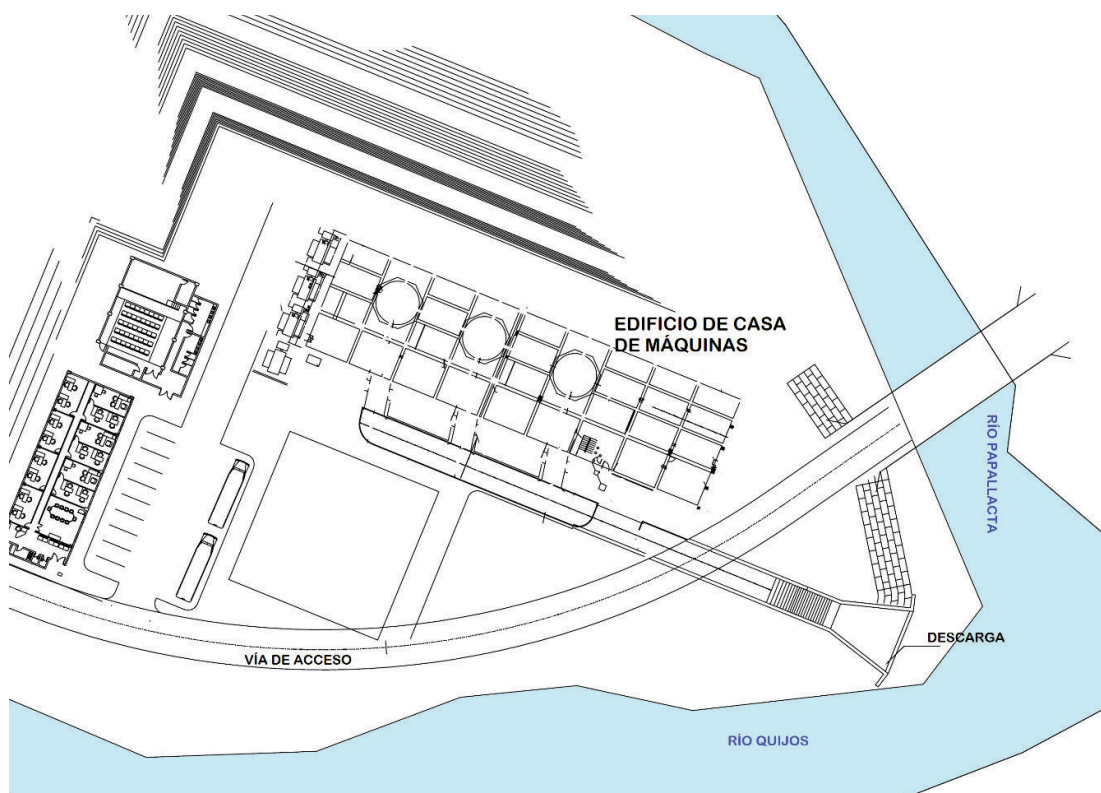


Figura 2.7 Ubicación del edificio de Casa de Máquinas [40]

Se localiza en una plataforma que se conforma en la zona de la confluencia de los ríos Papallacta y Quijos. El acceso principal se hace por el lado de aguas abajo y está ubicado en el extremo sur-oriental del edificio. La carretera llega a la plazoleta

de estacionamiento, a través de un puente sobre el río Papallacta, en el costado oriental del edificio.

La estructura para alojar las unidades consiste básicamente en un edificio de concreto reforzado de 64 m de longitud por 20 m de ancho y 26,50 m de altura, que sobresale 12 m de la plataforma.

El edificio consta de varias plantas:

- Piso Sala de Control
- Piso Principal
- Piso Generadores
- Piso Turbinas
- Piso Válvulas

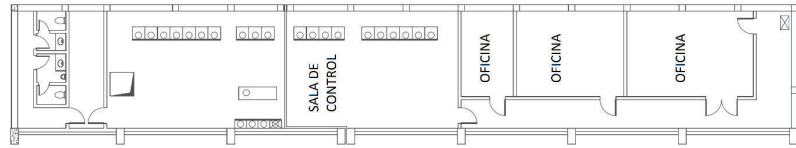
La planta superior o Piso de Sala de Control, Figura 2.8, de menores dimensiones, está conformada por tres oficinas y la Sala de Control Central. En este lugar se concentrarán todas las señales de control que se generan dentro del Proyecto. Se tendrá los tableros de control y los diferentes gabinetes como son los de protecciones, comunicaciones, iluminación, etc.

En el piso principal se tiene la parte superior de las unidades generadoras sobre las cuales se encuentra el puente grúa, también se cuenta con un área de oficinas, el generador a diésel y el transformador en Casa de Máquinas. Junto al edificio de Casa de Máquinas a la altura de este piso se encuentran los tres transformadores monofásicos que forman parte de la Subestación de elevación.

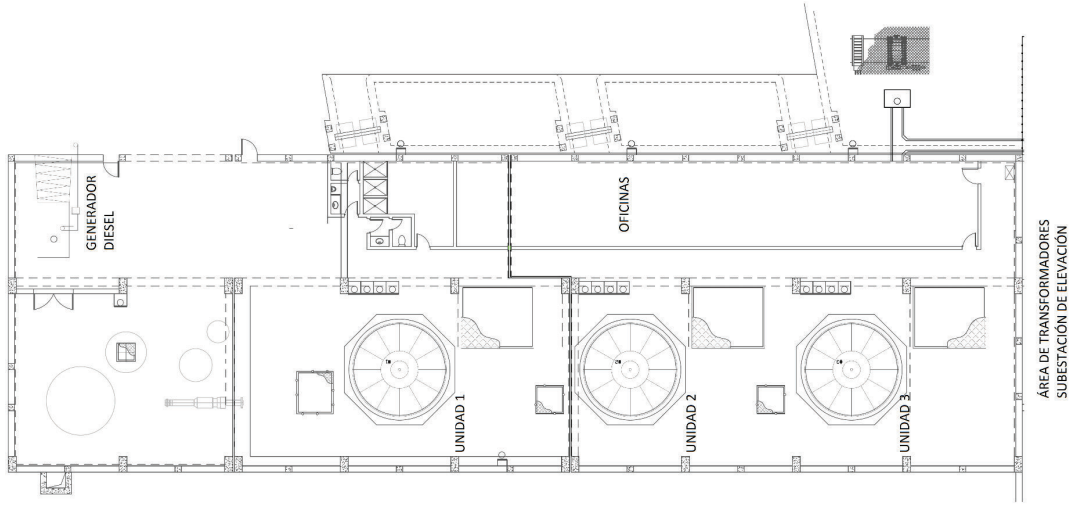
En el piso de generadores se tiene la parte eléctrica de las tres unidades de generación propiamente dichas, a esta altura están los rotores, estatores, incluyendo los respectivos sensores de presión, temperatura, etc. El acceso a este sitio es limitado, el espacio está diseñado únicamente para ingresar a revisiones y mantenimiento.

En el piso de turbinas se tiene la parte mecánica de las unidades de generación, aquí llega la tubería de presión que carga las turbinas, está el distribuidor, el túnel de succión, el caracol y las hélices de las turbinas.

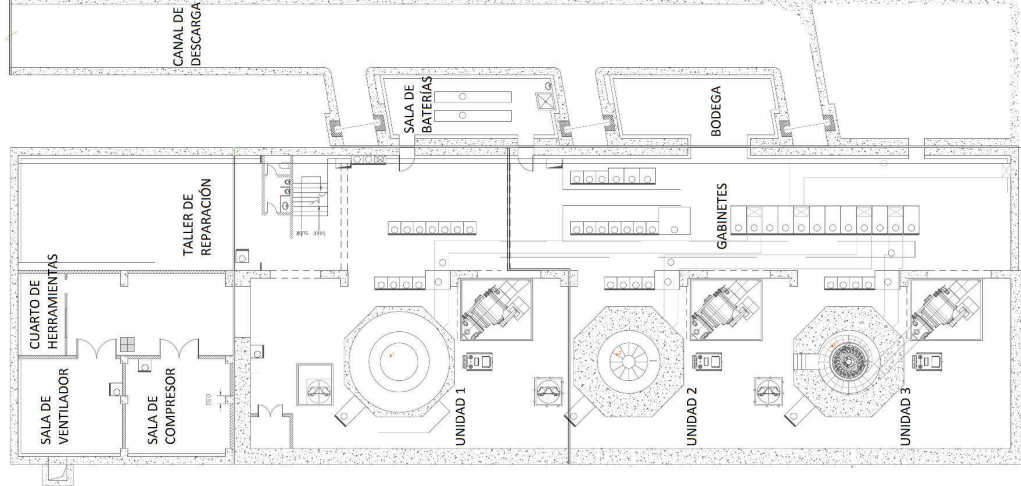
PISO DE SALA DE CONTROL



PISO PRINCIPAL



PISO DE GENERADORES



PISO DE VÁLVULAS

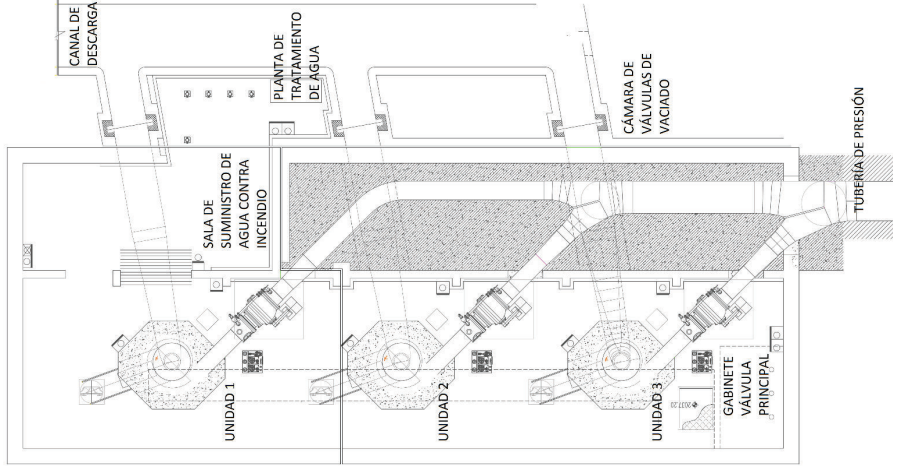


Figura 2.8 Planos de los distintos Pisos de Casa de Máquinas [41], [42], [43]

A más de esto hay una gran cantidad de equipos adicionales que forman parte de los servicios auxiliares. Aquí se tendrá los gabinetes de neutro de generador, de regulador de excitación, de potencia de excitación, de desexcitación, de alimentación inversor de iluminación, de recarga DC, transformador de excitación, barra cerrada salida del estator, dispositivos de alimentación 125 VDC, 480/277 VDC, 220/127 VDC, de voltaje para generador 13.8 KV y la sala de baterías, se encuentra también la sala de ventilador, la sala de compresor de aire cuarto de herramientas y taller de reparación con su gabinete de alimentación

El piso de válvulas están los gabinetes de la turbina, gabinete de iluminación de trabajo, gabinete de suministro de energía, gabinete de iluminación de emergencia, gabinete de control de bomba de drenaje de fuga, gabinete de control de bomba de drenaje de revisión, gabinete de control *in situ* de válvula principal, gabinete de control *in situ* de suministro de agua, la planta de tratamiento de agua potable, la sala de suministro de agua contra incendio y la cámara de válvulas de vaciado del túnel.

La descarga de las turbinas de los grupos generadores se hace a un colector ubicado del lado de aguas abajo de la casa de máquinas. El canal de descarga es de 4 m de ancho con una altura que llega hasta el piso principal, cota 2.045 y hasta la zona de la descarga al río Papallacta antes de la unión con el río Quijos, en donde se dispone de un vertedero de control cuya cresta se localiza en la cota 2.038 y es del mismo ancho que el canal de descarga.

2.4.4 EDIFICIO ADMINISTRATIVO

Junto a la Casa de Máquinas, al lado oeste, se tendrá un edificio de dos plantas destinado a las oficinas para las jefaturas y el personal de mantenimiento. El edificio ocupa una superficie de 9,70 x 26,05 m con la planta baja en la cota 2.047,80 y la planta alta en 2.050,68.

Las oficinas de Jefatura de la Central, Jefatura del Área Civil, Jefatura del Área Mecánica, Jefatura del Área Eléctrica y de asistentes se encuentran en la planta baja; además se tendrá la recepción y una sala de espera.

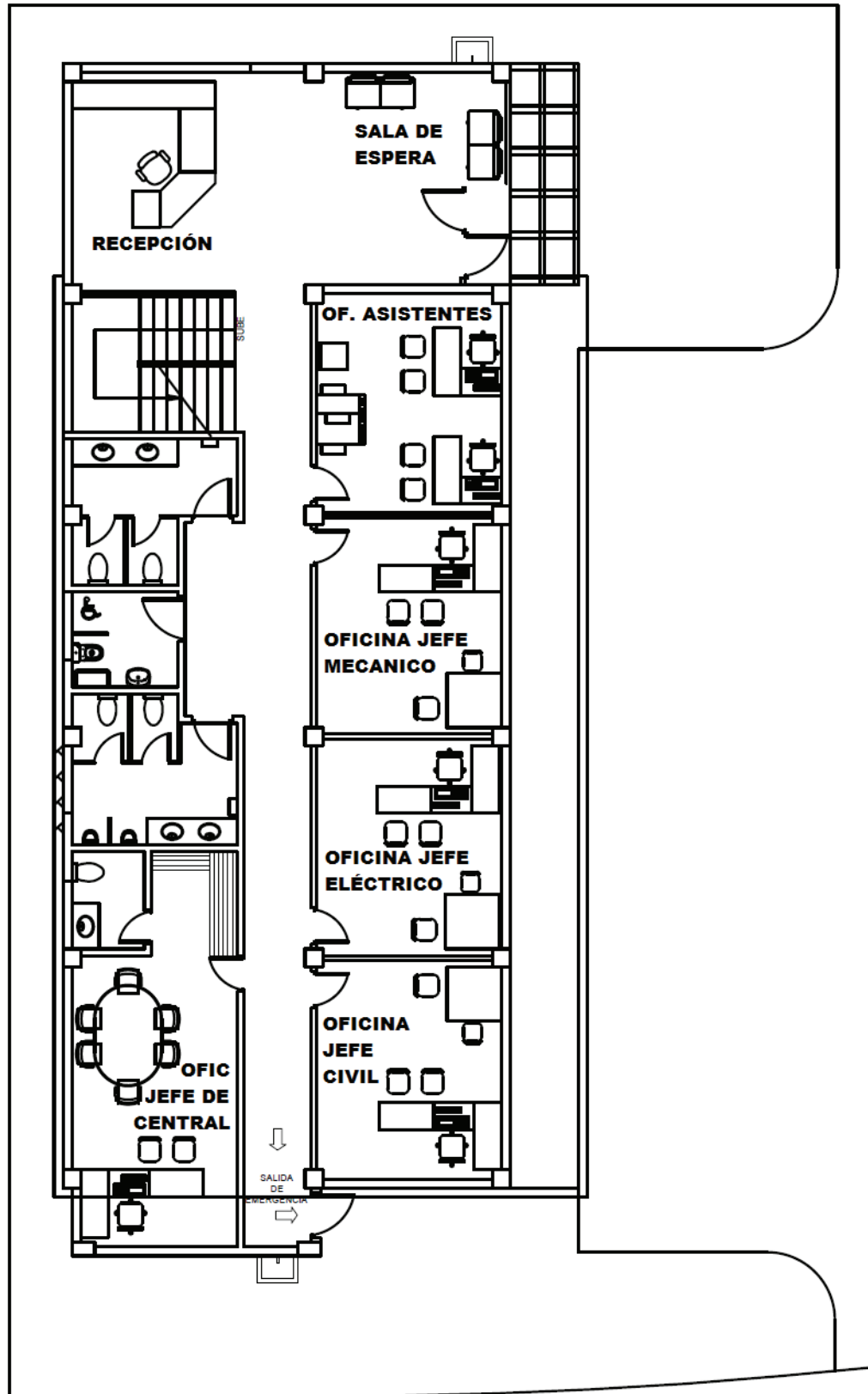


Figura 2.9 Planta baja del Edificio Administrativo [44]

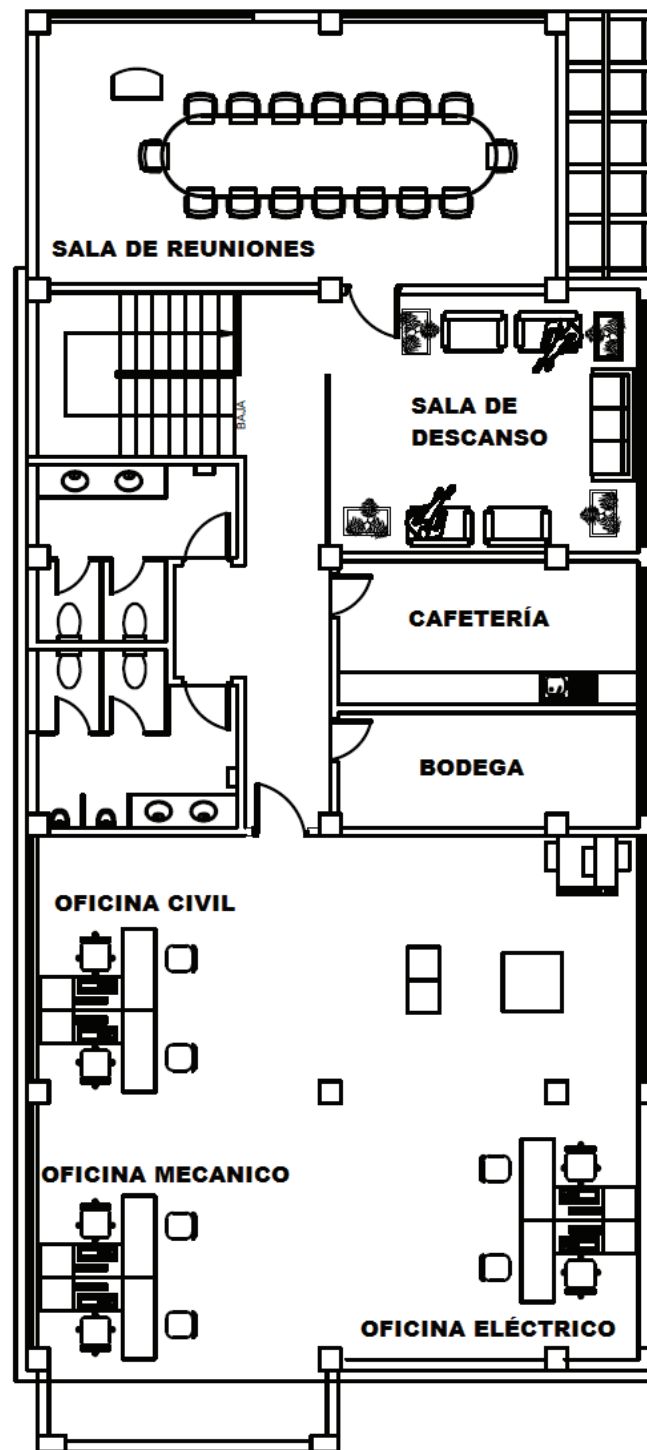


Figura 2.10 Planta alta del Edificio Administrativo ^[44]

En la planta alta se tendrá el espacio para el personal de mantenimiento civil, eléctrico y mecánico. Una sala de reuniones, una sala de descanso, una cafetería y una bodega también son parte de esta planta.

En el edificio no se cuenta con equipos de control y supervisión, pero al ser oficinas el acceso a la red de datos interna, Internet y telefonía es indispensable. También se contará con cámaras de seguridad.

Al igual que en las oficinas de Casa de Máquinas, se considerará acceso inalámbrico a la red por el uso de laptops, *smartphones*, etc. del personal.

2.4.5 SUBESTACIONES

Una subestación eléctrica es un nodo en una red de transporte de energía, compuesta por distintos elementos eléctricos, que se encarga de dirigir el flujo de energía en un sistema de potencia, modificando los niveles de voltaje de acuerdo a los requerimientos. Además es responsable de brindar seguridad al sistema a través de dispositivos de control y protección.

Existen varios tipos de subestaciones eléctricas, según la función que cumplan dentro de un sistema de generación, transmisión o distribución. La Central Quijos cuenta con una subestación de elevación localizada adyacente al costado oeste de la casa de máquinas, en la cota 2.047,6 msnm; y una subestación de seccionamiento que está ubicada en la cota 2.056,00 que se conectan mediante una línea de transmisión de aproximadamente 150 metros de longitud.

La subestación de elevación se compone de transformadores que ajustan la tensión antes de entregar la energía a la línea de transmisión. Aquí la tensión de la potencia generada sube a 138 KV, utilizando tres transformadores monofásicos.

El Sistema Digital de Supervisión y Control (SDSC) para los transformadores abarca solamente sensores para el estado de los mismos, las variables monitoreadas son la temperatura de los devanados y aceite, nivel de aceite, nivel de gas.

La subestación de seccionamiento tiene entre otros elementos transformadores de instrumentación (transformadores de corriente y de voltaje), seccionadores, disyuntores, elementos de instrumentación y elementos de protección.

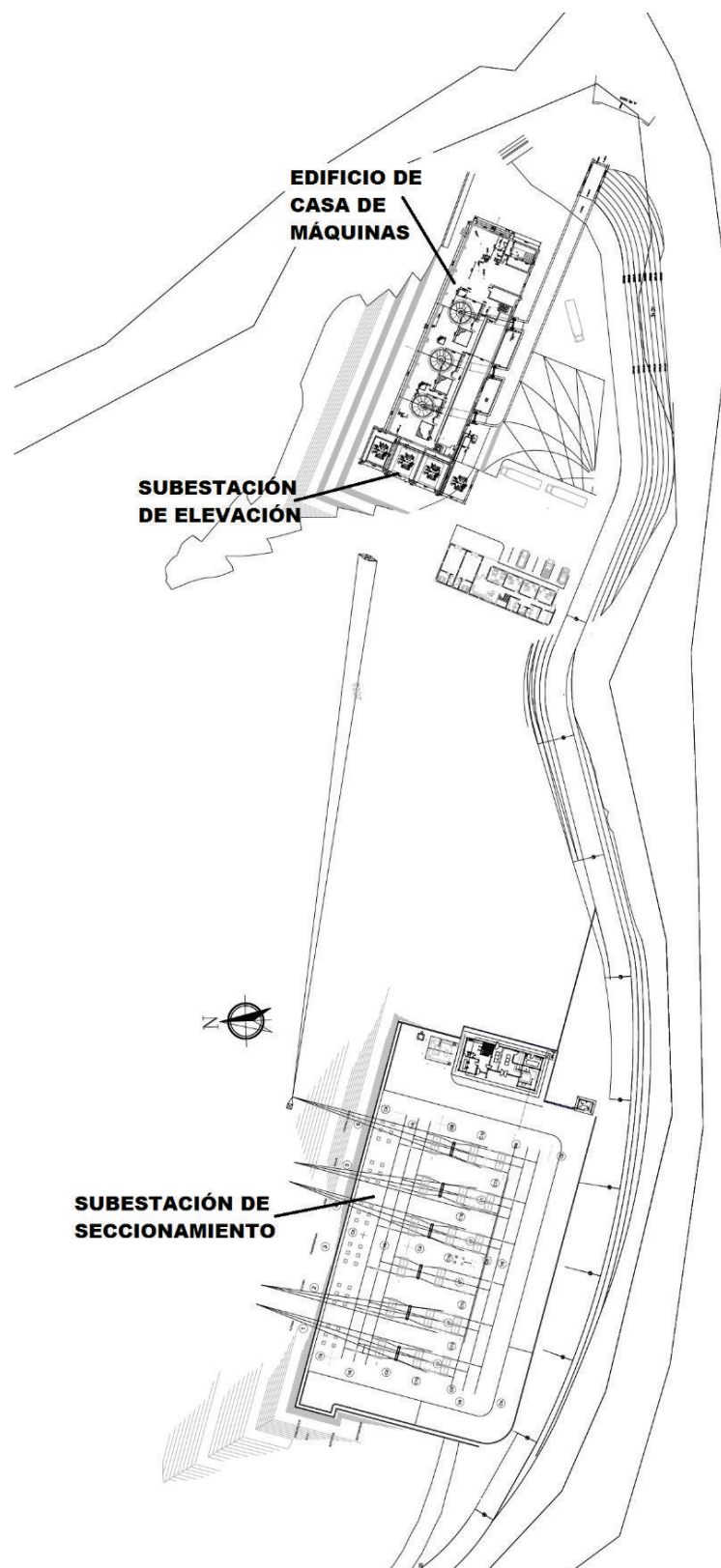


Figura 2.11 Ubicación de las subestaciones de seccionamiento y elevación de la Central Quijos ^[45]

Los transformadores de corriente y voltaje se usan para la medición de dichas variables pasando sus niveles a valores aptos para los elementos de instrumentación, los elementos de medida trabajan con ellos para dar los valores de corriente, voltaje, potencia, energía y frecuencia para su monitoreo constante.

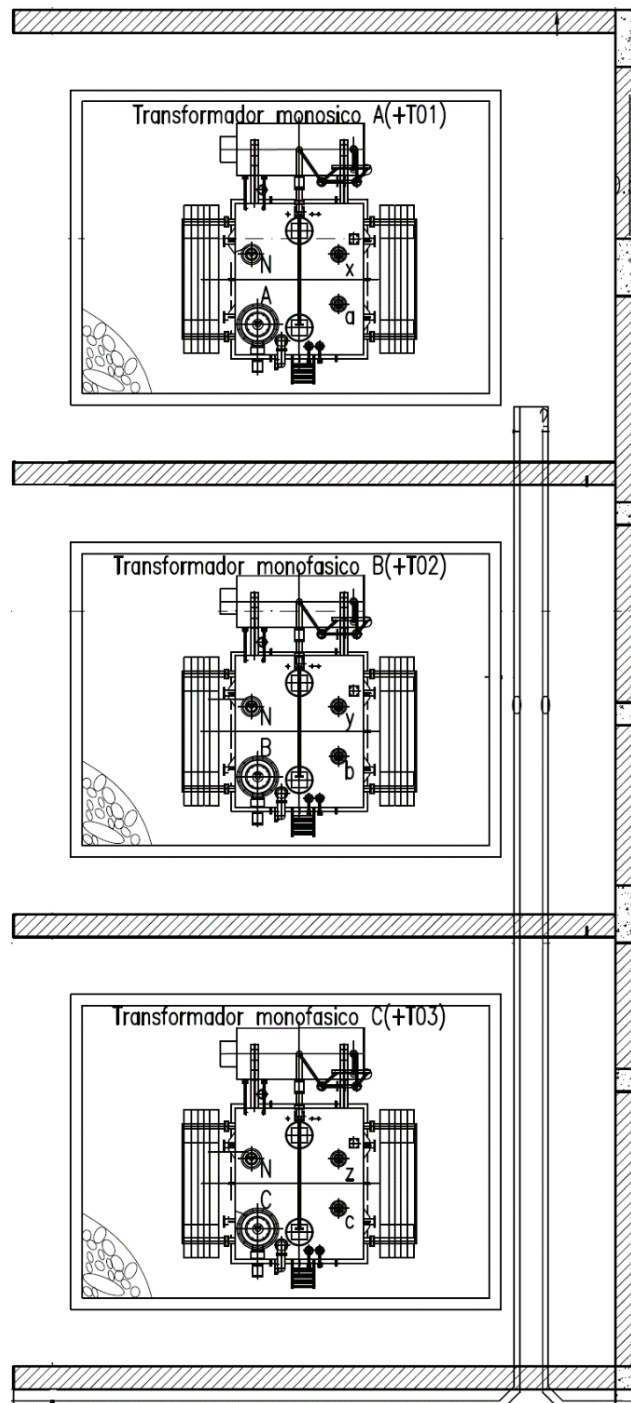


Figura 2.12 Esquema de la Subestación de Elevación [41]

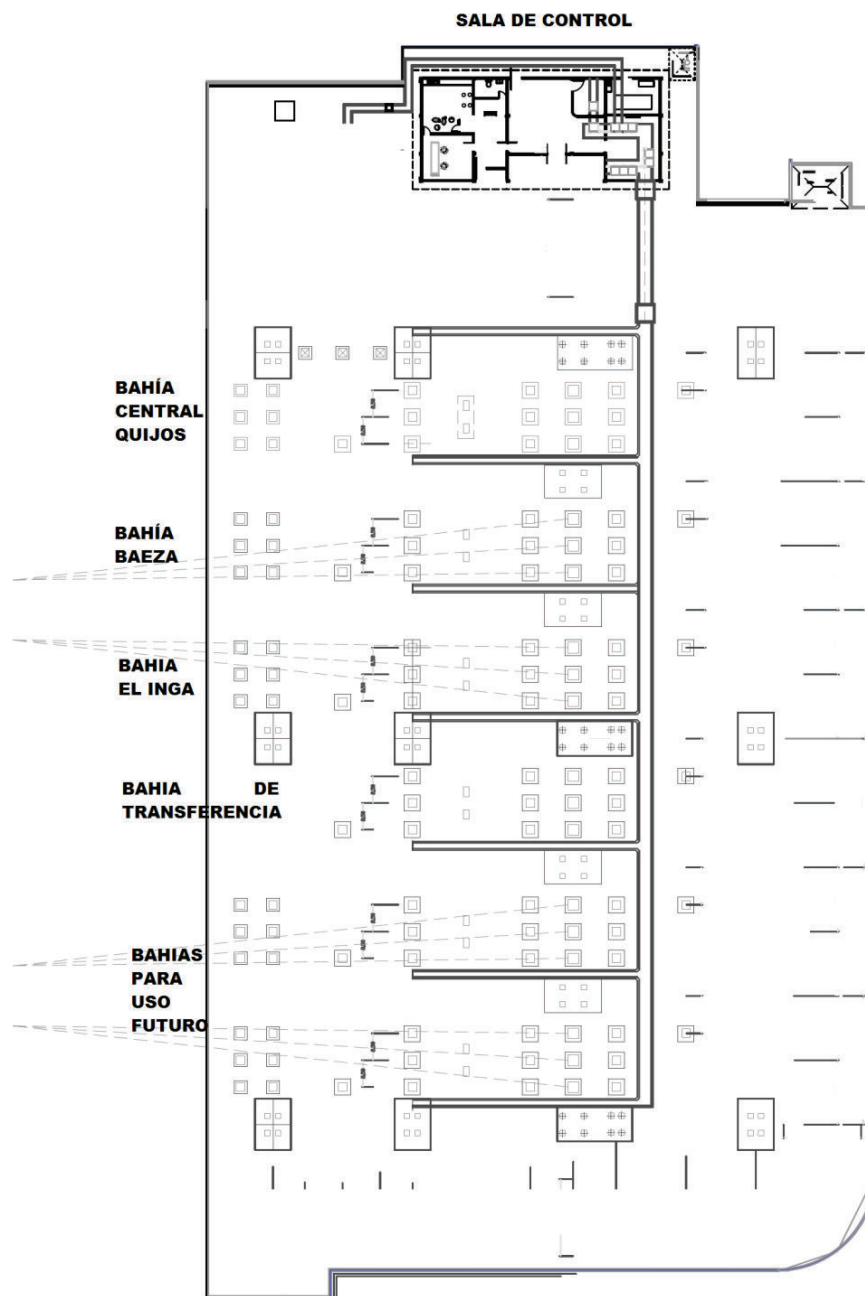


Figura 2.13 Diagrama de la Subestación de Seccionamiento [46]

Los seccionadores se utilizan generalmente en tareas de mantenimiento para aislar dos partes del circuito. En estos se utilizan señales de monitoreo de estado abierto o cerrado y la señal de control para los motores que activan su funcionamiento.

En cuanto a los disyuntores, tienen la función de interrumpir y reestablecer el paso de corriente en el circuito cuando se encuentra energizado, por lo que cuenta con

algún sistema que permita extinción rápida del arco eléctrico que se forma al abrirse. Las señales usadas son similares a las de los seccionadores.

Las protecciones funcionan independientemente del sistema de control debido a que el tiempo de respuesta que se requiere es muy corto, al momento de detectarse una falla o anomalía en el sistema estas deben actuar inmediatamente antes de que se produzcan daños en los equipos. Sin embargo, el SDSC recibirá las alarmas reportadas y los indicadores de los elementos que se han disparado para que los operadores se informen de lo sucedido.

La subestación en cuestión está conformada por 6 bahías¹⁶, una para la Central Quijos, una para la conexión con Baeza, una para el Inga, una de transferencia y dos de uso futuro. También cuenta con una sala de control propia donde se encuentran los tableros de sistemas auxiliares de la subestación, de supervisión y control, y de protecciones de cada una de las bahías.

2.5 REQUERIMIENTOS DE LA RED

La red de la Central Quijos se diseñará para ofrecer servicios de acceso a Internet, telefonía IP, videoconferencia, videovigilancia, correo electrónico y soportará la comunicación del sistema de supervisión y control.

El punto central de la red se ubicará en la Sala de Control de la Casa de Máquinas, desde aquí la red deberá enlazarse con las oficinas en Quito para tener acceso a los servicios corporativos y carpetas compartidas. También a través de este enlace se tendrá acceso a servicio de DHCP, DNS e Internet. Se podrá comunicar con la central telefónica de las oficinas y de los otros proyectos y centrales de la Unidad de Negocio y la salida a la PSTN. También se requiere enlazar la Central con el Centro Nacional de Control de Energía y el Centro de Operaciones de Transmisión de Transelectric para el envío de las señales del sistema de supervisión y control.

¹⁶ Se llama bahía al espacio ocupado por el conjunto de equipos que pertenecen a la misma salida de la subestación. También se denomina campo o módulo.

La red deberá contar con mecanismos de calidad de servicio para asegurar el correcto funcionamiento de las aplicaciones de red.

El sistema de control y supervisión requiere de conexiones de alta disponibilidad y fiabilidad para la operación de las unidades de generación. El tráfico que generan los comandos de control y las señales de supervisión es bajo pero es de suma importancia durante el funcionamiento de la Central.

Los sitios que se tendrán que conectar son: Toma Quijos que se encuentra a 7 Km de Casa de Máquinas, Toma Papallacta que se está a 7 Km de Casa de Máquinas, la Subestación Eléctrica de Seccionamiento ubicada a 160 m de Casa de Máquinas y el Edificio Administrativo que está junto a Casa de Máquinas, como se ve en la Figura 2.14

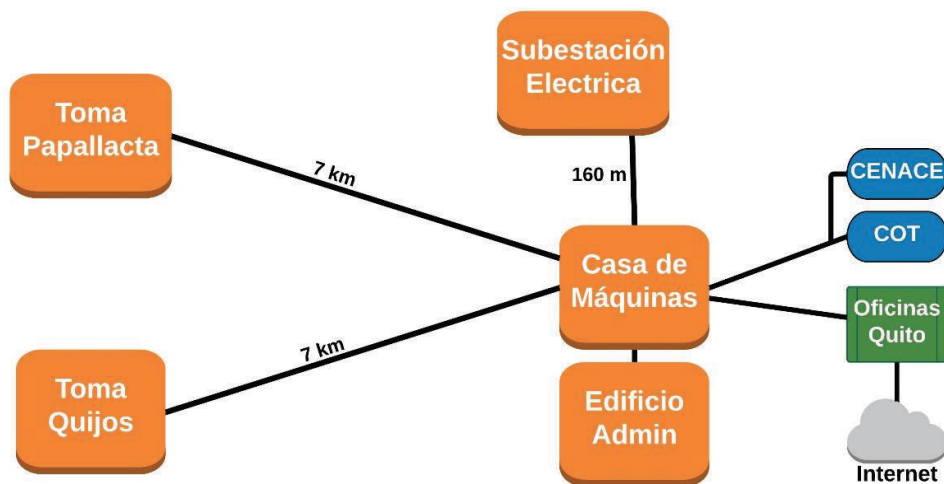


Figura 2.14 Esquema de sitios a conectar en la red

Se debe dotar de acceso inalámbrico a la red en los espacios que se tiene oficinas, es decir el Edificio Administrativo, la Casa de Máquinas y la sala de control de la Subestación.

El direccionamiento deberá ajustarse al esquema ya utilizado en la red de la Unidad de Negocio, donde ya se ha asignado la subred 172.16.188.0/22 para la Central Quijos.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN

El diseño incluirá el estudio de servicios y aplicaciones que ofrecerá la red para el análisis de tráfico, la elección de la topología de red más adecuada, el diseño de los enlaces que conectan los distintos sitios de la red, las especificaciones de los equipos y la elaboración de un presupuesto referencial. También se propondrá mecanismos de seguridad y control de acceso tanto a los sistemas como a la información generada en la central.

3.2 ANÁLISIS DE TRÁFICO EN LA RED

3.2.1 TELEFONÍA

La telefonía resulta un servicio de comunicación indispensable dentro de cualquier empresa. Los distintos funcionarios requieren comunicarse unos con otros de manera continua, ya sea dentro del mismo proyecto, con las oficinas en Quito o comunicaciones externas a la Unidad de Negocio.

La telefonía IP brinda varias ventajas sobre la telefonía convencional; y es por eso que sus implementaciones, especialmente en el ámbito empresarial, son cada vez más comunes. La principal ventaja es el ahorro en costos al usar la misma red de datos de la empresa, al mismo tiempo que se facilita la instalación y se torna en un sistema más flexible y escalable. Además se pueden brindar servicios adicionales como:

- Identificación de llamadas
- Servicio de llamadas en espera
- Servicio de transferencia de llamadas
- Repetir llamada
- Devolver llamada
- Llamada de 3 líneas

En el presente diseño se va a contar con teléfonos IP en todos los sitios contemplados; esto es, en las tomas de los ríos Quijos y Papallacta, en la Subestación de Seccionamiento, en Casa de Máquinas y en el Edificio Administrativo. El detalle del número de teléfonos y su ubicación se encuentra en el Anexo B. Se tendrá un central IP que se encargará de manejar las extensiones dentro del proyecto y se interconectará con la central de Quito y las otras centrales de la Unidad.

Como un servicio complementario que resulta de gran utilidad dentro de la Central, se propone incluir altavoces o megáfonos. Gracias a la tecnología disponible es posible incorporar esta utilidad como parte del sistema de VoIP. Los altavoces IP se conectan al sistema como si fueran un teléfono más y brindan la posibilidad de transmitir mensajes de manera masiva.

La telefonía IP requiere que dentro de la red se cumplan requisitos de calidad de servicio de manera que la comunicación se efectúe adecuadamente. Para disminuir el retardo se utilizan paquetes de voz pequeños y se usa un esquema de priorización de tramas a nivel de enlace de datos conocido como IEEE 802.1p, que trabaja en conjunto con las VLAN como se explicará más adelante.

Para atenuar los efectos de la variación de retardo y reconstruir la señal en el orden apropiado se usarán las características de marcas de tiempo y números de secuencia de RTP. Los reportes sobre la entrega de datos de RTCP también son de utilidad para la calidad de servicio. Y finalmente para que se pueda transmitir la voz a través de la red, se debe asegurar que se disponga de una capacidad suficiente para el envío de los paquetes de voz, se hará entonces la correspondiente estimación de la tasa de transmisión que usará este servicio.

Para hacer el cálculo aproximado de tráfico que se genera por telefonía se tendrá que escoger el códec de voz que se va a utilizar. Algunas características significativas de los códecs más relevantes se señalan en la sección 1.4.2.1 y se resumen en la Tabla 3.1. Cada uno de los códecs tiene sus ventajas y desventajas, que los hacen más adecuados para algún escenario particular y para otros no. Los parámetros de mayor interés son la tasa de bits que utilizan junto con la calidad de

voz que se obtiene. Hay que tomar en cuenta que muchas de las llamadas que se realizan diariamente son entre las Oficinas de Quito y las Centrales o Proyectos, también, las llamadas externas que se hacen a cualquiera de las extensiones se conectan usando la línea telefónica pública en Quito y a través de los enlaces WAN se conectan con los sitios en campo. La capacidad de la red en un ambiente LAN generalmente es suficiente para transmitir la voz sin conflictos. Al tener enlaces WAN, la capacidad se reduce y de no estar bien dimensionado el sistema la calidad de las llamadas decae.

Códec	Velocidad de bit	Ejemplo de tamaño del códec (bytes)	Ejemplo de intervalo del códec (ms)	Mean Opinion Score ¹⁷ (MOS)
G.711	64 Kbps	80 bytes	10 ms	4,1
G.723.1	6,3 Kbps	24 bytes	30 ms	3,9
G.723.1	5,3 Kbps	20 bytes	30 ms	3,8
G.726	32 Kbps	20 bytes	5 ms	3,85
G.726	24 Kbps	15 bytes	5 ms	
G.729	8 Kbps	10 bytes	10 ms	3,92

Tabla 3.1 Características y comparación de los códecs más importantes ^[47]

De acuerdo a lo señalado, el códec G.729 es el que hace un uso más eficiente del ancho de banda a la vez que brinda una buena calidad de voz, por lo que será el que se utilice en el diseño.

La recomendación G.729 “Codificación de la voz a 8 Kbps mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada” define este códec. Una versión de complejidad reducida se especifica en el Anexo A de la recomendación. El algoritmo de ambas versiones es completamente interoperable entre los dos, por lo que no se requiere hacer mayor distinción. El anexo A de G.729 sacrifica un poco la calidad de la voz a cambio de una reducción de aproximadamente la mitad del procesamiento. La frecuencia de muestreo es de 8000 Hz. El Anexo B de G.729 incluye una característica de generación de ruido de confort. Con esta cuando el interlocutor no está hablando no se envía un paquete

¹⁷ Medida de la percepción de usuarios de la calidad de una red de telefonía. Su valor máximo es 5.

de voz completo, sino uno más pequeño que indica al receptor que genere un ruido de fondo de manera que no se produzca la impresión de que la comunicación se ha interrumpido. Una trama estándar G.729 contiene 80 bits que representan 10 ms de voz comprimida. Una trama G.729 Anexo B de ruido de confort contiene solo 16 bits, lo que significa que éstos generarán menos tráfico en la red.

La velocidad de 8 Kbps no hace referencia a la velocidad de transmisión que tendrán los paquetes de voz en la red. Ésta es la tasa con la que el códec entrega los datos de voz comprimida (80 bits cada 10 ms). Para saber la velocidad de transmisión habrá que tomar en cuenta el encapsulamiento que tienen estos paquetes y por tanto los protocolos que se usan para el transporte de un extremo a otro.

Al ser una aplicación en tiempo real, se utiliza RTP sobre UDP como protocolo en la capa de transporte. Un paquete RTP puede contener cero, uno o más tramas G.729. Se considera el caso estándar en que se transporte 20 ms por cada paquete, es decir dos tramas G.729. Éste es el valor por defecto y se ha demostrado es el óptimo para la transmisión de voz.

La cabecera RTP es de 12 bytes. El RFC 3551 define la forma en que se encapsulan los datos G.729 en RTP. El campo tipo tendrá asignado el valor 18 en este escenario. En este RFC también se define el encapsulamiento de los 16 bits que se producirían si se usa el Anexo B de G.729, pero para considerar el caso más crítico en el que los dos interlocutores hablen durante todo el tiempo de la conversación no se tomará en cuenta estos paquetes de ruido de fondo. La cabecera UDP añade 8 bytes más para formar un segmento UDP.

RTP combinado con UDP ofrece las características que se requieren para el transporte de voz a través de la red IP. Esto es, números de secuencia para poder reconstruir la señal, marcas de tiempo para que la decodificación de la voz no sufra las variaciones de retardo que tienen los paquetes y multiplexación para distinguir los flujos de datos. No se ofrece confiabilidad en el transporte, esta característica la ofrecería TCP. Este aspecto se puede pasar por alto ya que en telefonía es más importante reducir los retardos que evitar paquetes perdidos. TCP incluye más

retardo por procesamiento y en caso de paquetes perdidos su retransmisión podría llegar demasiado tarde para que el decodificador los procese correctamente.

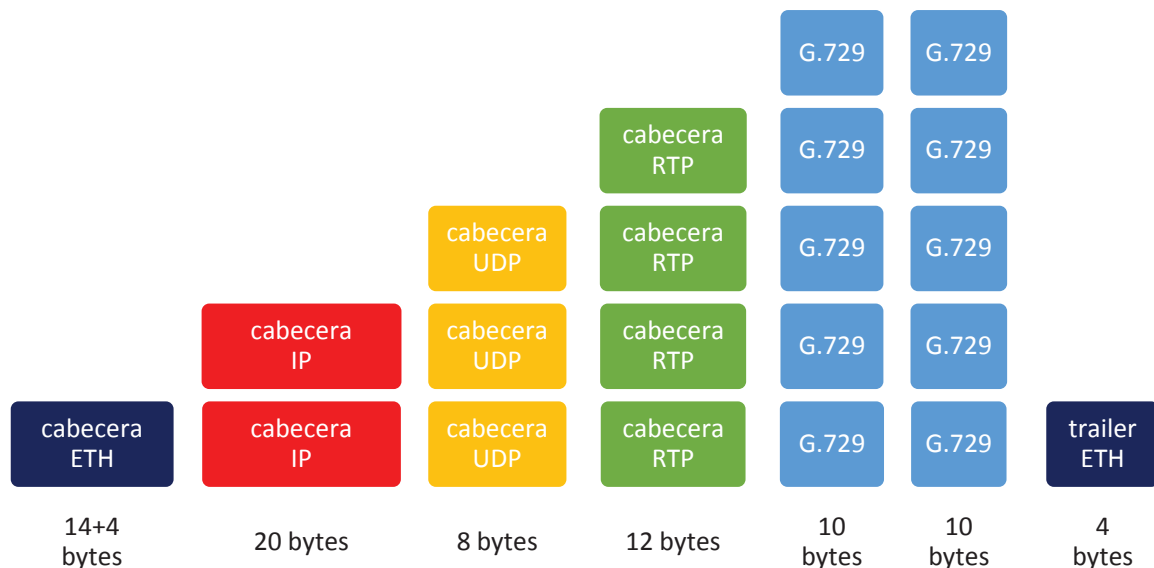


Figura 3.1 Encapsulamiento de datos de voz comprimida G.729

Los segmentos UDP se encapsulan en paquetes IP, se aumentan entonces los 20 bytes correspondientes a la cabecera IP. El protocolo IP brindará características para la transmisión desde el origen al destino de los paquetes conmutados a través de la red.

En el nivel de enlace de datos se usará Ethernet (IEEE 802.3) en el presente diseño. Aquí se añaden una cabecera y un *trailer*, de 14 y 4 bytes respectivamente. Pero como ya se mencionó antes, para hacer uso del esquema de priorización de tramas se necesita añadir una etiqueta 802.1q. Esta etiqueta, que hace referencia a la VLAN con la que se está trabajando, cuenta con un campo PCP (*Priority Code Point*) que indica el nivel de prioridad asignado para una clase de servicio. La etiqueta se inserta en la cabecera Ethernet y consta de 4 bytes que también habrá que tomar en cuenta. Mayor detalle sobre el esquema de calidad de servicio se explica en la Sección 3.5.

Todo el encapsulamiento anteriormente descrito se aprecia de mejor manera en la Figura 3.1. Finalmente para calcular la eficiencia por encapsulamiento, y ver la tasa real de transmisión de los datos de voz, hay que mencionar dos campos más que

se incluyen a las tramas Ethernet para ser enviadas por el medio físico; éstos son el preámbulo y el IFG (*Inter-Frame Gap*). Su función es delimitar y separar las tramas en el medio físico. El preámbulo se forma de 8 bytes y el mínimo IFG usa 96 tiempos de bit, es decir 12 bytes. Los 14 bytes de cabecera, 4 bytes de *trailer*, 4 bytes de la etiqueta 802.1q, 8 bytes de preámbulo y 12 bytes equivalentes del IFG suman 42 bytes de *overhead* en esta parte. A partir de esto usando la ecuación (3.1) se calcula la eficiencia y luego se obtiene la velocidad de transmisión requerida para un flujo de VoIP.

$$\eta = \frac{\text{bits de información de voz}}{\text{bits totales}} \quad (3.1)$$

$$\eta = \frac{2 \times 80 \text{ bits G.729}}{160 \text{ bits G729} + 12 \text{ bytes RTP} + 8 \text{ bytes UDP} + 20 \text{ bytes IP} + 42 \text{ bytes 802.3, IFG}} \quad (3.2)$$

$$\eta = \frac{20 \text{ bytes}}{102 \text{ bytes}} = 0.196 \quad (3.3)$$

$$V_{tx} = \frac{8 \text{ kbps}}{\eta} = 40.8 \text{ kbps} \quad (3.4)$$

El uso del servicio telefónico es probabilístico y por lo tanto el uso de los recursos de red también lo será. Para realizar una estimación, debido a que aún no se cuenta con registros o estadísticas de uso por ser una central nueva, se usará información de la Central Manduriacu de la misma Unidad de Negocio, que se encuentra en el Anexo B. Se asume que las tendencias de uso serán similares pues es una central de proporciones comparables.

Para calcular la intensidad de tráfico en la hora pico se utiliza la ecuación (3.5) ^[48]. De los datos obtenidos de las estadísticas de uso mencionadas se sabe que el tiempo de ocupación medio es de 2 minutos, y el número de ocupaciones en la hora pico es de 35. La hora pico detectada fue las 14 horas.

$$A = \lambda \times s \quad (3.5)$$

Donde:

A: es la intensidad de tráfico en Erlangs

λ : es el número de ocupaciones ofrecidas promedio por unidad de tiempo

s: es el tiempo promedio de ocupación

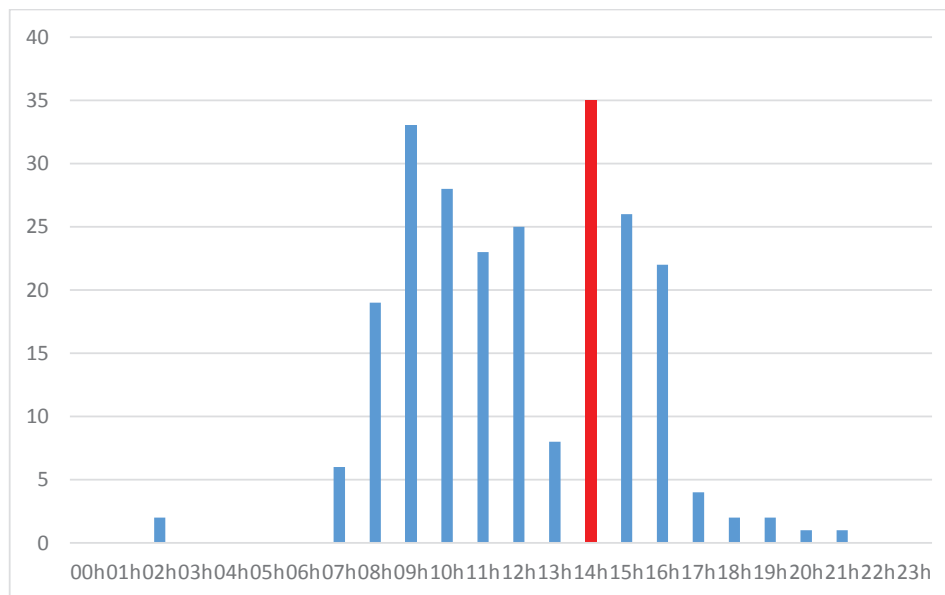


Figura 3.2 Número de ocupaciones por hora en la Central Manduriacu

$$A = \frac{35}{60 \text{ minutos}} \times 2 \text{ minutos} = 1,17 \text{ Erlangs} \quad (3.6)$$

Usando la fórmula de Engset (ecuación (3.7)), se calculará el número de canales de voz requeridos para la Central. Se ha escogido esta fórmula en lugar de la tradicional de Erlang B debido a que brinda un cálculo más exacto cuando el número de extensiones no es muy grande. Engset asume un número finito de orígenes y que las extensiones que ya están en uso no harán más llamadas adicionales. Al usar Erlang B cuando la relación entre el número de fuentes y el número de líneas es menor a diez, se suele sobreestimar los bloqueos ^{[49], [50]}.

$$E(N, A, S) = \frac{A^N \binom{S}{N}}{\sum_{i=0}^N A^i \binom{S}{i}} \quad (3.7)$$

Donde:

E: es la probabilidad de bloqueo

A: es el tráfico en Erlangs generado por cada origen cuando está desocupado

S: es el número de orígenes

N: es el número de servidores

La fórmula de Engset es compleja, por lo que para el presente cálculo se ha usado una herramienta web. En la Figura 3.3 está el cálculo de canales necesarios para un tráfico total de 1,17 Erlangs que se obtuvo en la ecuación (3.6) con 21 fuentes de tráfico, correspondientes a las 21 extensiones que se planean en el Anexo B.

Figura 3.3 Resultado del número de líneas requeridas ^[50]

El resultado se deberá multiplicar por dos veces los 40,8 Kbps de la ecuación (3.4), que se requiere por cada flujo de voz.

$$V_{voz} = 2 \times 5 \text{ canales} \times 40,8 \text{ Kbps} = 408 \text{ Kbps} \quad (3.8)$$

3.2.2 VIDEOVIGILANCIA ^[24]

Dentro de la Central se requiere un CCTV, como implementación de seguridad y además como herramienta de soporte para la operación. Esto es, para poder visualizar sitios remotos sin tener que salir de la Sala de Control, por ejemplo ver el estado de alguna de las tomas o verificar el accionamiento de una compuerta a través del SDSC.

El circuito cerrado de televisión propuesto contará con 14 cámaras IP, entre fijas y móviles, que se ubicaron de acuerdo a los sitios más importantes para la supervisión de la Central y críticos para la seguridad. Esta información se detalla en el Anexo B.

El uso de cámaras IP tiene varias ventajas sobre las tradicionales cámaras analógicas. Se ofrece accesibilidad remota a través de la red y una mejor calidad de imagen con tecnología digital. También presenta las posibilidades de una integración sencilla y escalabilidad, flexibilidad y rentabilidad mejoradas.

Para el correcto funcionamiento de este sistema se necesita asegurar un ancho de banda destinado al envío de las imágenes a través de la red. La velocidad de transmisión requerida para video depende del método de compresión utilizado, la resolución de las imágenes y el número de cuadros por segundo (FPS).

En cuanto al método de compresión puede resultar confuso escoger la alternativa más adecuada, debido a la gran cantidad de opciones que hay disponibles. Como se mencionó en la Sección 1.4.3 a groso modo existen dos tipos de compresión, cuadro por cuadro y temporal. De la metodología que usan es fácil darse cuenta algunas diferencias entre los dos tipos. La compresión cuadro a cuadro requerirá un mayor ancho de banda pues toma un mayor número de imágenes, y la compresión temporal requerirá una mayor capacidad de procesamiento en los servidores.

Los métodos de compresión que destacan para aplicaciones de vigilancia de buena calidad son MJPEG y H.264 (MPEG-4 *part* 10/AVC), que también fueron tratados en el Capítulo I. El primero es el más simple para trabajar. Utiliza un tipo de compresión cuadro a cuadro, lo que brinda un comportamiento más uniforme y predictivo en cuanto al uso de ancho de banda a cambio de requerir tasas de transmisión más altas.

En H.264, en cambio, hay más factores para tomar en cuenta. Las variaciones entre los perfiles que existen hacen que sea difícil comparar entre distintos fabricantes. Entre un perfil y otro cambian principalmente el costo y procesamiento requerido,

estos factores se toman en cuenta para escoger la implementación de H.264 que los fabricantes utilizan para sus cámaras.

La tasa de bits requerida cambia mucho de acuerdo a las condiciones. En escenarios de poco movimiento se consiguen tasas muy bajas, pero en momentos de mucha actividad los recursos necesarios crecen; por ejemplo la hora de salida al almuerzo donde casi todo el personal se mueve de sus puestos de trabajo. Por esta razón es importante tomar en cuenta estos escenarios a la hora de realizar el diseño, para evitar que en un momento de mucha actividad las señales de video saturen la red.

El procesamiento requerido es mucho mayor y depende del perfil aplicado. De manera general a mayor calidad de imagen obtenida se requerirá un mayor procesamiento. Esto es importante al escoger el servidor que manejará las señales enviadas por las cámaras, pues el número de cámaras que éste puede manejar vendrá limitado por su capacidad. Es decir, un servidor podrá decodificar un límite máximo de señales de distintas cámaras que dependerá del perfil utilizado. También se debe considerar que este procesamiento introduce un retardo. Esta característica la hace útil en *streaming* de videos ya grabados. La latencia no tiene mayor impacto en ambientes donde las cámaras no se visualizan en vivo, pero sí es relevante en escenarios donde la visualización en tiempo real es crítica, como es el caso de prisiones, casinos o transporte.

Luego de analizar las características de cada uno de estos dos métodos de compresión se elige trabajar H.264 debido a su menor tasa de transmisión necesaria en escenarios con poco movimiento como es el caso de una central hidroeléctrica.

Una vez seleccionado el método de compresión a utilizarse, se escogerá el número de cuadros por segundo o FPS por sus siglas en inglés. Para actividades de videovigilancia típicamente se usan de 5 a 15 cuadros por segundo, con excepción de casos particulares que requieren mayores velocidades por sobre los 30 cuadros por segundo, como por ejemplo un casino. Para la presente aplicación se

configurará un valor de 12 FPS, con el que se comprobó que se obtiene una buena calidad y no se incrementa demasiado la tasa de transmisión.

Finalmente el último parámetro que se debe analizar es la resolución del sistema de video. La resolución se define como el número de píxeles que forman la imagen y se expresa como el número de píxeles de altura por el número de píxeles de ancho. Cada píxel es un punto de la imagen y una porción de información del cuadro. A mayor resolución se tendrá mayor número de píxeles y por tanto más información que transmitir. De esta manera, será importante escoger una resolución que permita una visualización adecuada sin que demande demasiados recursos de la red.

Resolución	Píxeles	Vtx [Mbps]
Full HD	1920 x 1080	2,58
SXGA	1280 x 1024	1,60
SXGA-	1280 x 960	1,47
HD	1280 x 720	1,16
SVGA	800 x 600	0,60
VGA	640 x 480	0,38
QVGA	320 x 240	0,10

Tabla 3.2 Resoluciones típicas con su velocidad de transmisión aproximada usando compresión H.264 a 15 FPS ^[51]

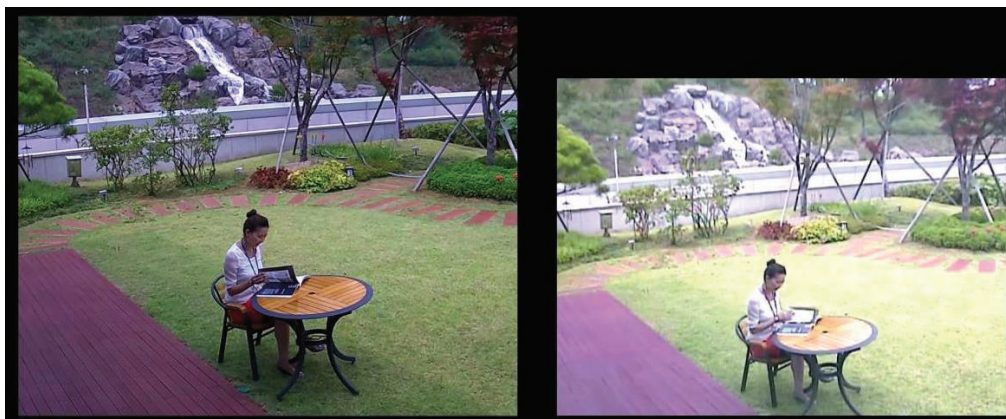


Figura 3.4 Imagen tomada a 1280x1024 píxeles (izquierda) y a 640x480 píxeles (derecha) ^[52]

Las resoluciones más comunes para video se muestran en la Tabla 3.2 junto con una aproximación de la velocidad de transmisión que utiliza cada caso. Se puede notar como las tasas de transmisión crecen considerablemente a mayor resolución. Si se toma en cuenta el número de cámaras, el uso de una resolución muy alta resultaría demasiado costoso. En la Figura 3.4 se ve una comparativa entre una imagen capturada en dos resoluciones, 1280 x 1024 y 640 x 480. La diferencia es notoria, pero la información relevante de la imagen se puede apreciar en los dos casos. Es decir, se pierden detalles que en la mayoría de los casos no son de importancia. En ambientes más críticos en los que se requiera registrar placas de automóviles, por ejemplo, o identificar rostros lejanos, una resolución alta será requerida. En el caso de la central, el acceso es bastante restrictivo por lo que el uso que se daría a las cámaras es más para detectar comportamientos inusuales o la presencia de personal en lugares no debidos y como soporte en la operación. De este modo se puede elegir una resolución no tan alta y ahorrar recursos de red. La resolución escogida es de 800 x 600, con lo que se obtiene imágenes adecuadas para ser visualizadas en monitores medianos.

Con esta información ya es posible hacer el cálculo aproximado de la velocidad de transmisión que usarán las cámaras. Al igual que en telefonía se debe analizar el encapsulamiento que tendrán los paquetes.

Las cámaras IP se pueden comunicar con el servidor de video de diferentes maneras, esto dependerá del fabricante. Existen implementaciones que utilizan TCP y otras que combinan RTP con UDP. Al emplear TCP se garantiza la entrega de los paquetes haciendo uso de acuses de recibo. Los paquetes que no son confirmados se retransmiten. Esta retransmisión es adecuada cuando es una red con pocos retrasos y congestión, o por ejemplo en redes inalámbricas que presentan una pérdida inherente de paquetes. Al reproducir el video éste se puede mostrar entrecortado. UDP por el contrario no garantiza la entrega de paquetes ni retransmite los paquetes perdidos. RTP/UDP resulta adecuado para redes con poca pérdida de paquetes y de preferencia que cuenten con mecanismos de calidad de servicio.

Típicamente se transmite MJPEG usando TCP, como cada imagen es independiente pese a que exista retransmisión se obtiene un video de buena calidad. MPEG-4/H.264 se suele transportar con RTP/UDP pero si existen paquetes perdidos suele ser notorio en el video mostrado reduciendo la calidad. También hay implementaciones de MPEG-4/H.264 sobre TCP apropiadas para redes con pérdida de paquetes. Asimismo se usan cuando se desea almacenar el video en lugar de verlo en vivo.

Con lo indicado en el párrafo anterior, se concluye que lo más apropiado para este caso será usar RTP con UDP. El encapsulamiento que tendrán los paquetes de video será similar entonces al que se explicó para los paquetes de voz.

El video codificado se organiza en unidades NAL (*Network Abstraction Layer*), que es la forma que utiliza H.264 para representar los datos. El primer byte de cada unidad NAL es el byte de cabecera que indica el tipo de dato que está contenido en la unidad. El RFC 6184 define el formato de *payload* RTP para H.264. En éste se describen tres tipos de estructuras de *payloads* ^[53]:

- Paquete de Unidad NAL Simple, contiene únicamente una unidad NAL.
- Paquete de Agregación, combina varias unidades NAL dentro de un solo paquete RTP.
- Unidad de Fragmentación, se usa para dividir una unidad NAL en varios paquetes RTP.

Para el cálculo se toma en cuenta un tamaño de cuadro promedio para la calidad y resolución escogidas en las condiciones descritas. Los paquetes de video suelen ser de mayor tamaño que los de voz, pues se generan bits a tasas mucho más altas. La unidad máxima de transferencia MTU¹⁸ que limitará el tamaño de los paquetes en el proceso de encapsulamiento será la de Ethernet 802.3 que permite un *payload* de máximo 1500 bytes en este nivel. Si se asume que la mayor parte

¹⁸ La unidad máxima de transferencia es el valor en bytes máximo que se puede transportar en una unidad de datos al usar un protocolo de comunicación en particular.

de unidades NAL requerirán más de un paquete para su transmisión se usa la estructura de Unidad de Fragmentación para encapsularlos en RTP. En este caso se añadirán no uno sino dos bytes, uno de indicador de unidad de fragmentación y una cabecera de unidad de fragmentación, como se ve en la Figura 3.5. La información que se incluye en estos dos bytes se utilizará en la decodificación del video.

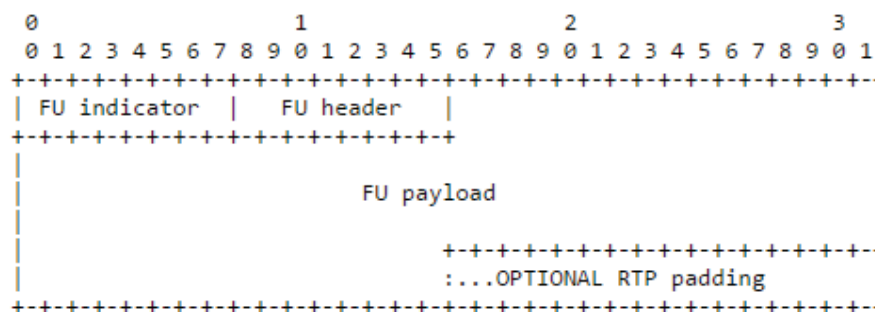


Figura 3.5 Formato de *payload* RTP para una Unidad de Fragmentación [53]

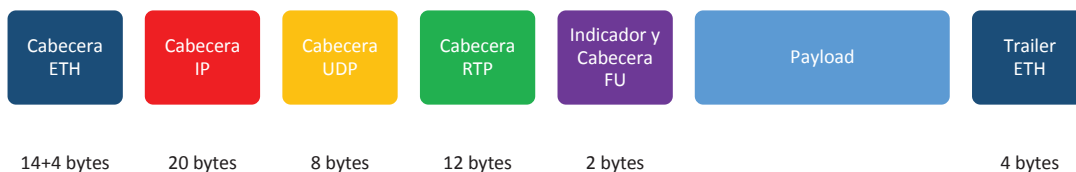


Figura 3.6 Encapsulamiento de video H.264 usando RTP/UDP en la red IP

Si el tamaño de cuadro promedio con el que se va a trabajar es de 8 Kbytes¹⁹ que se generan a una velocidad de 12 cuadros por segundo, se puede calcular la velocidad a la que se genera la información sin tomar en cuenta el *overhead*, como se muestra en la ecuación (3.9):

$$V_{video} = 8 \text{ Kbytes} \times \frac{1024 \text{ bytes}}{1 \text{ Kbyte}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times 12 \text{ FPS} = 786,43 \text{ Kbps} \quad (3.9)$$

¹⁹ Tamaño de cuadro promedio para H.264@12FPS de buena calidad a resolución de 800*600 pixeles [48]

Hay que notar que este cálculo es solo una aproximación para obtener el requisito de velocidad de transmisión demandada por el sistema, ya que como se dijo la tasa de bits que se genera al usar H.264 varía constantemente de acuerdo a las condiciones. Aclarado esto, se va a calcular la eficiencia de encapsulamiento y con esta la velocidad de transmisión efectiva. En las ecuaciones (3.10) y (3.11) se procede a determinar el número de tramas necesarias para enviar un cuadro de video y el número total de bits transmitidos incluyendo el *overhead*.

$$\#tramas = \frac{8.192 \text{ bytes}}{1.458 \text{ bytes}} = 5,62 \cong 6 \quad (3.10)$$

$$\text{bytes totales} = 6 \times (1500 \text{ bytes} + 42 \text{ bytes eth, preámbulo y IFG}) = 9252 \text{ bytes} \quad (3.11)$$

$$\eta = \frac{\text{bytes de información de video}}{\text{bytes totales}} \quad (3.12)$$

$$\eta = \frac{8.192 \text{ bytes}}{9.252 \text{ bytes}} = 0,885 \quad (3.13)$$

$$V_{tx} = \frac{V_{video}}{\eta} = \frac{786,43 \text{ Kbps}}{0,885} = 888,19 \text{ Kbps} \quad (3.14)$$

La eficiencia alcanzada es alta debido a que los paquetes enviados son de mayor tamaño e incluyen más bits de información. Con la velocidad obtenida en la ecuación (3.14) y el número total de cámaras, se obtiene el requisito de velocidad de transmisión para el buen funcionamiento de este sistema.

$$V_{videovigilancia} = 14 \times 888,19 \text{ Kbps} = 12,43 \text{ Mbps} \quad (3.15)$$

3.2.3 VIDEOCONFERENCIA

Los sistemas de videoconferencia son una herramienta muy útil de comunicación dentro de una organización. Debido a la distancia a la que se encuentra el proyecto de las oficinas administrativas en Quito, muchas veces no será posible contar con la presencia de una o varias personas en las reuniones que cotidianamente se requieren dentro de la Unidad de Negocio. Es aquí donde el servicio de

videoconferencia resulta de gran utilidad para permitir estos diálogos sin importar la ubicación de las personas, ahorrando tiempo y recursos a la empresa.

El análisis de la velocidad de transmisión que se requiere para videoconferencia es similar al de las cámaras del CCTV, con algunas diferencias. Este servicio no hará uso continuo de los recursos de red; sin embargo, el ancho de banda requerido será mayor pues se necesita mejor calidad de imagen y se incluye señal de audio.

Los mismos parámetros estudiados anteriormente tendrán que seleccionarse para esta aplicación. Se escogerá un método de compresión, la resolución y el número de cuadros por segundo (FPS). Por las características ya mencionadas sobre los métodos de compresión, H.264 tiene un mejor desempeño en ambientes WAN por sus menores tasas de transmisión. Habrá que tomar en cuenta que los equipos a utilizar tengan un buen procesamiento, para que éste no afecte la latencia de la comunicación. Además, al igual que en telefonía, se tendrá que aplicar criterios de calidad de servicio. Los perfiles altos de H.264 proporcionan una excelente calidad de video para una experiencia realista y eficiente de conferencia.

La resolución también es importante para no obtener una imagen distorsionada o pixelada, ya que comúnmente se usan pantallas grandes en las salas de reuniones para las videoconferencias, de manera que se puedan distinguir los rostros con claridad. Si se considera una pantalla de entre 32" y 40", lo más probable es que tenga una resolución Full HD, es decir 1920x1080 píxeles. Aunque los sistemas de transmisión de video permiten ajustar automáticamente la resolución de la imagen de acuerdo a la calidad del enlace, se va a considerar esta resolución tomando en cuenta que es la que se espera mantener la mayor parte del tiempo que se realice la comunicación.

El valor de cuadros por segundo afecta la calidad de video en cuanto a qué tan bien se muestra el movimiento. Hay ocasiones en las que se opta por valores de FPS menores para conseguir mayores resoluciones sin incrementar mucho la velocidad de transmisión, pero esto solo funcionará bien en escenas sin mucho movimiento. En una videoconferencia esto degradaría la calidad de la comunicación, pues no se vería con fluidez a las personas moviéndose y hablando. A partir de 24 FPS el ojo

humano percibe las imágenes como movimiento continuo. Los sistemas actuales de mejor calidad suelen usar tasas de hasta 60 FPS. Para el presente diseño se ha escogido trabajar con 30 cuadros por segundo tomando en cuentas las consideraciones mencionadas.

Una vez escogidos los parámetros se puede realizar la estimación de la velocidad de transmisión. La metodología será la misma que se usó en videovigilancia:

- Método de compresión: H.264
- Resolución: 1920x1080 pixeles
- Cuadros por segundo: 30

Con estos valores, el tamaño de cuadro promedio para un video de buena calidad es de 18 Kbytes ^[51]. Se calcula entonces la tasa de transmisión tomando en cuenta el *overhead* y la fragmentación de las unidades NAL.

La ecuación (3.21) muestra el resultado de la velocidad de transmisión que se usará durante una videoconferencia para un flujo de video. Se plantea la instalación de un único equipo de videoconferencia para la sala de reuniones principal, de manera que solo se podrá tener una llamada simultánea.

$$V_{video} = 18 \text{ Kbytes} \times \frac{1.024 \text{ bytes}}{1 \text{ Kbyte}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times 30 \text{ FPS} = 4.423,68 \text{ Kbps} \quad (3.16)$$

$$\#tramas = \frac{18.432 \text{ bytes}}{1.458 \text{ bytes}} = 12,64 \cong 13 \quad (3.17)$$

$$\text{bytes totales} = 13 \times (1.500 \text{ bytes MTU} + 42 \text{ bytes } 802.3, \text{preámbulo, IFG}) \quad (3.18)$$

$$\text{bytes totales} = 20.046 \text{ bytes} \quad (3.19)$$

$$\eta = \frac{\text{bytes de información de video}}{\text{bytes totales}} = \frac{18.432 \text{ bytes}}{20.046 \text{ bytes}} = 0,919 \quad (3.20)$$

$$V_{tx} = \frac{4.423,68 \text{ Kbps}}{\eta} = 4.813,58 \text{ Kbps} \quad (3.21)$$

3.2.4 NAVEGACIÓN WEB

Internet se ha vuelto una herramienta indispensable para acceder a información de todo tipo. Realizar consultas, trámites, reservaciones, descargar documentos, obtener información de otras empresas, contactos, etc. Este tipo de tráfico no será constante en la red y es tolerante a retardos, pero es importante tomarlo en cuenta para ofrecer una buena experiencia de navegación a los funcionarios.

Además de consultar la gran cantidad de páginas web que existen, dentro de la empresa hay algunos aplicativos a los que se accede a través de navegación web. Los sistemas de gestión documental, de solicitud y reliquidación de viáticos, nómina y capacitación se manejan a través de portales web.

La eficiencia de encapsulamiento se calculará de manera similar a los casos anteriores, con la consideración que los datos de Internet se transportan usando TCP/IP. Es decir se tendrán 1.460 bytes de información por trama, restando los bytes de las cabeceras TCP e IP, usando el MTU de 802.3 en la capa de enlace. Con este valor se obtiene una eficiencia de encapsulamiento de 0,947. Aunque también se va a disponer de acceso inalámbrico, con el que el encapsulamiento será diferente al usar 802.11 en la capa de enlace. Este caso no se va a analizar pues hay más consideraciones a ser tomadas en cuenta, como la versión del estándar que usan los equipos, la distancia a la que se encuentran los usuarios, el tipo de modulación, etc.

De acuerdo a estadísticas para diciembre de 2015 el tamaño promedio para las páginas web más visitadas es de 2.161 Kbytes ^[54]. Si se asume un tiempo adecuado para que la página se cargue de 5 segundos se puede obtener la velocidad que se utiliza por usuario. Aún no se cuenta con una lista de personal, pero de los planos se sabe que habrá 19 puestos de trabajo de oficina que incluyen recepción, personal de mantenimiento, personal de operación, jefaturas y otros cargos. A más de ellos habrá personal de campo, entre eléctricos, mecánicos, civiles, bodegueros y misceláneos. Se estima entonces un número de usuarios de 35. Considerando las tendencias de uso vistas en el personal de otras centrales se elige trabajar con

un índice del 5%, que se estima sea valor de mayor simultaneidad durante un día de trabajo.

$$bits\ totales = \frac{bits\ información}{n} = \frac{2.161 \times 1.024\ bytes \times 8\ bits}{0,947} \quad (3.22)$$

$$bits\ totales = 18.693.679\ bits \quad (3.23)$$

$$Vusuario = \frac{18,69\ Mbits}{5\ s} = 3,74\ Mbps \quad (3.24)$$

$$Vnavegación = \#usuarios \times simultaneidad \times Vusuario \quad (3.25)$$

$$Vnavegación = 35 \times 5\% \times 3,74\ Mbps = 6,54\ Mbps \quad (3.26)$$

3.2.5 CORREO ELECTRÓNICO Y TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS

Los correos electrónicos representan un medio sumamente importante de comunicación dentro de la Unidad. A través de éste se intercambian diariamente informes, reportes, documentos, presentaciones, solicitudes, noticias, novedades, etc. tanto entre miembros de la Unidad como con personal de otras Unidades de la CELEC y de otras instituciones.

Dentro de la empresa se utilizan frecuentemente correos grupales e individuales para enviar:

- Boletines informativos institucionales
- Información sobre capacitaciones
- Invitaciones a eventos
- Eventualidades dentro de las centrales o de los proyectos
- Logro de hitos en los proyectos
- Información sobre sistemas de gestión documental Quipux e IFS.
- Aceptación y reliquidación de viáticos

El número de correos que se envían por día depende del tipo de funcionario, por ejemplo los administrativos, financieros, secretarías y personal de comunicación harán un mayor uso de correo electrónico que el personal técnico que representa la mayor parte de trabajadores en la central.

El servicio de correo no utiliza un ancho de banda de forma constante y continua, además es tolerante a retardos. Por esta razón sus requerimientos de recursos de red no son mayores. Los datos adjuntos son los que generan un mayor tráfico dentro de la red. Los funcionarios utilizan mucho el correo electrónico para compartir documentos.

3.2.6 SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

En la Regulación CONELEC-005/08 se establece los requerimientos para la supervisión y control en tiempo real del Sistema Nacional Interconectado por parte del CENACE (Centro Nacional de Control de Energía). Aquí se establece como responsabilidad de los Agentes del Mercado Eléctrico Mayorista, proporcionar al CENACE la información necesaria para realizar la función de supervisión y control en tiempo real, información que deberá ser entregada en forma completa, oportuna y confiable; en el formato que permita su fácil integración al STR del Centro de Control del CENACE.

La Regulación indica que para dar cumplimiento a este requerimiento se debe implementar un sistema de adquisición de datos y un medio de comunicaciones simple o redundante, dedicado, de alta confiabilidad y disponibilidad.

El sistema de adquisición de datos en sí no forma parte de este diseño, solo se incluirá los requerimientos para la comunicación de dichos datos hacia el CENACE desde el lado local. Los protocolos que el CENACE acepta para los equipos utilizados son los siguientes:

- Protocolo IEC-870-5-101 serial
- Protocolo DNP 3.0 serial
- Protocolo ICCP

Para el envío de estas señales la velocidad de transmisión requerida es baja, por lo que asegurar un ancho de banda para este servicio no es crítico. El punto de interés para la transmisión de las señales será el asegurar la disponibilidad de un canal dedicado que cumpla con los parámetros que dicta el CENACE. No se podrá usar entonces el mismo canal para las señales que para la navegación en Internet o el sistema de telefonía. Además por cuestiones de seguridad resulta adecuado aislar la red de tiempo real de la red corporativa.

El COT (Centro de Operaciones de Transmisión) de Transelectric también solicita recibir determinadas señales para la supervisión de las subestaciones eléctricas y las líneas de transmisión. Ambos esquemas son bastante similares, difieren en algunas señales que el CENACE requiere y el COT no y viceversa. En el Anexo C se presenta un listado de señales correspondientes a las señales que se piden para las distintas posiciones, esto es líneas, barras, equipos transformadores y generadores. El resumen del número de señales digitales y analógicas se muestra en la Tabla 3.3 para el CENACE y en la Tabla 3.4 para el COT.

	N° de señales
Posiciones de líneas (2, +2 de uso futuro)	
Señales Digitales	56
Señales Analógicas	0
Barras	
Señales Digitales	12
Señales Analógicas	4
Equipos transformadores	
Señales Digitales	19
Señales Analógicas	20
Generadores (3)	
Señales Digitales	21
Señales Analógicas	18
TOTAL	
Señales Digitales	108
Señales Analógicas	42

Tabla 3.3 Resumen del número de señales a ser enviadas al CENACE

	N° de señales
Posiciones de líneas (2, +2 de uso futuro)	
Señales Digitales	220
Señales Analógicas	32
Barras	
Señales Digitales	25
Señales Analógicas	8
Equipos transformadores	
Señales Digitales	34
Señales Analógicas	13
Generadores (3)	
Señales Digitales	0
Señales Analógicas	0
TOTAL	
Señales Digitales	279
Señales Analógicas	53

Tabla 3.4 Resumen del número de señales a ser enviadas al COT

El protocolo que se plantea usar es el ICCP (*Inter-Control Center Communications Protocol*), que es ampliamente utilizado en este tipo de comunicaciones en el país. ICCP maximiza la utilización de protocolos existentes de las 7 capas del modelo de referencia OSI.

Como ya se mencionó los requerimientos para el envío de estas señales son bastante bajo, pero la utilización del protocolo ICCP impone una velocidad por sobre los 64 Kbps. Se usará este valor como referencia para este servicio, a sabiendas que para este tipo de tráfico es más importante asegurar la disponibilidad del enlace que un ancho de banda determinado.

3.2.7 OTROS SERVICIOS

A más de los servicios que se han analizado, dentro de la Central se implementarán otros cuyo consumo de ancho de banda será mínimo e incluso despreciable pero que merece la pena nombrarlos. Cuando se analice el número de puertos que se requiere para los *switches* será importante tomar en cuenta los equipos que se relacionan con estos servicios.

3.2.7.1 Radio Comunicación

Las comunicaciones de radio son muy utilizadas dentro de una central por el personal de mantenimiento y de operación durante sus labores diarias. Los operadores se comunican por radio con la sala de control para informar cualquier eventualidad durante sus revisiones. Las jefaturas también hacen uso de los radios para ponerse en contacto con el personal cuando éste no se encuentra en oficinas.

La radio sobre IP permite transmitir las señales a través de una red IP. Este tipo de esquemas presenta algunas ventajas como son el extender el rango de cobertura fuera del área de línea de vista y permiten enlazar sistemas de radio aislados. En la Unidad de Negocio Coca Codo Sinclair ya se cuenta con un sistema de radio que conecta a través de la red IP la central de radio de Quito con la de Manduriacu. De esta manera se contará también con una base de radio en Quijos para la comunicación dentro de la Central y con los otros sistemas de radio de la Unidad.

El uso de los recursos de red para este servicio será mínimo, y los enlaces IP se usarán con poca frecuencia por lo que no se considera dentro del cálculo.

3.2.7.2 Impresión

Las impresoras son un recurso que se aprovecha de mejor forma cuando se instalan en red. Es así que desde cualquier equipo que se encuentre enlazado a la red se podrá enviar a imprimir documentos, sin ser necesario que estén conectados directamente ni contar con una impresora para cada computador. De esta manera solo se requiere una impresora por piso o por área y los usuarios harán uso de la que les resulte más adecuada. De hecho se posibilita la impresión en cualquier impresora que se encuentre conectada a la red corporativa y configurada en el computador. Esto es especialmente útil para el personal cuyas labores no se realizan en un puesto fijo, por ejemplo el personal de seguridad laboral o de ingeniería de la producción.

Los usuarios podrán hacer uso de las distintas impresoras que están conectadas a la red de acuerdo a la que les resulte más cercana o más conveniente, ya sea en

oficinas de la Central, en Casa de Máquinas o en las otras localidades de la Unidad de Negocio como son las oficinas en Quito o los otros proyectos.

3.2.7.3 Registro Biométrico

Para realizar el registro de asistencia de los trabajadores, dentro de la Unidad de Negocio, se utiliza un sistema biométrico que usa reconocimiento facial y lectura de huella digital. Se requiere de un equipo lector en cada uno de los sitios de trabajo. Cada uno de estos dispositivos se conecta con otro que funciona como servidor en Quito en el departamento de Talento Humano. Aquí se recoge la información de los registros de los todos los sitios y se realiza el control de asistencia del personal mes a mes. La conexión de estos dispositivos se hace a través de la red IP usando un puerto Ethernet.

3.2.8 TRÁFICO TOTAL

Para calcular el tráfico total que manejará la red se va a sumar los datos obtenidos de los análisis anteriores. Como se indicó, existen algunos servicios que tendrán un consumo de ancho de banda mínimo por lo que no es imperativo tomarlos en cuenta.

Al sumar los datos de telefonía, videovigilancia, videoconferencia y navegación web se obtiene un tráfico total de 24,18 Mbps.

Para dar una vida útil de al menos 5 años se considera un factor de crecimiento para realizar una proyección. Los factores de crecimiento de redes suelen estar entre el 5% y el 50%, dependerá de la evolución de los servicios, incremento de personal, crecimiento de la empresa, etc. Las centrales hidroeléctricas se diseñan para funcionar por varias décadas y se tiene eso en mente al momento de realizar la contratación de personal, es decir que un aumento representativo de los usuarios de la red resulta poco probable. Los servicios de red, como el acceso a Internet, compartición de archivos, trabajos en la nube, etc. si significarán crecimiento en el tráfico. Tomando en consideración estos aspectos se escoge un factor crecimiento de 10% anual. Se utiliza la ecuación (3.27) ^[55] para realizar el cálculo; donde T_f y T_o representan el tráfico final e inicial respectivamente, f_c es el factor de crecimiento

escogido y n el número de periodos a considerar. En la Tabla 3.5 se muestran los datos obtenidos para la proyección realizada para cada año.

$$T_f = T_o(1 + f_c)^n \quad (3.27)$$

Años	Mbps
0	24,18
1	26,60
2	29,26
3	32,18
4	35,40
5	38,94

Tabla 3.5 Estimación de crecimiento de tráfico en la red diseñada



Figura 3.7 Estimación del crecimiento de tráfico de la red diseñada

3.3 TOPOLOGÍA DE LA RED

La red de comunicación de la Central Quijos conectará cinco sitios diferentes: Casa de Máquinas, Edificio Administrativo, Subestación de Seccionamiento, Toma Quijos y Toma Papallacta. Para esto, en cada uno de estos lugares se tendrá equipos a los que se conecten los diferentes componentes que serán parte de la red. Se deberá tomar en cuenta durante la selección de equipos que éstos tengan la

capacidad apropiada para manejar la cantidad de tráfico y el número de puertos necesarios.

El Sistema de Supervisión y Control tiene ciertos requerimientos que se debe tomar en cuenta para armar el esquema de la red. Las señales del SDSC se envían de manera independiente al CENACE y al COT, cada entidad solicita un conjunto diferente de señales que se transmitirán usando canales exclusivos. Para esta transmisión se requiere *gateways* que usarán el protocolo ICCP para el envío de la información a dichos entes.

La conexión con los PLC y los distintos sensores se hará a través de *switches*. Estos equipos no podrán ser los que tradicionalmente se utilizan en redes LAN. Muchos de los sitios donde se deberán ubicar estos equipos están expuestos a temperaturas muy altas, vibración muy fuerte, humedad, ruido magnético y presencia de químicos. Los equipos que se escoja para esta labor deberán estar diseñados para trabajar en este tipo de ambiente. Además de esto, los *switches* deberán contar con fuentes de energía redundantes, pues su funcionamiento debe ser ininterrumpido y en una central la fuente que abastece de energía varía si las unidades están generando o no, o si la Central está conectada al Sistema Interconectado o no. Estas características se encuentran en lo que se conoce como Ethernet Industrial.

Finalmente, la infiltración en el Sistema de Control conlleva un riesgo altísimo. Si un atacante consigue acceder a estos equipos podría enviar señales de paro de las unidades, apertura de válvulas de sistemas en funcionamiento, maniobras en interruptores y seccionadores, movimiento de compuertas, etc., pudiendo causar pérdidas cuantiosas y daños importantes en los equipos.

Tomando en cuenta estos aspectos se decide aislar esta parte de la red de forma física. Es decir, la red se dividirá con un esquema de conexión paralelo para el SDSC por un lado y los demás servicios por el otro. De esta manera se evita mezclar los flujos de datos y se puede usar los equipos apropiados y la topología más adecuada para cada caso.

3.3.1 RED SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Esta red se caracteriza por requerir una alta disponibilidad y fiabilidad, a la vez que las tasas de transmisión que manejará son bajas. Por lo tanto, para esta parte del diseño el enfoque será conseguir un esquema robusto que procure el acceso a los datos y el control de los sistemas de la Central todo el tiempo. Los equipos seleccionados deberán ser adecuados para trabajar en ambientes industriales. Esto será tomado en cuenta al solicitar las cotizaciones para la selección de equipos.

Para conseguir una alta fiabilidad en el sistema se ha optado por una topología en anillo, ya que es un esquema muy resistente a fallas. Se ha considerado el uso de redundancia, es decir un doble anillo, para reducir al mínimo la probabilidad de fallos e incrementar la disponibilidad del sistema. Este esquema aumenta considerablemente los costos, pero es justificable ya que una desconexión de sistema de control podría dejar inoperante la Central por horas e incluso días generando grandes pérdidas para la empresa.

Se tendrá siete puntos de conexión, destinados a siete componentes:

- Unidad 1
- Unidad 2
- Unidad 3
- Sistemas Auxiliares
- Toma Quijos
- Toma Papallacta
- Subestación Eléctrica

En cada ubicación se contará con un tablero de supervisión y control en el que están los *switches* redundantes a los que se conectarán las unidades para la adquisición de datos, comando y control respectivos. Estos *switches* tendrán características industriales como ya se había mencionado y, como la cantidad de datos es pequeña, que sus puertos funcionen a 10 Mbps es más que suficiente.

Todos los datos se recibirán y procesarán en la Sala de Control. Aquí se contará con las estaciones de Ingeniería y Mantenimiento, operación y comunicación, y el servidor de históricos.

La estación de Ingeniería y Mantenimiento se utiliza para hacer cualquier cambio en la lógica de programación de toda la central. La estación de Operación se usa para la visualización del sistema entero, aquí se realiza la supervisión de las variables y se puede ejecutar los comandos de control y maniobras. Estos mismos equipos funcionan como estaciones de comunicación o *Gateways* que envían las señales a los entes superiores. El servidor de históricos permite sacar datos estadísticos y ver los gráficos y tablas que arroja el sistema.

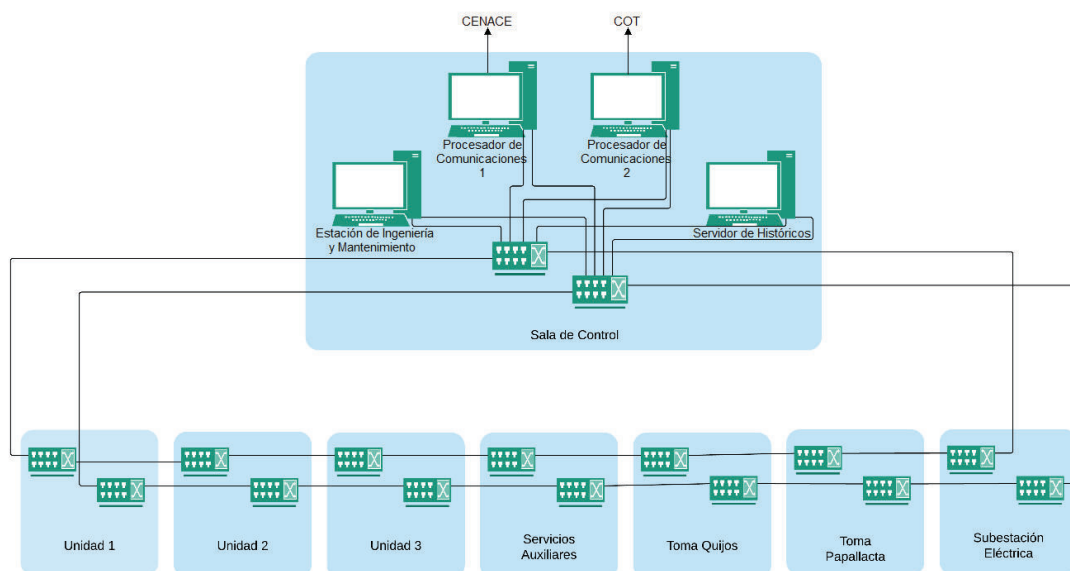


Figura 3.8 Topología Red del Sistema de Supervisión y Control

3.3.2 RED CORPORATIVA

Para las demás aplicaciones y servicios de la red se propone una topología tipo árbol, con un equipo concentrador principal y un *switch* de acceso en casa sitio para la conexión de los demás dispositivos y equipos terminales.

La Unidad de Negocio cuenta con una red corporativa funcional a la que se debe enlazar la de la Central. El equipo principal o de *core* será el que se conecte con las oficinas en Quito. Para esta función se puede ocupar un *router* o un *switch* de

capa 3. Como se maneja una única tecnología en capa 2 y no se requiere el uso de protocolos complejos de enrutamiento en este escenario, un *router* no resultaría la mejor opción. El *switch* capa 3 tiene mayores velocidades de conmutación, mayor número de puertos y realiza las labores de enrutamiento entre VLAN, que son necesarias como se indica más adelante.

Este *switch* de *core* será el punto de enlace para acceder a varios servicios como son: correo electrónico, bases de datos, sistemas de gestión documental, intranet, portales corporativos, DNS y llamadas externas. Esto es debido a que ya se cuenta con los respectivos servidores en Quito. Dentro de la Central Quijos se tendrá la central de telefonía y el servidor de videovigilancia con su NVR²⁰. También a través del enlace con las oficinas en Quito se tendrá acceso a navegación en Internet.

Para la correcta interconexión de la Central con los demás sitios que cubre la red de la empresa se utilizará VLAN, al igual que en el resto de puntos, para dividir la red de acuerdo a su uso. Esto trae varias ventajas como: seguridad al poder separar datos sensibles y controlar la información que se puede compartir; el rendimiento mejora al disminuir tráfico innecesario por reducir el tamaño de los dominios de *broadcast*; también se facilita el manejo de la red por el parte del administrador de red. Se propone una división en cinco redes virtuales:

- Usuarios
- Invitados
- Administración
- Telefonía
- Cámaras

La VLAN de Usuarios será a la que se conecte el personal de la Central para acceder a los distintos servicios. La VLAN Invitados está destinada a las personas que se encuentren en la Central y no requieran o no deban tener acceso a los

²⁰ Las siglas de network video recorder, hace referencia al *software* que se utiliza para grabar video digital en algún dispositivo de almacenamiento. El NVR no realiza captura de video. Típicamente, se utiliza en dispositivo dedicado para el NVR.

servicios corporativos. En cuanto a los equipos de red administrables se encontrarán en una red más restringida en la que solo se podrán conectar el administrador de red o el personal de TICs. Para el tratamiento diferenciado de los datos se usa la información de las etiquetas VLAN, con el fin de ofrecer calidad de servicio. Por esta razón se tendrá una VLAN para voz y una para cámaras. El equipo de videollamada se incluirá en la red de telefonía pues son los que requieren mayor prioridad. Esto se explica con mayor detalle en la Sección 3.5.

Las redes virtuales requieren un número de identificación, VLAN ID, que se incluye en la etiqueta que se añade a cada trama. Este número está en el rango de 1 a 4.095, con ciertas consideraciones. Actualmente la Unidad de Negocio ya tiene asignadas hasta la ID 33. En este diseño se usará VLAN IDs a partir de 40.

En cuanto al direccionamiento el departamento de TICs de la Unidad de Negocio ha asignado la subred 172.16.188.0/22 para la Central. Se dividirá la red de acuerdo a las VLAN que ya se plantearon. El detalle de las subredes a ocuparse para el direccionamiento se encuentra en la Tabla 3.6.

DESCRIPCIÓN	# VLAN ID	RED	BROADCAST	IP INICIO	IP FINAL	HOSTS	MÁSCARA
Disponible		172.16.188.0/22	172.16.191.255	172.16.188.1	172.16.191.254		255.255.252.0
INVITADO	40	172.16.188.0/25	172.16.188.127	172.16.188.1	172.16.188.126	126	255.255.255.128
PERSONAL	41	172.16.188.128/26	172.16.188.191	172.16.188.129	172.16.188.190	62	255.255.255.192
TELEFONÍA	42	172.16.188.192/27	172.16.188.223	172.16.188.193	172.16.188.222	30	255.255.255.224
CÁMARAS	43	172.16.188.224/27	172.16.188.255	172.16.188.225	172.16.188.254	30	255.255.255.224
ADMINISTRACIÓN	44	172.16.189.0/27	172.16.189.31	172.16.189.1	172.16.189.30	30	255.255.255.224

Tabla 3.6 Direccionamiento para la los equipos de la Central Quijos

Se asigna la subred más grande a la VLAN invitados, que pueden llegar a un gran número en eventos importantes o en visitas a la Central. Es común que los visitantes quieran conectar sus teléfonos. En la subred de personal se tomó en cuenta la cantidad de personas que labora en los picos de trabajo, que son los mantenimientos mayores de las unidades de generación y pueden superar los 40 trabajadores. Para la red de telefonía se tienen 26 equipos que incluyen la central, los altavoces, los teléfonos y el equipo de videoconferencia. En cuanto a las cámaras, habrá 14 de ellas pero se ha escogido una subred /27 en caso de futuro

crecimiento. Del mismo modo, la VLAN de administración tendrá 30 direcciones IP disponibles pues habrá al menos 15 equipos de red entre *switches*, servidores, *access points* y biométricos, más el personal que se conecte a esta VLAN para realizar configuraciones.

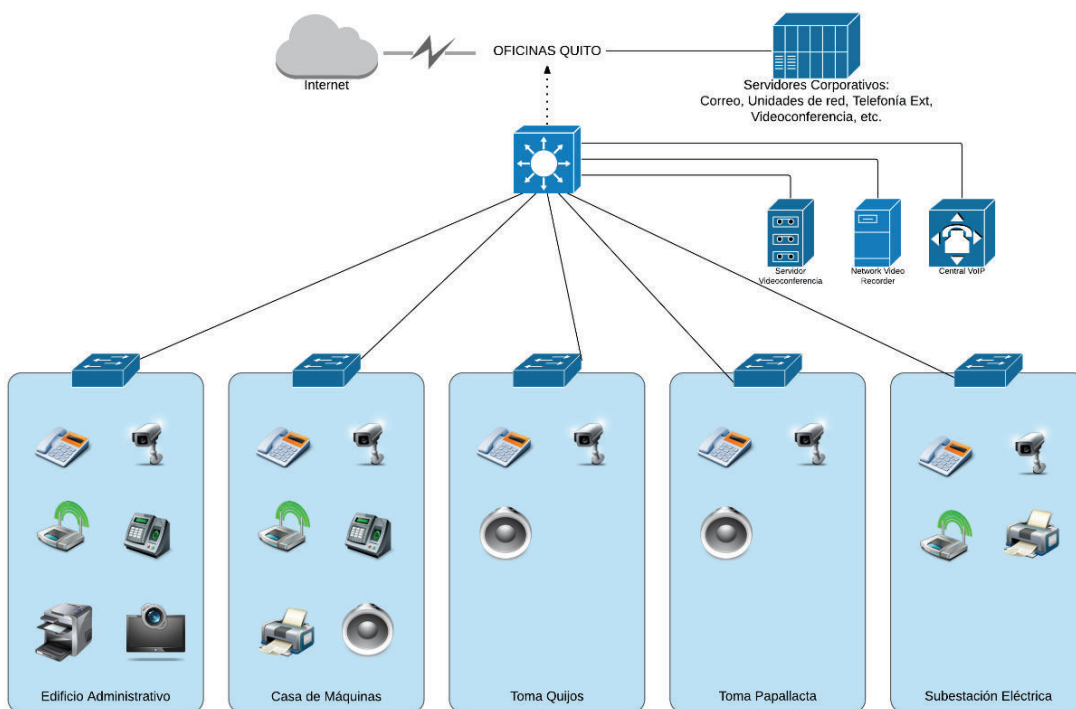


Figura 3.9 Representación de la red corporativa

La Figura 3.9 es una representación de cómo se conectarán los elementos en la red corporativa. No se requiere de todos los servicios en cada sitio, en la Figura también se presenta el tipo de elementos que se plantea colocar en cada ubicación de la Central.

3.4 ENLACES ENTRE SITIOS DENTRO DE LA CENTRAL

Una vez estructurada la forma en que se van a conectar los equipos para lograr la conectividad necesaria en la Central, se va a determinar el tipo de medio que se usará para enlazar los diferentes conmutadores que se tendrá en cada uno de los sitios.

3.4.1 CASA DE MÁQUINAS – SITIOS DE TOMA

Los enlaces entre Casa de Máquinas y los sitios de toma son los de mayor distancia. Cada obra de toma se encuentra a aproximadamente 7 Km de Casa de Máquinas y a 4 Km la una de la otra. Las opciones factibles son la utilización de radioenlaces o conexiones mediante fibra óptica. Debido a que la información de los equipos en los sitios de toma y los comandos de control de los mismos se transmitiría por estos enlaces es de mucha importancia asegurar una alta disponibilidad. La supervisión y el control de estos sitios es crítico durante la operación de la Central. Por esto se analizará posibles esquemas de redundancia.

Al igual que en la mayoría de casos la opción más adecuada no es una decisión muy simple. Habrá que analizar el escenario y ver qué ventajas y desventajas tiene cada opción. Con fibra óptica se suele tener complicaciones durante la instalación por contar con los ductos o vías para el tendido del cable a lo largo del enlace. Al encontrarse en fase construcción de la Central esto se vuelve mucho más gestionable. La instalación también se torna más complicada cuando se usa fibra. El tendido del cable en postes o el paso por ductería es más laborioso que la instalación de antenas. La fusión de la fibra requiere maquinaria especializada. Para poner en marcha el sistema, el radioenlace requiere más ajustes y configuraciones para que se adapte a las condiciones del enlace y a las reglamentaciones del país.

En cuanto a capacidad la fibra óptica sobrepasa por mucho al radioenlace. De hecho, la capacidad no viene limitada por la fibra sino por los elementos electro-ópticos y opto-electrónicos en los extremos que convierten las señales enviadas. Sin embargo, las necesidades de ancho de banda en este caso no son muy altas, por lo que éste no es un criterio definitivo.

Existen otros aspectos en los que la diferencia es menor, como la seguridad. Para intervenir un radioenlace se requiere lograr captar la señal a nivel físico en primer lugar; se necesita equipos compatibles con el esquema utilizado y la misma configuración de frecuencia, modulación, etc. Si esto no representa ya un fuerte impedimento; la señal suele viajar encriptada haciendo que su interpretación

requiera mucho tiempo y habilidad. El intervenir fibra es incluso más difícil por la misma naturaleza del medio; y, ya que la Central es un entorno vigilado y con acceso restringido un ataque en estos puntos es muy improbable.

En cuanto al precio resulta bastante difícil dar un valor aproximado para cualquiera de los dos escenarios. Existen muchos elementos a tomar en cuenta que hacen que varíe el precio. Además la capacidad del enlace no podría ser la misma por la limitación de ancho de banda en el caso inalámbrico, por lo que resulta difícil comparar con este parámetro.

Finalmente en lo que respecta a la disponibilidad; el radioenlace puede verse afectado por la climatología, aunque los equipos cada vez cuentan con más mecanismos para disminuir estos efectos. Cada equipo, antena, cable o modulador puede representar un punto de fallo; sin embargo, un dispositivo correctamente instalado debería contar con una disponibilidad totalmente aceptable. La fibra óptica, por otro lado, destaca en este aspecto. Con un sistema de fibra debidamente comprobado se pueden tener disponibilidades prácticamente totales.

Tomando en cuenta estos aspectos y por la estructura escogida, la opción más adecuada es el uso de enlaces de fibra óptica. El diseño de topología que se ha escogido incluye un doble anillo para el SDSC y un árbol paralelo para la red corporativa. Usando un solo cable de fibra óptica se puede cumplir con los requisitos de conexión y acoplarse a este diseño. De esta manera se obtiene un esquema fiable y de alta disponibilidad.

Para el anillo de la red del sistema de control se requerirá tender un cable de fibra óptica entre los dos sitios de Toma. Se puede entonces aprovechar uno de los hilos de fibra de este cable para formar un enlace de *back-up* entre los *switches* de la red corporativa de las Tomas. De esta manera se reduce la probabilidad de perder contacto con estos puestos en el caso de que uno de los enlaces falle.

Se requerirán tres enlaces de fibra óptica:

- Toma Quijos – Casa de Máquinas
- Toma Papallacta – Casa de Máquinas

- Toma Quijos – Toma Papallacta

3.4.1.1 Elección de la fibra óptica

En primer lugar se decidirá si se usa fibra multimodo o monomodo. De manera general la ventaja principal que presenta el uso de fibra multimodo es el costo, sobre todo por los equipos ópticos. Los cables de fibra multimodo pueden incluso resultar más costosos que los de fibra monomodo, pero en el equipamiento es donde se encuentra el ahorro al usar fibra multimodo.

Las fibras monomodo ofrecen un mayor ancho de banda y menor atenuación. Son ideales para cubrir grandes distancias. Las fibras multimodo tienen un comportamiento más dependiente de la distancia, con un buen funcionamiento por debajo de los 2 Km. Debido a que los enlaces requeridos superan esta distancia se opta por fibra monomodo.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones ha realizado recomendaciones sobre fibras ópticas multimodo y monomodo. En éstas se especifica varias características técnicas que deben presentar las fibras para su uso en comunicación.

Las recomendaciones para fibras monomodo son:

- a. Recomendación G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo*

Hace referencia a la fibra monomodo estándar de dispersión no desplazada. Originalmente fue optimizada para trabajar en la región de 1.310 nm de longitud de onda, donde presenta cero dispersión cromática. Pero también puede ser utilizada en la región de 1.550 nm. Al trabajar en segunda ventana se tiene una mayor atenuación y al trabajar en tercera ventana una peor dispersión. Es adecuada para el uso de multiplexación por división de longitud de onda gruesa (*Coarse wavelength division multiplexing*). Además, pese a la dispersión cromática, con los equipos correctores adecuados también se puede utilizar con WDM de pocas lambdas.

Esta es la fibra más comercializada y se presenta en cuatro variantes o versiones: G.652 A, G.652 B, G.652 C y G.652 D.

La versión G.652 B realiza ciertas mejoras a la versión A para permitir aplicaciones de mayores requerimientos. Las versiones G.652 C y D son similares a las A y B respectivamente, pero se obtienen mayores capacidades de transmisión ya que se aprovecha la región *Water-peak*²¹.

b. G.655 Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula

Fibra de dispersión desplazada no nula (*Non-zero dispersion-shifted fiber*). Está optimizada para ser usada en la ventana de 1.550 nm moviendo la longitud de onda de dispersión cero fuera de esta ventana. Con esto se logra minimizar los efectos no lineales que se presentan en la multiplexación por longitud de onda densa (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Por esto, se puede utilizar este tipo de multiplexación sin necesidad de equipos compensadores de dispersión usando fibras G.655.

Este tipo de fibra está disponible en las versiones: G.655 A, G.655 B, G.655 C, G.655 D. y G.655 E. En cada nueva versión se van mejorando sus atributos para permitir su funcionamiento, por ejemplo, con menor separación de canales.

c. Recomendación G.657 Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso

Estas fibras están diseñadas para ser usadas en redes de acceso y existen dos variantes, G.657 A y B. La versión A es compatible con las fibras monomodo G.652 y la B no lo es necesariamente. La G.657 B presenta valores bajos de pérdidas por curvatura, es decir permite radios de curvatura muy pequeños.

²¹ Hace referencia a la región del espectro alrededor de los 1383 nm donde se presenta un pico de atenuación debido a la presencia de iones hidroxilo en la estructura del núcleo de las fibras ópticas.

De las opciones presentadas la que presenta mejores características es la G.655 que es usada en escenarios WAN/MAN y enlaces de largo alcance sin necesidad de compensadores de dispersión. Pero para los requisitos de distancia (máximo 7 Km) y velocidad de transmisión (tráfico total de 38.9 Mbps) de este diseño la fibra G.652 cumple satisfactoriamente a un costo menor. Se optará por la versión D de la recomendación G.652 que es la que presenta mejores prestaciones.

3.4.1.2 Elección del cable de fibra

Para la elección del cable adecuado de fibra hay varios factores que tomar en cuenta. La distancia del enlace, la ruta que va a seguir el cable, velocidad de transmisión deseada, condiciones ambientales, etc., son aspectos a considerar a la hora de evaluar las opciones de cables.

Se deberá determinar la ruta del cable y acorde a eso elegir el tipo de cable más apropiado a las condiciones. De manera general hay dos opciones de tendido de fibra, pasar el cable bajo tierra por ductos o usar tendido aéreo. Hay que considerar que el terreno entre cada sitio es bastante accidentado, con presencia de riachuelos y gran cantidad de vegetación. Por esto la construcción de canales subterráneos para el paso de cables resulta bastante complicada y costosa.

Se usará tendido aéreo pues presenta un proceso de instalación más sencillo. Además el acceso al cable para revisiones, mantenimientos, detección de fallas o acciones correctivas es más fácil que cuando se usa tendido subterráneo. Se puede utilizar el tendido en postes junto a las vías de acceso a cada uno de los sitios.

El tipo de cable a utilizarse debe ser apropiado para este tipo de tendido. Es decir, el cable debe tener propiedades de resistencia mecánica para soportar las tensiones propias del tendido, tolerancia a las condiciones ambientales para funcionamiento en la intemperie y adecuado para trabajar en ambientes de alta interferencia electromagnética.

Existen varias opciones de tipos de cable de fibra, se va a revisar brevemente los más usados en tendidos aéreos para escoger el más conveniente para esta aplicación:

a. *OPGW (Optical Ground Wire)*

La idea de utilizar las líneas de transmisión eléctrica como medios de comunicación no es un concepto nuevo. Algunas propuestas se realizaron con cobre pero el uso de fibra óptica resultaba mucho más efectivo, por su ancho de banda superior y su inmunidad a la interferencia electromagnética.

Un cable OPGW es un cable de guardia para líneas de alta tensión que en su interior incorpora un número de fibras ópticas para comunicación. Típicamente se encuentran conjuntos de 24 o 48 fibras en uno de estos cables, aunque se fabrican de hasta 288 hilos de fibra.

Los hilos de fibra óptica se encuentran protegidos por un tubo de aluminio alrededor del cual se encuentran capas periféricas de hilos de acero cubiertos de aluminio o aleación de aluminio. Esta capa externa es la que cumplirá la función de cable de guarda para corrientes no deseadas en las líneas de alto voltaje. Estos cables se estructuran de manera que las corrientes que pasen por ellos no generen un calentamiento excesivo sobre las fibras que pueda afectarlas. También se incluyen protecciones contra los efectos de la humedad y la tensión mecánica. Para una fácil identificación se utiliza un código de colores sobre las fibras de acuerdo la publicación ANSI-EIA 359 A.

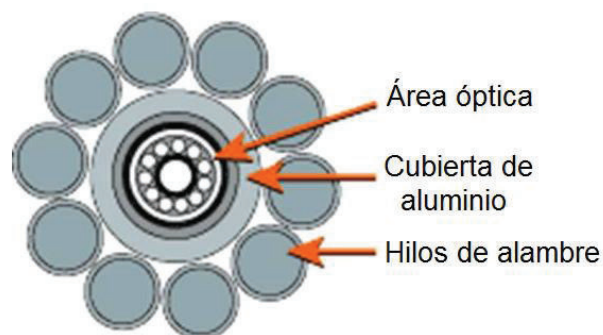


Figura 3.10 Estructura de cable OPGW [56]

Son ideales para el uso en líneas de transmisión de alta tensión, donde se aprovecha la infraestructura de éstas para la instalación de este medio de comunicación. Como desventajas están que para trabajos sobre la fibra se

requiere cortar el paso de corriente en las líneas. Es inmune a la interferencia electromagnética pero por su componente metálico es vulnerable a rayos.

En Ecuador la Unidad de Negocio Transelectric, encargada de la transmisión de energía eléctrica, cuenta con una red muy amplia de fibra óptica utilizando cable OPGW en sus líneas de transmisión. Esta red de fibra se utiliza para la comunicación entre las distintas subestaciones dentro de todo el país. De esta manera, cabe mencionar que éste será el medio a utilizarse para los enlaces que requiere la red entre las oficinas en Quito, CENACE y COT con la Central Quijos. Una vez instalada la línea de transmisión entre la Subestación Quijos y El Inga se tendrá disponible un cable de 48 fibras para los distintos enlaces entre la Central y sitios remotos.

b. ADSS (All-Dielectric Self-Supporting)

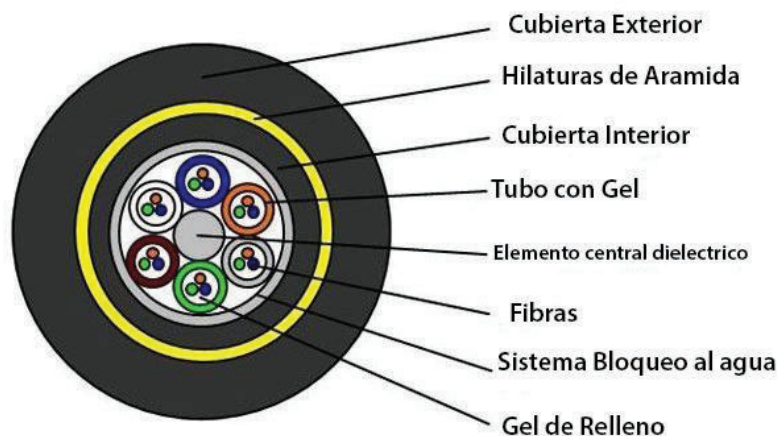


Figura 3.11 Estructura de cable ADSS [57]

Es un tipo de cable completamente dieléctrico con una estructura especial que le permite ser instalado en tendidos aéreos cubriendo grandes vanos sin necesidad de un mensajero. Es una alternativa para grandes distancias, en líneas de transmisión y de distribución.

Generalmente contienen 24 hilos de fibra, pero existen cables disponibles con números mucho mayores cuya aplicación dependerá de la longitud de los vanos donde se instalarán. Tiene una construcción de tubos holgados para disminuir

los efectos de los esfuerzos mecánicos. También son aptos para su instalación a través de ductos, ya sean metálicos o PVC.

Tienen como ventaja una fácil instalación. Permiten su manipulación sin necesidad de cortar el transporte eléctrico. Al no contener componentes metálicos, a más de no verse afectado con ruido electromagnético, es inmune a rayos; y, su costo es menor que otras alternativas para cableado de fibra.

Existen varios diseños de cables ADSS, el más usado se compone de un miembro central de soporte de material no metálico resistente como FRP²². Alrededor de éste se encuentran los tubos holgados que contienen las fibras. Se tiene una cubierta protectora interior y un refuerzo de aramida. Finalmente una cubierta exterior de polietileno. También se tiene un bloqueo de agua y se usa gel hidrófugo para protección.

c. *Figura en 8*

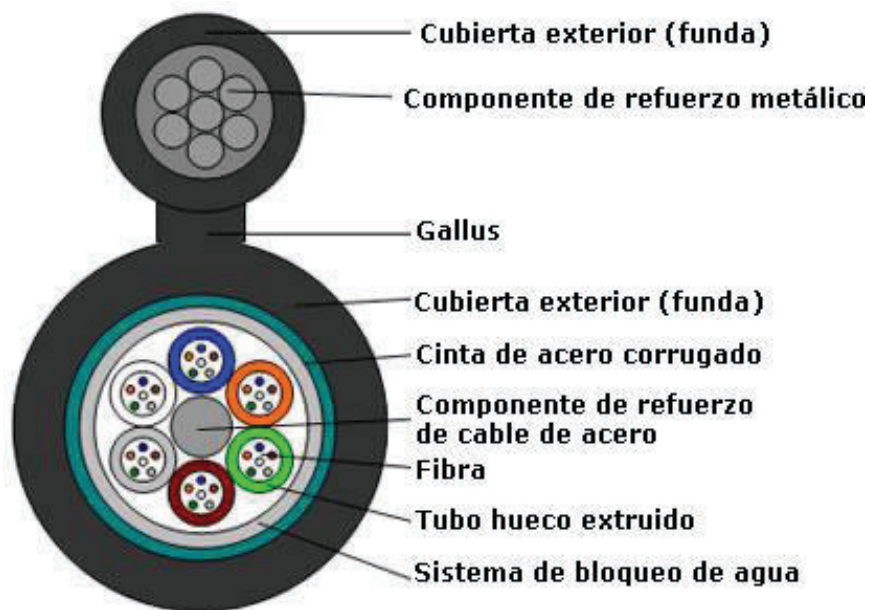


Figura 3.12 Estructura de cable Figura en 8 [58]

²² *Fibre-Reinforced Plastic*, es un material hecho de polímero reforzado con fibras (vidrio, carbón, aramida, etc.)

El cable figura en 8, Figura 3.12 como su nombre lo indica tiene un corte transversal en forma de ocho. Está compuesto de un cable dieléctrico y un mensajero que funciona de elemento de soporte externo.

El cable guía o mensajero va unido al cable óptico con un recubrimiento de polietileno. Se obtiene una gran resistencia a la tracción. Cuenta con una estructura de tubos holgados flexibles.

Su uso es común en tendido aéreos de vanos cortos. La guía generalmente es metálica por lo que se utiliza en líneas de distribución. Para su aplicación en líneas de mayor tensión existen opciones con guías no metálicas. Su instalación es sencilla y muy económica.

Tomando en cuenta las características de los tipos de cables mencionados se concluye que la opción más adecuada, que se usará en el diseño, es el cable ADSS. Frente al cable OPGW tiene como ventajas el costo, la facilidad de instalación e inmunidad a rayos. Además la característica clave del OPGW es su doble funcionalidad como medio de comunicación y como cable de guarda de sistemas de transmisión eléctrico, en el trayecto de tendido de la fibra de este diseño no necesariamente se contempla el uso de un cable de guarda.

En cuanto al cable de figura en 8 las diferencias son menores. Se sobrepone el cable ADSS por tener una mayor capacidad para soportar distancias de vanos mayores lo que brinda mayor versatilidad durante la instalación.

Para los equipos terminales se va a tomar en cuenta el estándar Ethernet que más se ajuste a las necesidades. La distancia es el aspecto más relevante a tomar en cuenta. A más de eso se deberá considerar la velocidad de transmisión, tipo de fibra y costo de equipos. En la Tabla 3.7 se muestra un resumen de los distintos estándares Ethernet para fibra óptica con sus características más relevantes.

Como los enlaces requeridos se encuentran entre los 4 y 7 Km se descarta todas las alternativas que utilizan fibra multimodo, acorde con lo que se había analizado previamente. Tampoco convendrían las opciones EX, ZX y ER pues se estaría sobredimensionando los enlaces. Además la potencia utilizada en estos casos

saturaría los receptores. En cuanto a la velocidad de transmisión, todas las opciones restantes abastecen el tráfico esperado. La variante en este punto será el costo, teniendo disponibles opciones de 100, 1.000 y 10.000 Mbps.

Estándar	Tipo de Fibra	Ventana	Distancia
10Base-FL	Multimodo	850 nm	< 2 Km
100Base-FX	Multimodo	1.310 nm	< 2 Km
100Base-SX	Multimodo	850 nm	< 300 m
100Base-BX	Monomodo	1.310 / 1.550 nm	< 10 Km
100Base-LX10	Monomodo	1.310 nm	< 10 Km
100Base-EX	Monomodo	1.310 nm	< 40 Km
100Base-ZX	Monomodo	1.550 nm	< 80 Km
1000Base-SX	Multimodo	850 nm	220 – 550 m
1000Base-LX	Multimodo/ Monomodo	1.310 nm	< 550 m < 10 Km
1000Base-EX	Monomodo	1.310 nm	< 40 Km
1000Base-ZX	Monomodo	1.550 nm	< 80 Km
10GBase-SR	Multimodo	850 nm	26 – 82 m
10GBase-LX4	Multimodo/ Monomodo	1.310 nm	240 – 300 m < 10 Km
10GBase-LR	Monomodo	1.310 nm	< 10 Km
10GBase-ER	Monomodo	1.550 nm	< 40 Km

Tabla 3.7 Características estándares Ethernet para fibra óptica ^{[59], [60], [61]}

Para la conexión a los equipos éstos deberán ser compatibles con al menos el estándar 100Base-LX10 o 1000Base-LX. Esta conexión se la puede hacer mediante un conversor de fibra a cobre, utilizando un GBIC o SPF, o a través de puertos de fibra propios de los equipos.

En el primer caso, al utilizar conversores de fibra, los *switches* a conectarse solo requieren puertos RJ45. Los datos se enviarán a través de un cable UTP desde el *switch* al conversor; aquí se conectará la fibra hasta el conversor en el lado remoto; de éste sale otro cable UTP hasta el segundo *switch*. Es el esquema más flexible.

Los GBICs y SPFs son dispositivos transceptores de entrada y salida que se usan generalmente en interfaces Gigabit Ethernet. La diferencia principal entre un GBIC y un SPF es el tamaño, pues su función es la misma. En este caso se requiere que los equipos dispongan de los *slots* necesarios para la colocación de estos dispositivos, y el GBIC o SPF adecuado en cada extremo.

Finalmente, se tiene disponibles equipos de conmutación con los puertos para fibra óptica incorporados. Con esto no se requiere ningún dispositivo adicional para la implementación de los enlaces. Habrá que verificar que las interfaces sean las adecuadas.

De estas opciones se escoge usar SPFs en los *switches* de la red corporativa y *switches* con puertos incorporados en la red del Sistema de Control. Esto ya que hay mayor disponibilidad y variedad de equipos para uso de SPFs en *switches* de acceso. En equipos industriales, lo más común es encontrar los puertos incluidos, con varias combinaciones entre puertos de cobre y puertos de fibra. Se descarta la opción de los conversores externos porque añaden un punto de falla adicional en la conexión, pese a ser una opción completamente aplicable.

3.4.2 CASA DE MÁQUINAS – SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Para la conexión de estos dos sitios se requerirá un cable que recorrerá un camino de aproximadamente 250 m. De las características de los distintos medios que se han explicado, se sabe que el cable UTP no es una opción adecuada debido a la distancia; el cable coaxial podría cubrir esa distancia pero los equipos de red con conectores para coaxial son muy escasos o con poca variedad; el medio a utilizar será, por tanto, fibra óptica.

En cuanto al tipo de fibra y tipo de cable, se va a tomar en cuenta las consideraciones que se hizo en la sección anterior para escoger qué opción utilizar. Para dicha distancia la fibra multimodo ofrecerá un desempeño suficiente sin elevar demasiado los costos en las interfaces de los equipos. La fibra a utilizarse será la G.651 multimodo de índice gradual de 50/125 μm .

El cable de fibra se ubicará junto a los cables que conectan los transformadores de elevación con la subestación de seccionamiento; es así que el cable más apropiado será el cable ADSS, por sus propiedades dieléctricas y soporte para el tendido.

En cuanto a las interfaces para los equipos se usará el mismo esquema que se expuso para los enlaces entre la Casa de Máquinas y los sitios de toma, haciendo la diferenciación entre los equipos de la red corporativa y los equipos industriales. Los primeros usando SPFs para conectar los *switches*, que deberán cumplir al menos con el estándar 100Base-SX o uno de mayor velocidad. En la red del sistema de control los *switches* deberán incluir los puertos apropiados para las conexiones con la fibra.

De acuerdo a la topología escogida, se tendrá algunos enlaces con la Subestación de Seccionamiento: un enlace entre el *switch* de *core* en la Casa de Máquinas y el *switch* de acceso de la Subestación como parte de la red corporativa; un enlace redundante del anillo de la red del sistema de control entre el *switch* de la Sala de Control y el de la Subestación; el enlace que continúa el anillo será entre el *switch* de la Subestación y el de la Toma Papallacta, este enlace se lo realizará como se explicó para los enlaces Casa de Máquinas – Sitios de Toma.

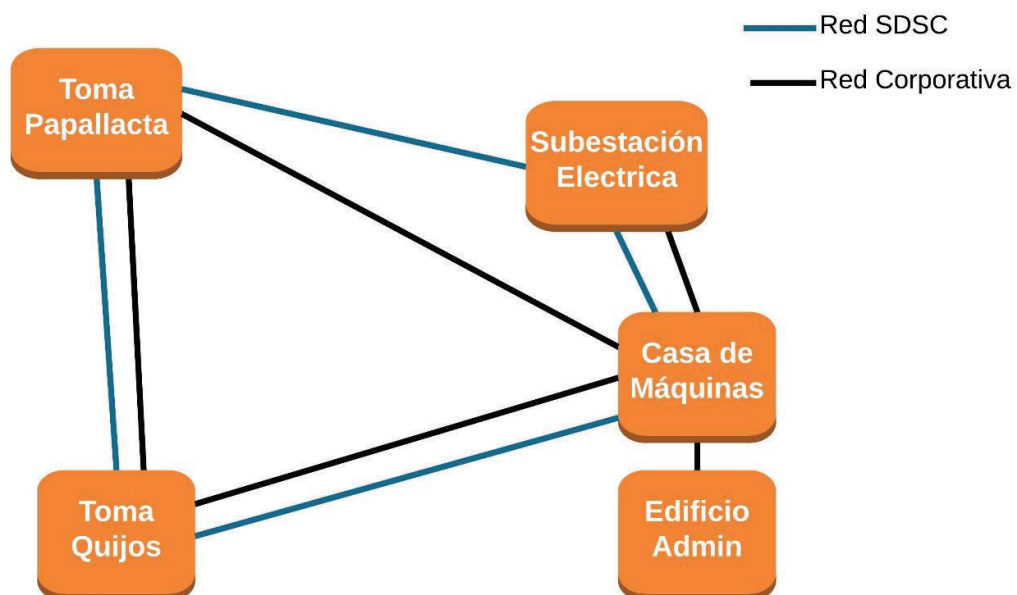


Figura 3.13 Enlaces entre los sitios de la Central Quijos

Finalmente existirá un enlace adicional entre Casa de Máquinas y la Subestación que será el que una el *switch* de *core* de la red corporativa y las estaciones de comunicación del sistema de control con el punto de fusión con el cable OPGW que se conecta con Quito. Para este enlace también se usará cable ADSS con fibras que sean compatibles con las del cable OPGW, esto es fibra monomodo G.652D.

3.4.3 CASA DE MÁQUINAS – EDIFICIO ADMINISTRATIVO

El edificio dedicado a las oficinas de la Central se encuentra a unos 20 metros de la Casa de Máquinas. Al tomar en cuenta los desvíos de la ductería por donde tendría que pasar el cable y los tramos de cable interno, este enlace llega hasta los 45 m. Un cable STP se adapta muy bien para este enlace. Se usará cable STP en lugar de UTP por la cantidad de ruido electromagnético que se tendrá dentro de la Casa de Máquinas.

No se requerirá interfaces o conversores adicionales, pero se dará preferencia al uso de puertos de alta velocidad en este caso ya que gran parte del consumo de ancho de banda de la red se generará en el Edificio Administrativo. Este enlace solo es parte de la red corporativa pues no existen equipos del sistema de control en este edificio.

En la Figura 3.14 se muestra el esquema final de la red diseñada con los equipos que conectarán los distintos sitios y el tipo de medio que se requerirá en cada enlace.

3.5 CALIDAD DE SERVICIO

Al tener varios servicios compartiendo la misma red (voz, video y datos), es necesario implementar mecanismos que se encarguen de otorgar calidad de servicio; de esta manera se buscará cumplir con los requisitos que tienen las distintas aplicaciones para poder ser utilizadas de manera adecuada.

La transmisión de voz es la más sensible a retrasos. En sistemas de VoIP se busca que la latencia no supere los 150 ms. Cuando se supera los 200 ms de latencia la calidad de la llamada decrece significativamente.

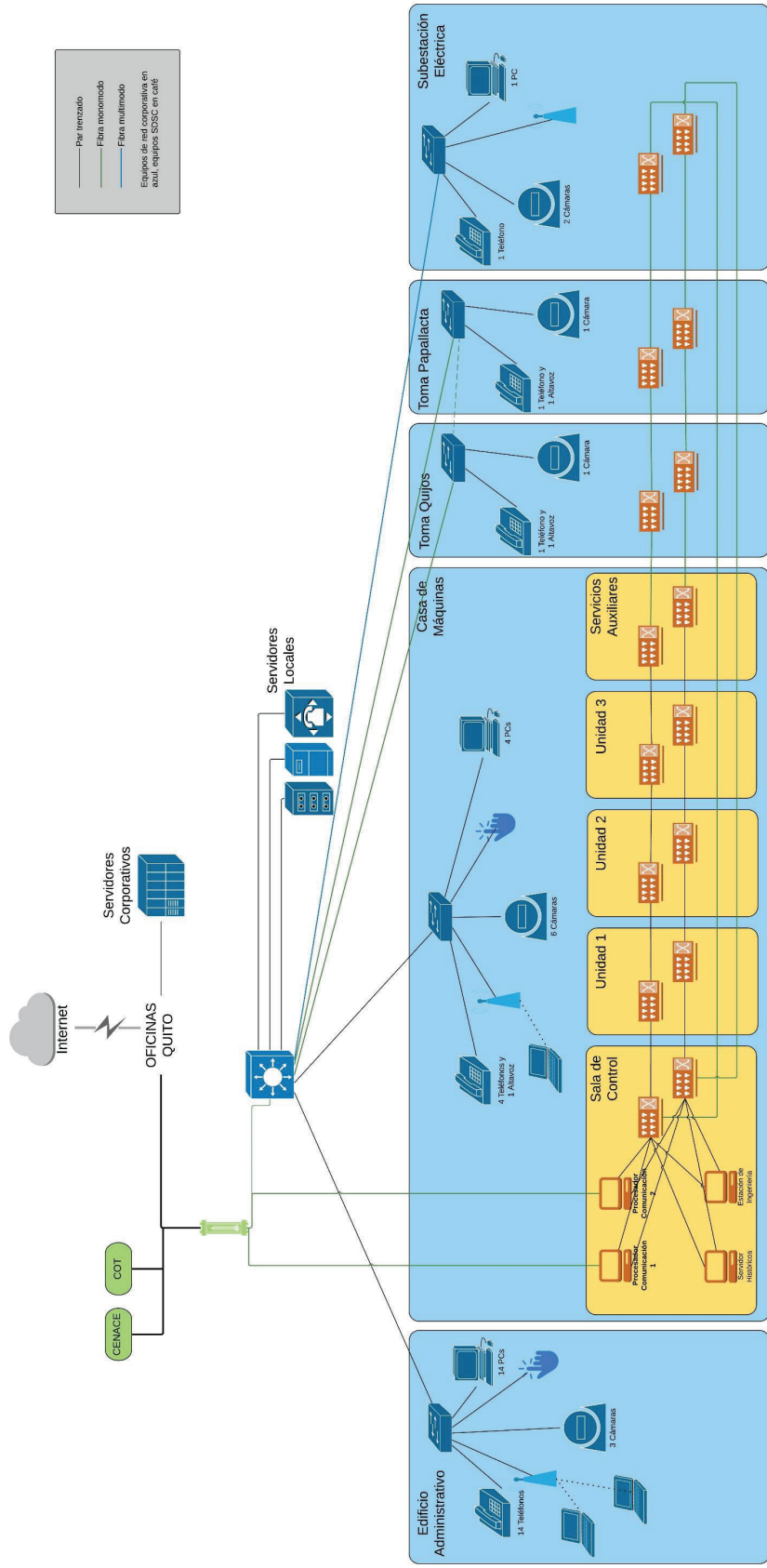


Figura 3.14 Esquema de red para la Central Quijnos

La transmisión de video en tiempo real es un poco más tolerante al retardo que la voz. Pero también se desea mantener al mínimo el retardo de los paquetes y en especial controlar la variación de retardo que puede degradar la calidad de la imagen.

El video, a diferencia de la voz, resulta muy sensible a paquetes perdidos. Si una gran cantidad de paquetes no llegan al decodificador el video se mostrará entrecortado o incompleto. En el caso de una llamada, los paquetes perdidos no afectan de manera significativa a la comunicación a no ser que el número de paquetes sea excesivo.

En el caso de los datos de navegación, correo electrónico y compartición de archivos no es prioritario cumplir un tiempo de retardo máximo y dependiendo de la aplicación se podrá realizar retransmisiones para paquetes perdidos.

Lo primero que se debe procurar para que la red cuente con calidad de servicio es que el ancho de banda que soporta la red sea el apropiado para el tráfico que se espera circule por ésta, y de esta manera reducir la probabilidad de congestión. Para esto se hizo el análisis de tráfico de los distintos servicios que se va a implementar en la red.

En cuanto a las aplicaciones en tiempo real, como son la telefonía y videoconferencia, se hará uso del protocolo RTP como se explicó en el análisis de los servicios. Las características de este protocolo ayudan a atenuar los efectos del *jitter* mediante el uso de las estampas de tiempo durante la reconstrucción de la señal en recepción. Del mismo modo, los números de secuencia sirven para evitar que se procesen los paquetes en desorden y descartar paquetes duplicados.

Para reducir los retardos se utilizará un esquema de priorización. La clasificación de las tramas permite dar un trato diferenciado a las distintas tramas acorde a algún parámetro determinado. Esto es, número de puerto, dirección IP, dirección MAC, tipo de tráfico, etc. De acuerdo al valor del parámetro escogido se le asignará un valor de prioridad. Dos esquemas de asignación de prioridad son los más utilizados: *Type of Service (ToS)* y *Class of Service (CoS)*.

ToS trabaja a nivel IP. Se asigna un valor entre 0 y 7, siendo 0 el valor más bajo de prioridad y 7 el más alto. El campo ToS de la cabecera IP tiene algunas otras características a más de la asignación de niveles de prioridad, pero su uso ha sido escaso. Se utilizan tres bits dentro del DSCP²³ que se analizarán por los *routers* al entrar a un puerto y darle un trato diferenciado de acuerdo al valor asignado.

CoS es bastante similar pero trabaja a nivel MAC. También define un nivel de prioridad entre 0 y 7, utilizando tres bits de la cabecera 802.1q. Se va a utilizar este esquema por dos razones. La primera es que ya está planteado el uso de las etiquetas 802.1q por el uso de VLAN; y la segunda es que se trata de un entorno LAN y el incluir *switches* que manejen prioridad a nivel de red (capa 3) sube costos y elevaba el tiempo de procesamiento.

Para implementar los niveles de prioridad se procede a configurar los equipos de manera similar a la configuración de VLAN. Cada puerto de los *switch* deberá tener asignado el dispositivo que se conectará ya sea cámara, teléfono, computador, etc.; y de acuerdo a su función se le asignará el valor de prioridad correspondiente. Se dará mayor prioridad al servicio de telefonía en los puertos relacionados con la *Voice* VLAN. También será prioritaria la videoconferencia, y con un nivel de prioridad menor estarán las cámaras de seguridad. Finalmente se tendrá el tráfico de mejor esfuerzo que será el correo electrónico, navegación web, etc. De todos modos, acorde al estudio de tráfico estos servicios deberán funcionar sin problemas y solo se retardarían en momentos de congestión de la red.

3.6 SEGURIDAD DE LA RED

3.6.1 RIESGOS

Dentro de la Central los posibles riesgos que se pueden presentar en cuanto a la red están los que afectan a la información, los que involucran los sistemas lógicos

²³ DSCP *Differentiated Services Code Point*, corresponde a los 6 primeros bits del campo Tipo de Servicio (ToS) de la cabecera IP. Contiene tres bits de prioridad seguidos de tres bits indicadores de retardo, velocidad efectiva y confiabilidad.

y los riesgos físicos. A más de esto la red del sistema del control implica riesgos adicionales que involucran el proceso de generación eléctrica.

El robo de información puede traer problemas de espionaje, chantaje, fraude, sabotaje etc. Si alguien consigue el acceso a datos susceptibles podría modificarlos y hasta destruirlos, afectando gravemente a la empresa. Por esta razón es un factor de mucha importancia a tomar en cuenta al plantear mecanismos de seguridad. Los métodos más comunes para acceder a la información son a través de captura de emisiones electromagnéticas, interceptación de líneas de datos, acceso a los medios de almacenamiento y bases de datos, e ingeniería social. En este caso la parte más vulnerable de la red es el acceso inalámbrico que se analizará más adelante.

En cuanto a los sistemas lógicos, los ataques pueden alterar el funcionamiento normal del sistema y provocar daños irreparables a la información, a los usuarios e incluso los equipos. Aquí se tiene los diversos tipos de *software* malintencionado, que buscan tomar control en los sistemas operativos (virus, troyanos, gusanos, *sniffers*, etc.). Se propagan dentro de la red a través de correos electrónicos, descargas de Internet o medios de almacenamiento externos que se conectan en algún equipo de la red.

Una forma evidente de afectar el funcionamiento de la red es con acceso a los equipos de red de manera física. Esto es, desconexión de equipos, conexiones no autorizadas, daños a los equipos, alteraciones a los medios de comunicación etc. Además de esto se pueden tener fallas de suministro eléctrico, daños por humedad y temperatura.

3.6.2 MECANISMOS

Ya que la red corporativa se conecta únicamente con la red de la empresa en Quito, el uso de un firewall no es necesario. La conexión con redes externas se lo hace a través de la red de Quito. El firewall de la empresa cuenta con las medidas de protección para evitar en lo posible ataques e infiltraciones maliciosas externas. También se filtra los correos electrónicos y se usa antivirus.

Para la red del sistema de control, la principal acción que se tomó por seguridad es aislarla de la red corporativa como se había explicado anteriormente. Esto reduce en gran medida los riesgos a los que está expuesta y facilita su gestión.

Para proteger la configuración de los equipos de red (no equipos terminales) todos contarán con sus respectivas credenciales para acceso que serán custodiadas solamente por el personal responsable de la red. Del mismo modo, todos estos dispositivos estarán dentro de la VLAN de administración para poder controlar y restringir el acceso a ellos. Para que un usuario se conecte a esta VLAN deberá contar con las credenciales correspondientes, como se indica más adelante. Usando ACLs se bloqueará el tráfico Telnet y SSH que provenga de una VLAN diferente a la de administración hacia las direcciones IP asignadas a los equipos administrables.

Las contraseñas, tanto de equipos de red como de los ordenadores, deberán cumplir una política para que sean difíciles de adivinar y evitar el riesgo de ataques de fuerza bruta. Esto es, el uso de letras mayúsculas, minúsculas y números, una longitud mínima y cambios con cierta periodicidad.

3.6.3 SEGURIDAD EN LA WLAN

Como se explicó anteriormente, en la Central se tendrá 6 subredes, con distinta finalidad cada una:

- PERSONAL
- INVITADO
- ADMINISTRACIÓN
- TELEFONÍA
- CÁMARAS
- SDSC

De éstas las 5 primeras son parte de la red corporativa, que es la que contará con acceso inalámbrico. Estas subredes están asignadas a una VLAN, los puntos de

acceso deberán tener la capacidad de trabajar con VLAN y difundir varios SSID²⁴. Tanto los teléfonos como las cámaras usarán acceso exclusivamente cableado. Por lo tanto los AP brindarán conexión a tres redes inalámbricas relacionadas a las VLAN Personal, Invitado y Administración.

Dentro de lo que es el estándar IEEE 802.11, que trata de las redes de área local inalámbricas se cuenta con tres sistemas de seguridad para proteger el acceso a la red:

- WEP
- WPA
- WPA2

El mecanismo que utiliza cada uno para ofrecer confidencialidad e integridad se explica en la Sección 1.5.2.2. De éstos, WEP resulta prácticamente obsoleto por fallos de seguridad. WPA y WPA2 son similares, WPA2 utiliza el algoritmo de encriptación más fuerte. La gran mayoría de equipos tienen disponibles las tres opciones por lo que el uso una u otra no afecta la selección de los mismos. WPA2 será la opción a configurar ya que presenta el esquema más robusto y no implica gastos adicionales.

Se propone hacer uso de las dos modalidades que se dispone en WPA2, Personal y *Enterprise*. La primera es la más usual y conocida, se utiliza una contraseña que debe ser ingresada en todos los dispositivos de la red. Es la opción más sencilla y fácil de implementar. Ésta se utilizará en la red Invitado, que es la que está designada a los usuarios de la red que no requieran acceso a los servicios corporativos.

Dentro de la Unidad de Negocio se maneja un Directorio Activo donde se almacenan cuentas para cada uno de los miembros del personal, con excepción de choferes y personal de limpieza. Haciendo uso de esto se puede implementar

²⁴ *Service Set Identifier* es el nombre de identificación que se le da a la red inalámbrica, y que se incluye en los paquetes que se envían a través de ésta.

WPA2-Enterprise para conectarse a las VLAN Personal y Administración, que usa la norma IEEE 802.1x para la autenticación. Es así que, para poder conectarse en estas redes los usuarios deberán ingresar sus credenciales. Mediante la gestión de grupos en el directorio activo se puede diferenciar qué usuarios pueden acceder a cada red. De este modo, sobretodo en la VLAN de administración, se controlará quiénes pueden conectarse y quiénes no.

El uso de IEEE 802.1x no es exclusivo para acceso inalámbrico. También se puede implementar en los puertos de los *switches*. De este modo se controla que alguien que se quiera conectar a la VLAN de administración utilizando un puerto de un *switch*, por ejemplo, solo lo logre si tiene los permisos necesarios.

DESCRIPCIÓN	# VLAN ID	DIRECCIÓN DE RED	WIRELESS	SEGURIDAD	BROADCAST SSID
PERSONAL	40	172.16.188.0/24	SI	WPA2-Enterprise	SI
INVITADO	41	172.16.189.0/25	SI	WPA2-Personal	SI
ADMINISTRACIÓN	42	172.16.189.128/25	SI	WPA2-Enterprise	NO
TELEFONÍA	43	172.16.190.0/26	NO	-	-
CÁMARAS	44	172.16.190.64/27	NO	-	-

Tabla 3.8 Características de las VLAN a configurar en los Puntos de Acceso Inalámbricos

En la Tabla 3.8 se muestra un resumen de las características a configurar para los puntos de acceso inalámbricos.

Como medida final, los AP no difundirán el SSID de la VLAN de administración. Como a esta red solo deberá y podrá conectarse el personal a cargo de la red, únicamente sus credenciales validarán la asociación de sus equipos con la red. Esta red permanecerá por tanto oculta.

3.6.4 SEGURIDAD FÍSICA

Para asegurar que personas no autorizadas tengan acceso a los distintos equipos de la red, estos se deberán ubicar dentro de gabinetes con llave, con excepción de los puntos de acceso inalámbricos y los equipos terminales. La custodia de las llaves se la deberá asignar al personal responsable del mantenimiento de la red. Y

únicamente ellos o designados podrán acceder a estos equipos para realizar cambios y reparaciones.

Para asegurar la alimentación energética de los equipos en cada gabinete se contará con un UPS que brinde la potencia suficiente para el número de dispositivos que se encuentren en cada uno. El sistema de alimentación de una central, al estar conectado al sistema nacional, utiliza la energía que se está generando o la energía del sistema. Si la Central no se encuentra conectada al sistema se usa un generador local pequeño que abastece los requerimientos de la central. Los UPS seleccionados deberán soportar como mínimo el tiempo de transición entre la una fuente de alimentación y la otra.

Parte de la seguridad física está también en asegurar las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento de los equipos. Se debe controlar la temperatura, humedad, polvo, etc. de acuerdo a las especificaciones de los equipos. Los equipos industriales están diseñados para soportar condiciones fuertes pero también tendrán sus limitaciones. Para esto se hará uso de ventilación, sistema de detección de humo, contra incendios y aire acondicionado que son parte de las protecciones que se contará para los demás equipos de la central.

3.7 PRESUPUESTO REFERENCIAL

A continuación se procederá a realizar un análisis de costos para los equipos que serán parte de la red de acuerdo al diseño propuesto. Para esto se especificará las características primordiales de cada equipo y con esto se solicitará a proveedores cotizaciones considerando dos marcas para hacer una comparación. En base a la selección que se haga para cada equipo se elaborará el presupuesto referencial de la red.

3.7.1 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

Para realizar un presupuesto referencial para la red diseñada se va a solicitar cotizaciones a proveedores de los equipos que serán parte de la red. Se deben definir entonces las características y especificaciones técnicas que cada uno de

estos requiere. Con la información de los proveedores se procederá a escoger la opción más adecuada y con esto elaborar el presupuesto referencial.

3.7.1.1 Central Telefónica IP

Para el servicio de telefonía se necesita de una central que procese las llamadas e interconecte las diferentes extensiones. La central deberá manejar el códec de voz que se escogió, G.729. Deberá tener capacidad para al menos 30 extensiones, en el diseño se planificó 21 extensiones pero es apropiado tener una reserva para un posible crecimiento futuro.

Para mejorar la comunicación se desea que la central cuente con algunas funciones extras, como son:

- Contestadora Automática
- Desvío de llamadas
- Directorio telefónico
- Llamada en espera

Las interfaces serán 100Base-T para su conexión con los demás equipos de red. Para el transporte de datos usará el protocolo RTP y tendrá que ser compatible con la Central de Quito. Se deben incluir licencias de ser necesario.

3.7.1.2 Servidor de Videovigilancia

Para manejar el sistema de CCTV de la Central se requiere un servidor que se encargue de procesar las señales de video que envían las cámaras, ponerlas disponibles para la visualización y permitir su almacenamiento y futuro acceso.

Entre las características que se requieren para este equipo son compresión H.264 y que trabaje con los protocolos RTP/UDP para el transporte de las imágenes. Como dentro de la Central se va a usar tanto cámaras fijas como PTZ²⁵, el servidor

²⁵ Acrónimo de *Pan-Tilt-Zoom* y hace referencia a las características de las cámaras de vigilancia de movimiento lateral, vertical y zoom de la imagen.

deberá poder manejar ambos tipos e incluir las prestaciones para el envío de los comandos PTZ.

3.7.1.3 NVR

Para almacenar las imágenes capturadas por las cámaras de videovigilancia se requiere un NVR que trabaje en conjunto con el servidor, deberán por tanto ser compatibles. Debe soportar al menos 14 cámaras. Para almacenar 7 días de video con las características escogidas (12 FPS y resolución de 800x600 pixeles) se requiere aproximadamente 800 GB. Se solicitará entonces una capacidad de al menos 1 TB para este fin.

En lo que se refiere al servidor de video y al NVR los distintos fabricantes ofrecen varias opciones tanto en *hardware* como en *software*, donde ciertas características pueden ir variando. Las opciones que se obtengan de los proveedores podrán estar en varias configuraciones pero tendrán que cumplir con las funciones y los parámetros descritos.

3.7.1.4 Sistema de videoconferencia

El sistema de videoconferencia que se adquiera deberá funcionar con compresión H.264, soportar una resolución de 1920 x 1080 pixeles y trabajar a 30 FPS para apegarse a los parámetros del diseño. Para la elección de la opción más adecuada también se tomará en cuenta que tenga una interfaz amigable, que su uso sea sencillo para que cualquier miembro del personal pueda usarlo si se requiere, y que realice un uso eficiente de los recursos de red.

3.7.1.5 Base de Radio

Para la radiocomunicación se requiere de una base que se ubicará en la Toma Quijos y dará cobertura a los diferentes sitios de la Central así como a parte de las poblaciones más cercanas. La base se conectará a una antena VHF. El equipo deberá tener conectividad IP para su conexión con las demás bases de radio de la Unidad.

3.7.1.6 Repetidora

Debido a que en la Casa de Máquinas los pisos son subterráneos y con losas de gran grosor, en los pisos inferiores se pierde la comunicación de radio. Por esta razón se colocará una repetidora en este sitio de manera que se consiga comunicación en todos los pisos. Las características de ésta deberán ser compatibles con la base principal.

3.7.1.7 *Switch de core red corporativa SW_L3*

Este equipo será el que conecte la red corporativa de la Central con las oficinas en Quito. Aquí se concentrarán los datos de los *switches* del edificio administrativo, la casa de máquinas, las tomas Quijos y Papallacta y la subestación eléctrica. Físicamente se ubicará en la Casa de Máquinas en un rack dedicado a los equipos de telecomunicaciones.

En la Figura 3.14 se muestra el esquema de conexión de los equipos para la red diseñada. Allí se puede ver que a este equipo se conectarán los cinco *switches* de acceso, los servidores locales y el cable OPGW que comunica con Quito. De estas conexiones, cinco son con par trenzado, tres con fibra monomodo y una con fibra multimodo. Por lo que este equipo necesitará cinco puertos RJ-45 más reserva y 4 puertos para STP.

En cuanto a los protocolos que se necesitan están: 802.1p para calidad de servicio y 802.1q para el manejo de VLAN. Éste será un *switch* de capa 3 que manejará el ruteo entre las VLAN de la red. Deberá incluir características de seguridad como autenticación 802.1x, SSH v2, y *port security*.

Entre los *switches* de acceso de las Tomas Quijos y Papallacta habrá un enlace de backup en caso de que se pierda la comunicación entre una de las tomas con la Casa de Máquinas. Esto se lo hace aprovechando el cable de fibra que se encontrará entre estos dos sitios para conectar los *switches* industriales. Para reestablecer la conectividad en caso que se pierda uno de los enlaces y se desee usar el de backup, es decir si hay un cambio en la topología, se usa STP o RSTP. 802.1d que define STP se usará ya que se requiere para la aplicación de las VLAN

y QoS. Se preferirá usar RSTP (802.1w) para lograr un tiempo de convergencia significativamente menor.

3.7.1.8 *Switches de acceso*

Estos equipos se encontrarán distribuidos en los diferentes sitios y conectarán los equipos terminales a la red. Estos dispositivos deberán soportar VLAN (802.1q), calidad de servicio (802.1p), y con esto 802.1d, RSTP (802.1w), autenticación basada en puerto (802.1x), *Power over Ethernet* (802.1af) o *Power over Ethernet +* (802.1at) para brindar alimentación a algunos equipos.

Se tendrá cinco equipos que de acuerdo a su ubicación conectarán teléfonos, cámara, altavoces, impresoras, AP, etc. como se describe a continuación para contabilizar el número de puertos requeridos.

3.7.1.8.1 *Switch del Edificio Administrativo SW_ED*

En este equipo se conectarán 14 teléfonos, 2 cámaras internas y 1 cámara externa, 1 *access point*, 1 impresora, el equipo de videoconferencia y el biométrico. En cuanto a los computadores, se conectarán a la red a través de los teléfonos, que deberán tener un puerto destinado para esto, o usando la red inalámbrica. Para este caso se usará un *switch* de 24 puertos para equipos, teniendo 3 de reserva, y 1 o 2 puertos de *uplink* para conectarse al *switch* de *core*.

3.7.1.8.2 *Switch de la Casa de Máquinas SW_CM*

Aquí se ubicarán 4 teléfonos, 1 altavoz, 4 cámaras internas y 2 cámaras externas, 1 *access point*, 1 impresora y el biométrico. Es decir se requieren al menos 14 puertos para equipos más el *uplink*. Se usará por tanto un *switch* de las mismas características que el del Edificio Administrativo.

3.7.1.8.3 *Switches de la Toma Quijos SW_TQ y Toma Papallacta SW_TP*

En las tomas se planea conectar 1 teléfono, 1 cámara y 1 altavoz. A más de los puertos para estos equipos se requiere conexión con el *switch* de *core* y el enlace de backup con el otro sitio de toma, estos dos últimos son usando fibra monomodo.

En este caso se solicitará un equipo con capacidad para 2 módulos SFP y con 8 puertos RJ-45, que suele ser el menor número disponible.

3.7.1.8.4 Switch de la Subestación SW_SE

En este sitio se tendrá 1 teléfono, 2 cámaras, 1 *access point* y 1 impresora. Las características requeridas en el *hardware* son similares a los *switches* de las Tomas, por tanto se usará un equipo igual al de estos sitios.

3.7.1.9 Switches SDSC

En las especificaciones que se presenten de los equipos industriales para la red de control se buscará tolerancia a altas temperaturas (70°C) y humedad; soporte de redundancia para topología en anillo y acceso protegido a la configuración.

En cuanto a los puertos que se requiere para cada uno de estos equipos, varían de acuerdo a la ubicación que tengan dentro de la Central. El anillo se formará con enlaces de cobre dentro de Casa de Máquinas y fibra con los sitios de toma y la Subestación. A más de los puertos mencionados se requiere puertos de cobre para conectarse con las MTU y en el caso de los *switches* de la Sala de Control a los otros equipos del SDSC que se ubican allí. El número y tipo de puertos que se requiere para los equipos será como se muestra a continuación:

3.7.1.9.1 Switch de la Sala de Control SW_SCa, SW_SCb

Un puerto RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_U1, un puerto fibra monomodo 100 Mbps para la conexión con los SW_SE, dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con las MTU, y cuatro puertos RJ-45 adicionales para los Procesadores de Comunicación, la Estación de Ingeniería y Mantenimiento y el Servidor de Históricos

3.7.1.9.2 Switch Unidad 1 SW_U1a, SW_U1b

Dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_SC y los SW_U2 y dos más para las MTU.

3.7.1.9.3 Switch Unidad 2 SW_U2a, SW_U2b

Dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_U1 y los SW_U3 y dos más para las MTU.

3.7.1.9.4 Switch Unidad 3 SW_U3a, SW_U3b 2

Dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_U2 y los SW_SA y dos más para las MTU.

3.7.1.9.5 Switch de Servicios Auxiliares SW_SAa, SW_SAb

Un puerto RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_U3, un puerto fibra monomodo 100 Mbps para la conexión con los SW_TQ, dos puertos RJ-45 más para la conexión con las MTU.

3.7.1.9.6 Switch de la Toma Quijos SW_TQa, SW_TQb

Dos puertos fibra monomodo 100 Mbps para la conexión con los SW_SA y los SW_TP y dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con las MTU.

3.7.1.9.7 Switch de la Toma Papallacta SW_TPa, SW_TPb

Dos puertos fibra monomodo 100 Mbps para la conexión con los SW_TQ y los SW_SE y dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con las MTU.

3.7.1.9.8 Switch de la Subestación SW_SEa, SW_SEb

Un puerto RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con los SW_U1, un puerto fibra monomodo 100 Mbps para la conexión con los SW_TP y otros dos puertos RJ-45 10/100 Mbps para la conexión con las MTU.

Los demás equipos de la red del sistema de control que no se consideran en este diseño, MTUs o RTUs, deberán ser compatibles con Ethernet para conectarse con los equipos aquí descritos. Los protocolos que se manejen debajo de estos niveles, a nivel de proceso, no necesitan cumplir con compatibilidad con estos equipos.

3.7.1.10 Puntos de Acceso Inalámbricos

Se requerirá de cuatro AP para ofrecer acceso inalámbrico a la red corporativa dentro de las oficinas y Salas de Control. Éstos necesitarán ciertas características para acoplarse a los servicios que se tendrá en la red.

Los cuatro equipos deberán ser *indoor* o para interiores. Deberán soportar manejo de VLAN (802.1q) y la capacidad de difundir varios SSID simultáneamente relacionados a la VLAN. El estándar de los equipos será 802.11n o superior, eso se relaciona principalmente con la velocidad de transmisión que soporta el equipo. En cuanto a seguridad, se requiere que manejen los esquemas 802.11i, WPA2 *Personal* y *Enterprise* para la autenticación de los usuarios y el control de acceso a la red.

Una opción para mejorar la gestión de estos equipos y las redes que difundirán es el uso de un *Wireless Lan Controller*. Este dispositivo ofrece la posibilidad de controlar centralizadamente a los AP que forman parte de la red. No todas las marcas y modelos cuentan con esta característica, por lo que no se ha tomado como requisito en esta parte, pero podría considerarse para el momento de la adquisición.

3.7.1.11 Cámara de vigilancia IP

El circuito cerrado de televisión se compondrá de 14 cámaras distribuidas dentro de toda la Central. Las cámaras funcionarán con compresión H.264 y deberán contar con infrarrojo para grabación nocturna. Las características mínimas para la grabación de imágenes son resolución de 600x800 pixeles y 12 FPS, que se refiere a la calidad de imagen que se usará en este sistema. Para su conexión con la red se requieren puertos RJ-45 (10/100Base-T).

De las 14 cámaras 8 serán fijas y 6 serán móviles (PTZ). El servidor de video será el encargado de controlar los comandos de las cámaras móviles, el manejo de las imágenes en los monitores, etc.

3.7.1.12 Teléfonos IP

Para el servicio de telefonía se planteó el uso de 21 equipos que se conectarán a la central antes descrita. Las características técnicas de estos deben ser compatibles con la central IP. El códec utilizado es el G.729. Físicamente deberá contar con puerto de conexión a la red y puerto de conexión para PC. La alimentación deberá ser por tomacorriente y PoE.

3.7.1.13 Altavoz

Los altavoces funcionarán como parte del sistema de telefonía. Los protocolos de comunicación que manejen así como el códec de voz serán los mismos. Se usará un altavoz en Casa de Máquinas y uno en cada sitio de toma.

3.7.1.14 Radios

Las radios no requieren mayor especificación, estarán acorde a la base que ya se describió. Se adquirirá 20 equipos para repartirlos entre los distintos trabajadores de la Central.

3.7.1.15 SPF

Los SPF se usarán para las conexiones de fibra óptica entre los *switches* de acceso y el *switch* de capa 3. Se requerirán un par de SPF 100 o 1000Base-SX para el enlace con el *switch* de la subestación, 4 SPF 1000Base-LX para los enlaces con los *switch* de los sitios de toma y 1 SPF 1000Base-ZX para la conexión con Quito.

3.7.1.16 UPS

Para mantener en funcionamiento los equipos de red en caso de una falla de energía o cambio de la fuente de alimentación, se necesita de un sistema de alimentación ininterrumpida. Los UPS deberán funcionar para 110 V en corriente alterna a 60 Hz. Los fallos de energía son poco probables dentro de la Central, pero los cambios de fuente de alimentación si se dan con relativa frecuencia.

Los sistemas de alimentación ininterrumpida o de respaldo se solicitarán a los proveedores de acuerdo a los equipos, y deberán abastecer durante el tiempo que puede tardar la activación del generador a diésel o el retorno a la energía de generación de la Central.

A continuación en la Tabla 3.9 se resume la lista de equipos con las características requeridas:

Cantidad	Equipo	Características
4	Estación de Trabajo (Ingeniería y Mantenimiento, Servidor de Históricos, Procesadores de Comunicaciones)	Procesador <i>Core i5</i> o sup. RAM 4 Gb Disco 1 TB Monitor, teclado, mouse
1	Central Telefónica IP	Transporte usando RTP Códec G.729 Manejar al menos 21 extensiones Licencias Contestadora Automática Desvío de llamadas Directorio telefónico Llamada en espera Interfaces 100Base-T o sup. Puertos RJ45
1	Servidor Videovigilancia y NVR	Compresión H.264 Resolución 800 x 600 Transporte RTP/UDP Cámaras fijas y PTZ 1 TB de almacenamiento
1	Base de radio	Conexión IP Banda VHF
1	Repetidora de radio	Conexión IP Banda VHF
1	Switch capa 3	Ruteo <i>inter-vlan</i> 8 puertos RJ-45 4 puerto SPF

		802.1q <i>vlan</i> 802.1x 802.1p QoS 802.1d STP 802.1w RSTP <i>Port security</i> SSH v2
2	<i>Switch</i> de acceso	24+2 puertos RJ-45 802.3af PoE 802.1q <i>vlan</i> 802.1x 802.1p QoS 802.1d STP 802.1w RSTP <i>Port security</i> SSH v2
3	<i>Switch</i> de acceso	8 puertos RJ-45 2 puertos SPF 802.3af PoE 802.1q <i>vlan</i> 802.1x 802.1p QoS 802.1d STP 802.1w RSTP <i>Port security</i> SSH v2
2	<i>Switch</i> industrial	7 puertos RJ-45, 1 puerto fibra monomodo
6	<i>Switch</i> industrial	4 puertos RJ-45
4	<i>Switch</i> industrial	3 puertos RJ-45, 1 puerto fibra monomodo
4	<i>Switch</i> industrial	2 puertos RJ_45, 2 puertos fibra monomodo
4	Puntos de acceso inalámbricos	<i>Indoor</i> 802.11n o superior 802.11i, WPA2 802.1x 802.1q Múltiples SSID

1	Equipo de videoconferencia	1920x1080 pixeles Compresión H.264 30 FPS
8	Cámara vigilancia IP fija	Compresión H.264 Puerto RJ-45 (10/100BaseT) IR nocturno 800X600 pixeles o sup. 12 FPS o sup.
6	Cámara vigilancia IP móvil	Compresión H.264 Puerto RJ-45 (10/100BaseT) IR nocturno 800X600 pixeles o sup. 12 FPS o sup.
21	Teléfono IP	G.729 Compatible con Central Alimentación por tomacorriente o PoE Puerto para PC
3	Altavoz	Compatible con sistema de telefonía
20	Radio	Banda VHF Conforme a Base de radio
2	SPF	100 o 1000Base-SX Compatible con <i>switch</i>
4	SPF	1000Base-LX Compatible con <i>switch</i>
1	SPF	1000Base-ZX Compatible con <i>switch</i>

Tabla 3.9 Especificaciones requeridas de los equipos

3.7.2 COMPARACIÓN DE COSTOS

En esta parte se va a comparar las opciones que se obtuvo de dos diferentes fabricantes para cada parte de la red propuesta, y se escogerá la alternativa más adecuada tomando en cuenta funcionalidad, calidad y costo. Las cotizaciones correspondientes a las propuestas que se hace referencia a continuación se pueden encontrar en el Anexo D.

3.7.2.1 Estaciones de Trabajo

En lo que corresponde a las estaciones de trabajo para la Sala de Control de la Central, se tiene una opción con la marca DELL (Tabla 3.11) y una con HP (Tabla 3.12).

Las características presentadas y el soporte brindado por el fabricante son comparables para las dos alternativas. El costo de las dos propuestas también es bastante similar. Se va a escoger la opción de las estaciones de trabajo HP, ya que el procesador que incluyen es ligeramente superior al de la alternativa Dell.

	Dell PrecisionT1700	HP Z230 Small Form Factor
Procesador	Intel® Xeon® Processor E3-1241 v3 (Quad Core HT 3.50 GHz, 3.9 Ghz Turbo, 8 MB)	Intel® Core™ i7-4790 con Intel HD Graphics 4600 (3.6 GHz, 8 MB cache, 4 cores)
Memoria RAM	Memoria 8 GB (2x4 GB) 1600 MHz DDR3 Non-ECC	Memoria 8 GB 1600 MHz DDR3 non-ECC Unbuffered RAM (2 x 4 GB)
Disco Duro	1 TB 3.5' Serial ATA (7200 Rpm)	1 TB 7200 rpm SATA

Tabla 3.10 Características de las estaciones de trabajo

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Dell Precision T1700 Mini Tower Workstation Teclado (QWERTY) Dell KB212-B QuietKey USB Mouse Dell Optico (No inalámbrico), Scroll USB	4	\$ 1.905,70	\$ 7.622,80
2	Monitor Dell E2414Hr 24 pulgadas LED-Lit	7	\$ 238,00	\$ 1.666,00
			Subtotal	\$ 9.288,80
			IVA 12%	\$ 1.114,66
			Total	\$ 10.403,46

Tabla 3.11 Propuesta estaciones de trabajo de la Sala de Control, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Estación de trabajo HP Z230 Small Form Factor	4	\$ 2.011,10	\$ 8.044,40
2	Monitor HP Pavilion 27xi 27 pulgadas LED-lit	7	\$ 442,00	\$ 3.094,00
3	Teclado HP K1500	4	\$ 17,00	\$ 68,00
4	Mouse HP USB 3 Button Optical	4	\$ 19,04	\$ 76,16
			Subtotal	\$ 11.282,56
			IVA 12%	\$ 1.353,91
			Total	\$ 12.636,47

Tabla 3.12 Propuesta estaciones de trabajo de la Sala de Control, alternativa 2

3.7.2.2 Telefonía

Se obtuvo dos sistemas de telefonía que incluyen la central, los teléfonos y altavoces compatibles. Se tiene una opción con Grandstream (Tabla 3.14) y la otra con Avaya IP Office (Tabla 3.15).

	Avaya IP Office 500	Grandstream UCM6510
Códecs	G.711 ley A / ley U, G.723.1 5,3K/6,3K, G.729A/B.	G.711 ley A / ley U, G.722, G.723.1 5,3K/6,3K, G.726, G.729A/B, iLBC, GSM, AAL2-G.726-32, ADPCM; T.38.
Protocolos de red	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP
Puertos RJ45	Dos puertos Eth 10/100 Mbps	Dos puertos Eth 10/100/1000 Mbps con PoE
Funciones de Llamada	Desvío de llamadas, reenvío de llamadas, llamada en espera, correo de voz, retención y captura de llamadas, llamadas en grupo	Estacionamiento de llamadas, desvío de llamadas, transferencia de llamadas, DND, DISA, DOD, grupo de extensiones, grupo de captura, lista negra, radiolocalización/sistema de intercomunicación, etc.
Usuarios	32 ext edición estándar (hasta 272 profesional)	Hasta 2000 registros

Tabla 3.13 Características de central telefónica

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Grandstream UCM6510 IP PBX	1	\$ 2.962,06	\$ 2.962,06
2	Grandstream GXP2160 Teléfono IP Enterprise	1	\$ 186,98	\$ 186,98
3	Grandstream GXP1620 Teléfono IP	20	\$ 83,30	\$ 1.666,00
4	CyberData SIP-enabled Parlante IP Version 2	3	\$ 718,03	\$ 2.154,09
Subtotal				\$ 6.969,13
IVA 12%				\$ 836,30
Total				\$ 7.805,43

Tabla 3.14 Propuesta sistema de telefonía, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Avaya IPO 500 Control Unit	1	\$ 1.868,30	\$ 1.868,30
2	Teléfono de escritorio Avaya e129	20	\$ 118,24	\$ 2.364,70
3	Teléfono de escritorio Avaya 1416	1	\$ 190,40	\$ 190,40
4	Valcom VIP-120 8 Inch Altoparlante	3	\$ 506,94	\$ 1.520,82
Subtotal				\$ 5.944,22
IVA 12%				\$ 713,31
Total				\$ 6.657,53

Tabla 3.15 Propuesta sistema de telefonía, alternativa 2

Las alternativas cumplen con la capacidad, códec de voz elegido y manejo de protocolos. La opción Grandstream posibilita un mayor número de extensiones, pero ambas cumplen la capacidad necesaria para este diseño. Dentro de la Unidad se ha trabajado con las dos marcas de manera satisfactoria, pero actualmente se está utilizando una solución Avaya en los diferentes sitios en los que se cuenta con oficinas. De este modo, y ya que la diferencia en precio no es mayor, la opción para el sistema de telefonía de la Central será Avaya por facilidad de interconexión y porque posibilita usar más funcionalidades con los equipos ya instalados.

3.7.2.3 Videovigilancia

	AXIS Camera Station	Panasonic WJ-NV300 con BB-HNP17
Canales	32	16 (extensible a 32)
Memoria	4 x 3 TB (9 TB usables)	2 TB 8.89 cm (3.5") SATA HDD.
Compresión de video	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC), Motion JPEG	H.264, MPEG-4 y Motion JPEG
Control PTZ	Sí	Sí
Resolución máxima soportada	3 Mpixeles 2048X1536	Hasta 2048x1536, ratio [4:3] Hasta 1920x1080, ratio [16:9]
Garantía	3 años	3 años

Tabla 3.16 Características del servidor de videovigilancia

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	AXIS Camera Station S9001 Desktop Terminal	1	\$ 4.796,53	\$ 4.796,53
2	AXIS Camera Station S1032 Recorder	1	\$ 17.837,74	\$ 17.837,74
3	Pantalla Acer R240HY bidx 23.8 pulg IPS HDMI DVI VGA (1920 x 1080) Widescreen	1	\$ 221,00	\$ 221,00
4	Cámara de red AXIS P1354	6	\$ 1.038,58	\$ 6.231,49
5	Cámara de red para exteriores AXIS P1354-E	4	\$ 1.571,34	\$ 6.285,38
6	Cámara de red tipo domo AXIS P5532-E	6	\$ 3.564,44	\$ 21.386,65
			Subtotal	\$ 56.758,78
			IVA 12%	\$ 6.811,05
			Total	\$ 63.569,84

Tabla 3.17 Propuesta videovigilancia, alternativa 1

Para el sistema de videovigilancia se obtuvo ofertas con las marcas Axis (Tabla 3.17) y Panasonic (Tabla 3.18). La solución Axis presenta una alternativa más compleja y con mayores funcionalidades, como soporte para directorio activo; también tiene una capacidad de almacenamiento superior, pero su precio es notablemente más alto. El conjunto Panasonic cumple con las necesidades de

vigilancia que se requieren para la Central y tiene varias opciones incluidas en el *software* que serán de utilidad para el control y el monitoreo de los espacios designados para vigilancia. Por esta razón se tendrá en cuenta la marca Panasonic para el presupuesto.

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Grabadora de discos de red de 32 canales con decodificador de vídeo incorporado Panasonic WJ-NV300	1	\$ 4.236,59	\$ 4.236,59
2	Grabadora de cámaras de red con <i>software</i> de visualización BB-HNP17	1	\$ 549,73	\$ 549,73
3	Monitor ASUS VS248H-P 24" Full HD 1920x1080 2 ms HDMI DVI-D VGA Back-lit LED	1	\$ 272,00	\$ 272,00
4	Cámara de red HD Panasonic WV-SP306	6	\$ 458,92	\$ 2.753,49
5	Cámara de red Panasonic WV-SW316L	4	\$ 2.604,49	\$ 10.417,94
6	Cámara de red domo Panasonic WV-SFV310	6	\$ 1.626,90	\$ 9.761,40
Subtotal				\$ 27.991,15
IVA 12%				\$ 3.358,94
Total				\$ 31.350,08

Tabla 3.18 Propuesta videovigilancia, alternativa 2

3.7.2.4 Radiocomunicación

Motorola (Tabla 3.20) y Nexedge (Tabla 3.21) son las opciones para el sistema de comunicación por radio en la Central. Al observar las características de los dos sistemas se concluye que las dos alternativas resultan apropiadas para implementar en el presente diseño. Analizando técnicamente sus funcionalidades, uso del espectro, calidad de voz, disponibilidad, etc. ninguna destaca sobre la otra. Al investigar en cuanto a experiencias de uso las opiniones se presentan divididas o coinciden en dar a ambas opciones como buenas. Por esta razón será el costo el parámetro determinante para escoger la solución y se tomará en cuenta la marca Motorola.

	MOTOTRBO DGR6175	Nexedge NXR-710K
Rango de frecuencia	136-174 MHz	136-174 MHz
Canales	30	30
Potencia de transmisión	45/25 W	50/25 W
Impedancia antena	50 Ohm	50 Ohm
Sensibilidad	5% BER: 0.28 uV	5% BER: 0.3 uV
Garantía	2 años	2 años

Tabla 3.19 Características del sistema de radiocomunicación

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	MOTOTRBO Rep. Digital IP modelo DGR6175 VHF 25-45 w	2	\$ 2.875,00	\$ 5.750,00
2	Antena de Dipolo VHF Syscom 136-174 MHz, 100 W, 1 dBd.	2	\$ 58,00	\$ 116,00
3	Sistema de Respaldo de energía Batería Samlex 12/15 A y Batería 12 V/100 Ah libre mantenimiento.	2	\$ 803,25	\$ 1.606,50
4	Radio Portátil MOTOTRBO modelo DGP8050 VHF, 5 W	20	\$ 801,00	\$ 16.020,00
			Subtotal	\$ 23.492,50
			IVA 12%	\$ 2.819,10
			Total	\$ 26.311,60

Tabla 3.20 Propuesta radio comunicación, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Repetidora de VHF Nexedge NXR-710K modulación analoga y/o digital, 25-50 W	2	\$ 1.342,00	\$ 2.684,00
2	Antena para la banda de VHF, 6 dB omnidireccional; incluye 40 metros de cable coaxial Belden 9913 RG8 50 Ohmios marca Amphenol	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00
3	Baterías selladas de GEL, libre de mantenimiento de 12 voltios, 90 amperios hora	4	\$ 500,00	\$ 2.000,00
4	Fuente de poder (VI= 105-125 VAC, V0=13.8 VDC). 16 A continuos. Con circuito para cambio automático a batería.	2	\$ 300,00	\$ 600,00
5	Radio portátil NX5200 pantalla a color, in-built gps	20	\$ 1.200,00	\$ 24.000,00
			Subtotal	\$ 30.284,00
			IVA 12%	\$ 3.634,08
			Total	\$ 33.918,08

Tabla 3.21 Propuesta radio comunicación, alternativa 2

3.7.2.5 Equipos de Conmutación de la Red Corporativa

En lo que tiene que ver con los equipos de conmutación para la red corporativa; es decir: el *switch* de *core*, los *switch* de acceso de 24 puertos y de 8 puertos, y los *access points*, se obtuvo una alternativa con la marca Cisco (Tabla 3.25) y una con la marca HP (Tabla 3.26).

Al comparar las características técnicas de los equipos (ver Tablas 3.22, 3.23 y 3.24), los de la marca Cisco superan a los HP en capacidad de conmutación. Los equipos HP tienen mejores tiempos medios entre fallas (MTBF). Las capacidades de enrutamiento son muy superiores en el equipos de *core* Cisco. En cuanto a número de puertos y protocolos necesarios las dos alternativas cumplen satisfactoriamente.

	Conmutador HP 1910-16G (JE005A)	Cisco Catalyst WS-C3750G-24TS-S1U
Puertos	16 puertos RJ-45 10/100/1000 con negociación automática 4 puertos SFP de 1000 Mbps	24 puertos Ethernet 10/100/1000 4 puertos SFP Gigabit Ethernet ports
Forwarding rate	Hasta 29,8 Mpps	38.7 mpps
Backbone	40 Gbps	32 Gbps
Conectividad	Auto-MDI/MDIX IEEE 802.3x Flow Control IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) ready IEEE 802.3at Power over Ethernet (PoE+)	IEEE 802.3af IEEE 802.3x full duplex en puertos 10BASE-T, 100BASE-TX, y 1000BASE-T ports IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS IEEE 802.1q VLAN
Seguridad	Advanced access control lists (ACLs) Secure Sockets Layer (SSL) IEEE 802.1X	ACLs, autenticación, port-level security, and identity-based network services with 802.1x and extensions.
Conmutación capa 2	Etiquetado 802.1Q Spanning Tree Protocol (STP)	Etiquetado 802.1q
Enrutamiento	Static IPv4 or IPv6 routing	Static, RIPv1, RIPv2, RIPng OSPF, IGRP, EIGRP, BGPv4, IS-ISv4, OSPFv6, EIGRPv6
MTBF	481,319 horas	188,574 horas
Garantía	Limitada de por vida	Limitada de por vida

Tabla 3.22 Características de *switch* de *core*

	Conmutador HP 2530-24-G-PoE+ (J9773A)	Cisco Catalyst WS-C2960X-24PSQ-L
Puertos	24 puertos RJ-45 10/100/1000 con negociación automática 4 puertos SFP de 1000 Mbps	24 10/100/1000 Ethernet Interfaces 2 SPF Uplink Interfaces
Forwarding rate	hasta 101 Mpps	71.4 Mpps
Backbone	136 Gbps	108 Gbps
Estándares	Auto-MDI/MDIX IEEE 802.3x Flow Control IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) ready IEEE 802.3at Power over Ethernet (PoE+) (IEEE 802.1p)	IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS Prioritization IEEE 802.3af and IEEE 802.3at IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports IEEE 802.1X
Conmutación capa 2	802.1Q tagging	802.1q tagging
MTBF	711,187 horas	462,680 horas
Garantía	Limitada de por vida	Limitada de por vida

Tabla 3.23 Características de *switch* de acceso de 24 puertos

	Conmutador HP 2530-8-G-PoE+	Cisco Catalyst C2960CX-8PC-L
Puertos	8 puertos RJ-45 10/100/1000 con negociación automática 2 puertos SFP de 1000 Mbps	8 10/100/1000 Ethernet Interfaces 2 SPF Uplink Interfaces
Forwarding rate	hasta 14.8 Mpps	17.9 Mpps
Backbone	10 Gbps	12 Gbps
Estándares	Auto-MDI/MDIX IEEE 802.3x Flow Control IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) ready	IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS Prioritization IEEE 802.3af and IEEE 802.3at

	IEEE 802.3at Power over Ethernet (PoE+) (IEEE 802.1p)	IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports IEEE 802.1x
Conmutación capa 2	802.1Q tagging	802.1q tagging
MTBF	711,187 horas	569,530 horas
Garantía	Limitada de por vida	Limitada de por vida

Tabla 3.24 Características de *switch* de acceso de 8 puertos

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Conmutador HP 1910-16G (JE005A), 16 puertos RJ-45 10/100/1000, 4 puertos SFP de 1000 Mbps	1	\$ 574,07	\$ 574,07
2	Conmutador administrados L2 HP 2530-24-G-PoE+ (J9773A), 24 Puertos RJ-45 PoE+ 10/100/1000, 4 Puertos SFP Gigabit Ethernet	2	\$ 1.224,00	\$ 2.448,00
3	Conmutador administrados L2 HP 2530-8-G-PoE+, 8 Puertos RJ-45 PoE+ 10/100/1000, 4 Puertos SFP Gigabit Ethernet	3	\$ 535,43	\$ 1.606,30
4	HP X121 1G SFP LC SX Transceiver (J4858C)	2	\$ 186,08	\$ 372,16
5	HP X121 1G SFP LC LX Transceiver (J4859C)	4	\$ 540,77	\$ 2.163,08
6	HP X121 1G SFP LC LH Transceiver (J4860C)	1	\$ 4.614,51	\$ 4.614,51
7	Engenius ECB600 Access Point / Client Bridge Inalámbrico N600 de Alta Potencia Banda Dual Interior	4	\$ 210,78	\$ 843,13
Subtotal				\$ 12.621,26
IVA 12%				\$ 1.514,55
Total				\$ 14.135,81

Tabla 3.25 Propuesta equipos de conmutación red corporativa, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Cisco Catalyst WS-C3750G-24TS-S1U Switch	1	\$ 3.611,48	\$ 3.611,48
2	Cisco Catalyst WS-C2960X-24PSQ-L Switch	2	\$ 2.125,00	\$ 4.250,00
3	Cisco Catalyst WS-C2960CX-8PC-L Switch	3	\$ 1.079,60	\$ 3.238,81
4	Cisco Aironet AIR-CAP1702I- x-K9 Access Point	4	\$ 628,92	\$ 2.515,66
5	Cisco 1000BASE-SX SFP	2	\$ 101,92	\$ 203,83
6	Cisco 1000BASE-LX/LH SFP	4	\$ 135,98	\$ 543,93
7	Cisco 1000BASE-ZX SFP	1	\$ 560,98	\$ 560,98
Subtotal				\$ 14.924,69
IVA 12%				\$ 1.790,96
Total				\$ 16.715,65

Tabla 3.26 Propuesta equipos de conmutación red corporativa, alternativa 2

En este escenario la opción escogida es Cisco por las siguientes razones: el *switch* de *core* Cisco presentado es mucho más robusto que el HP, pese a los dos cumplir con las especificaciones, el desempeño del primero será superior y deja la opción de a futuro implementar nuevas opciones de mayores requerimientos; el usar SPFs dentro del diseño brinda una mayor flexibilidad para las conexiones y posibles

cambios, en el caso de HP estos equipos son mucho más costosos que en Cisco por lo que si se realiza una variación a futuro el costo resultaría mayor; y, dentro del país existe mayor soporte y los técnicos de la empresa se encuentran más familiarizados con la marca Cisco en cuanto a comandos y configuraciones.

3.7.2.6 *Switches Industriales*

Para la red del sistema de control las marcas que se tiene son Siemens (Tabla 3.31) y Hirschmann (Tabla 3.32). En este caso, Siemens presenta superioridad en las prestaciones que brinda, al ser equipos administrables. Pero de acuerdo a las configuraciones y políticas del diseño los equipos Hirschmann cumplen adecuadamente los requisitos de la red. Además ya se ha tenido experiencias positivas en la Unidad con estos equipos en esquemas similares, y su costo es significativamente menor. De modo que la alternativa que se tomará en cuenta es la de los *switches* industriales Hirschmann.

	Siemens 6GK5212-2BC00-2AA3	Hirschmann RS20-1600S2S2SDAU
Puertos	12x 10/100 Mbps RJ45 2X 100 Mbps monomodo BFOC	2 x 100BASE-FX, SM-SC 14x standard 10/100 BASE TX, RJ45
Rango de enlace de fibra	0 – 26 Km	0 – 32,5 Km
Alimentación	24 VDC (18-32 V)	12/24/48 VDC (9,6-60) V 24 VAC (18-30) V
Temperatura de operación	-40 ... +60 °C	0... 60 °C
Humedad relativa máxima	95%	95%
Protección IP	IP30	IP20
Funciones	Redundancy manager HSR redundancy protocol MRP redundancy protocol Passive listening	
MTBF		27.8 años

Tabla 3.27 Características *switches* industriales

	Siemens 6GK5208-0BA10-2AA3	Hirschmann RS20-1600S2S2SDAU
Puertos	8 X 10/100 Mbps RJ45	8 x 10/100Base-TX, TP cable, RJ45
Alimentación	24 VDC (18-32 V)	24 VDC (-25% to +30%)
Temperatura de operación	-40 ... +60 °C	0... 60 °C
Humedad relativa máxima	95%	95%
Protección IP	IP30	IP20
Funciones	Protocolos de redundancia HRP, HSR, MRP Redundancy manager Passive listening	
MTBF		27.8 años

Tabla 3.28 Características *switches* industriales

	Siemens 6GK5208-0BA10-2AA3	Hirschmann RS20-1600S2S2SDAU
Puertos	8 X 10/100 Mbps RJ45 1 X 100 Mbps monomodo BFOC,	4 x 10/100BASE-TX, TP cable, RJ45 1 x 100BASE-FX, SM cable, SC
Alimentación	24 VDC (18-32 V)	24 VDC (-25% to +30%)
Temperatura de operación	-40 ... +60 °C	-40... +70 °C
Humedad relativa máxima	95%	95%
Protección IP	IP30	IP20
Funciones	Protocolos de redundancia HRP, HSR, MRP Redundancy manager Passive listening	
MTBF	54 años	

Tabla 3.29 Características *switches* industriales

	Siemens 6GK5204-2BC10-2AA3	Hirschmann RS2-3TX/2FX-SM
Puertos	4 X 10/100 Mbps RJ45 2 X 100 Mbps monomodo BFOC	3 x 10/100BASE-TX, TP cable, RJ45 2 x 100BASE-FX, SM cables, SC
Alimentación	24 VDC (18-32 V)	24 V DC (-25% to +30%)
Temperatura de operación	-40 ... +60 °C	-40 °C to +70 °C
Humedad relativa máxima	95%	95%
Protección IP	IP30	IP20
Funciones	Protocolos de redundancia HRP, HSR, MRP Redundancy manager Passive listening	
MTBF	47.2 años	

Tabla 3.30 Características *switches* industriales

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Siemens 6GK5212-2BC00-2AA3 switch adm IE	2	\$ 8.423,50	\$ 16.847,00
2	Siemens 6GK5208-0BA10-2AA3 switch adm IE	6	\$ 1.753,13	\$ 10.518,75
3	Siemens 6GK5206-1BC10-2AA3 switch adm IE	4	\$ 3.315,00	\$ 13.260,00
4	Siemens 6GK5204-2BC10-2AA3 switch adm IE	4	\$ 5.135,41	\$ 20.541,64
Subtotal				\$ 61.167,39
IVA 12%				\$ 7.340,09
Total				\$ 68.507,48

Tabla 3.31 Propuesta equipos de conmutación red SDSC, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Hirschmann RS20-1600S2S2SDAU Rail Switch	2	\$ 2.635,00	\$ 5.270,00
2	Hirschmann RS2-TX Rail Switch	6	\$ 833,00	\$ 4.998,00
3	Hirschmann RS2-4TX/1FX-SM EEC Rail Switch	4	\$ 2.329,00	\$ 9.316,00
4	Hirschmann RS2-3TX/2FX-SM EEC Rail Switch	4	\$ 3.485,00	\$ 13.940,00
Subtotal				\$ 33.524,00
IVA 12%				\$ 4.022,88
Total				\$ 37.546,88

Tabla 3.32 Propuesta equipos de conmutación red SDSC, alternativa 2

3.7.2.7 Videconferencia

Finalmente, Polycom HDX 7000 1080p (Tabla 3.34) y Cisco TelePresence MX200 G2 (Tabla 3.35) son las alternativas que se obtuvieron para el sistema de videoconferencia. En los dos casos se tiene sistemas que trabajan conforme a lo especificado y tienen varias funcionalidades extras que brindan una experiencia cómoda y sencilla de comunicación. Ambas marcas cuentan con un buen servicio soporte y excelentes referencias de calidad. El costo de la solución Cisco es mayor pero no es un argumento determinante. Se escoge la opción de Polycom pues en las oficinas en Quito ya se encuentra uno de estos sistemas instalados, y adquiriendo una licencia *Multipoint* se podrá interconectar con los otros sitios de la Central que cuentan con este sistema.

	Polycom HDX 7000 1080p Video Conferencing System	Cisco TelePresence MX200 G2 System
Cámara	Polycom EagleEye III camera SMPTE 296M 1280 x 720p60 SMPTE274M 1920 x 1080p, 60/50 12x zoom óptico 72° campo óptico vertical min	2.5x zoom óptico (5x digital) +5°/-25° tilt, +/- 30° pan 83° campo óptico horizontal 51.5° campo óptico vertical Resoluciones: 1080p60 y 720p60 F 2.0
Estándares de video	H.264, H.264 High Profile IP, H.263++, H.261 H.239/Polycom H.263 & H.264	H.263 H.263+ H.264
Estándares de audio	Polycom® StereoSurround™ 22 KHz / 14 KHz G.722.1 Annex C 7 KHz con G.722 3.4 KHz con G.711 G.728 G.729A	64- and 128-Kbps AAC-LD G.722 G.722.1 G.711 G.729 AB OPUS
Red	Polycom® iPriority™ for QoS y/o SIP hasta 4 Mbps Tecnología Polycom® Lost Packet Recovery™ (LPR™) Tamaño reconfigurable de MTU SIP Firewall Traversal (Acme Packet) RS232 ISDN Quad BRI, PRI T1 or E1 Microsoft® Office Communications Server integration Microsoft® ICE support Microsoft® Lync® support IBM® Sametime™ support	DNS Differentiated Services (QoS) Auto-gatekeeper discovery Dynamic playout and lip-sync buffering H.245 dual-tone multifrequency (DTMF) tones in H.323 Hora y fecha con (NTP) Baja de velocidad basado en pérdida de paquetes TCP/IP DHCP IEEE 802.1x autenticación IEEE 802.1q VLAN IEEE 802.1p (QoS y CoS)

Tabla 3.33 Características del equipo de videoconferencia

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Polycom HDX 7000 1080p Video Conferencing System: Polycom HDX 7000 1080p codec Cámara EagleEye HD Arreglo de micrófonos HDX Polycom People+Content Polycom People+Content IP Cables Control remoto	1	\$ 16.557,98	\$ 16.557,98
Subtotal				\$ 16.557,98
IVA 12%				\$ 1.986,96
Total				\$ 18.544,94

Tabla 3.34 Propuesta videoconferencia, alternativa 1

Ítem	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. Total
1	Cisco TelePresence MX200 G2 System, incluye: Codec, display, cámara, micrófono, parlantes Micrófono de mesa 20 Interfaz Touch 10 Cable DVI-to-VGA Cable 3.5 mm Cable LAN Cable de poder	1	\$ 20.399,98	\$ 20.399,98
Subtotal				\$ 20.399,98
IVA 12%				\$ 2.448,00
Total				\$ 22.847,98

Tabla 3.35 Propuesta videoconferencia, alternativa 2

Descripción	Costo
Estaciones de trabajo - Sala de Control	\$ 12.636,47
Telefonía	\$ 6.657,53
Videovigilancia	\$ 31.350,08
Radiocomunicación	\$ 26.311,60
Eq. Red corporativa	\$ 16.715,65
Eq. Red SDSC	\$ 37.546,88
Videoconferencia	\$ 18.544,94
TOTAL	\$ 149.763,15

Tabla 3.36 Presupuesto referencial total de la red

Tomando en cuenta las alternativas escogidas para cada sistema que forma parte del diseño se obtiene el presupuesto referencial que se muestra en la Tabla 3.36. Los *datasheets* de los equipos seleccionados se encuentran en el Anexo E.

3.7.3 GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El enlace de fibra óptica entre la Central y las oficinas en Quito será brindado por Transelectric, pero ya que ésta es una Unidad de Negocio que también es parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador y que se utilizará la línea de transmisión que es parte del proyecto no tendrá ningún costo.

El servicio de acceso a Internet para la Central tendría un costo mensual de \$271,20 acorde al plan contratado actualmente por la empresa, además se tendrá que pagar una cuota de \$95 mensuales por el licenciamiento de la banda utilizada para la radiocomunicación.

En cuanto a telefonía, la empresa mensualmente factura un promedio de \$2.100 que representan el consumo de las oficinas en Quito, el Proyecto Quijos, el Proyecto Coca Codo Sinclair y la Central Manduriacu. Se va a considerar que el consumo de llamadas externas en cada sitio es similar, con lo cual el gasto de la Central se aproximaría a la cuarta parte del valor total de este pago.

Servicio	Costo Mensual	Costo Anual
Internet	\$271,20	\$3.254,40
Licenciamiento Radio	\$95,00	\$1.140,00
Telefonía	\$525,00	\$6.300,00
TOTA		\$10.694,40

Tabla 3.37 Gastos mensuales de la red

Para los costos de mantenimiento de los equipos de *networking* y de radiocomunicación se tomará como referencia los gastos anuales que se tienen en la Central Manduriacu.

	Costo Anual
Mantenimiento <i>Networking</i>	\$7.650,00
Mantenimiento Radio	\$6.100,00
Servicios Mensuales	\$10.694,40
TOTAL	\$24.444,40

Tabla 3.38 Gastos de operación y mantenimiento anuales de la red

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La Central Hidroeléctrica Quijos, de 50 MW, requiere una red de comunicaciones que conecte su Casa de Máquinas con los sitios de toma de los ríos Quijos y Papallacta, la Subestación Eléctrica de seccionamiento y el Edificio Administrativo, para permitir que a cada sitio lleguen los distintos servicios de red y los equipos del Sistema de Supervisión y Control, distribuidos por toda la Central, puedan enlazarse a la Sala de Control.
- La Sala de Control de Casa de Máquinas es el sitio escogido para concentrar todas las conexiones y desde aquí, a través del cable OPGW de la línea de transmisión de alta tensión, se conecte la red de la Central con la red empresarial en Quito y con los organismos de control CENACE y COT.
- Una vez analizados las condiciones de los enlaces entre cada uno de los sitios que abarcan la red, se determinó que: entre los sitios de toma y Casa de Máquinas se usará fibra óptica monomodo G.652D en cables ADSS; entre la Subestación Eléctrica y Casa de Máquinas se tendrá un enlace con fibra multimodo G.651 también con cable ADSS; y, el Edificio Administrativo y la Casa de Máquinas se conectarán a través de cable STP. Para cada escenario se consideraron parámetros como la distancia, velocidad de transmisión e interferencia. En el primer caso la distancia hace casi imprescindible el uso de fibra monomodo, que se llevará por tendido aéreo para lo cual el cable ADSS resulta el más apropiado. En el caso de la subestación la fibra también resulta más adecuada, pero para ahorrar en costos aquí se usará fibra multimodo. Y para enlazar el Edificio Administrativo el par trenzado es suficiente para el ancho de banda y la distancia, pero por el ruido electromagnético se usará cable blindado STP.
- El crecimiento de las redes hoy en día se da a grandes escalas; sin embargo, el factor de crecimiento anual escogido para el diseño fue solo del 10%,

considerando que dentro de la Central un incremento de usuarios es improbable ya que la planificación del personal se la hace enfocada hacia un funcionamiento de varias décadas. Este 10% representará el aumento en el uso de los recursos, como acceso a Internet, aplicativos web, trabajo colaborativo en la nube, etc.

- Para no complicar en exceso el estudio de tráfico, es conveniente realizar un análisis superficial aproximado previo de los servicios y aplicaciones que se requieran, ya que en algunos casos el consumo de recursos de red es despreciable y pueden omitirse los cálculos correspondientes a estos servicios.
- Al analizar un códec es común confundir la velocidad de codificación con la velocidad de transmisión de los datos codificados. Se debe considerar todo el *overhead* que se añade a los datos codificados, el tamaño de los bloques de datos y el funcionamiento de los demás protocolos con los que se está trabajando, para de esta manera tener una idea real de la velocidad y la eficiencia de transmisión con la que funcionará la aplicación.
- Una medida sustancial durante el diseño fue separar lo que corresponde al sistema de supervisión y control de la Central de la red corporativa. De esta manera se logra usar una topología acorde a las necesidades de cada caso, y también se mejora la seguridad, sobretodo en la red del sistema de control donde este aspecto es de suma importancia.
- La topología escogida para la red del sistema de control es de anillo redundante o doble anillo, ya que en este caso lo primordial es asegurar una alta disponibilidad con un tráfico relativamente bajo. Este esquema resulta robusto y con muy baja probabilidad de falla.
- La red corporativa tendrá una topología tipo árbol, donde el equipo principal será la puerta de enlace a la red de la empresa, y a través de ésta al resto del mundo.
- Para ofrecer una red con calidad de servicio y que las diferentes aplicaciones funcionen de manera adecuada, incluyendo las que son en tiempo real, se optó por el método de priorización de tramas 802.1p, ya que de manera

simple ayuda a organizar el tráfico de la red dando prioridad a la transmisión de tramas que correspondan a las aplicaciones menos tolerantes a retardos, como telefonía y videoconferencia. A más de esto, el estudio de tráfico realizado ayuda a asegurar que la capacidad de los enlaces sea suficiente para soportar dicho tráfico y evitar congestiones en la red.

- Para ofrecer seguridad en la red se han propuesto algunos mecanismos y políticas que se deberán aplicar en cuanto al uso de los sistemas y equipos. Cabe destacar el uso de autenticación 802.1x para el acceso a la VLAN de Personal y Administración, de modo que se restrinja el acceso de los usuarios no autorizados con el uso de credenciales.
- Se hizo un presupuesto referencial en base a propuestas de dos fabricantes que cumplan con las especificaciones que se detalló para cada uno de los sistemas de los que se conforma la red. Para escoger la mejor alternativa se tomó en cuenta la calidad, soporte y garantías del fabricante, costo y la funcionalidad dentro de la red y la empresa.
- Para los equipos de conmutación de la red corporativa se eligió una alternativa en la marca Cisco, por presentar mejores capacidades de conmutación, mayores funcionalidades de enrutamiento en el equipo de *core* y mayor flexibilidad en cuanto al costo de SPFs para futuros cambios o mejoras en la red.
- Los equipos industriales, para comunicar el sistema de supervisión y control, elegidos son Hirschmann ya que cumplen con los requisitos de la red y ofrecen tiempos medios entre fallas excelentes a un buen costo.
- Al momento de definir las especificaciones técnicas de los equipos, es útil investigar la disponibilidad de las características deseadas en el mercado; esto es: protocolos, códecs, funciones, número y tipo de puertos, frecuencias de trabajo, etc.
- El presupuesto y las especificaciones de los equipos servirán para la contratación de la implementación prevista de la red, a través de los procesos de contratación pública, de manera completa o por partes.

- El monto de la inversión de la red es parte del costo total del Proyecto que tendrá beneficios económicos relacionados al desplazamiento del uso de combustibles fósiles, la reactivación de la economía de las comunidades cercanas y la generación de empleo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la socialización de las políticas de seguridad de la red para que todos los usuarios hagan un uso responsable de los equipos y el acceso a los servicios sin poner en riesgo los sistemas de la Central.
- Para el mantenimiento de la red y la solución de problemas es recomendable tener personal encargado de la administración de la red permanentemente en la Central, con el conocimiento y la preparación necesaria, para poder solventar cualquier necesidad urgente que pueda surgir y procurar que la Central no pierda comunicación en ningún momento.
- Para la eventual implementación de cada una de las partes de la red, o de la red en su totalidad, se aconseja programar mantenimientos preventivos que ayuden a alargar la vida útil de la red y reducir las fallas de los equipos.
- En los tendidos de los cables de fibra óptica se debe dejar varios metros de holgura cada cierto tramo que permitan hacer cambios a futuro en caso de daños, desperfectos o mejoras de la red.
- Se debe capacitar al personal en el uso de los diferentes equipos para que se tenga una correcta utilización y se saque el máximo provecho de las funcionalidades que ofrezca cada uno de los sistemas.
- Al utilizar diferentes marcas de equipos en las distintas partes de la red, es importante asegurarse de la compatibilidad de entre éstos para que no se presenten problemas en el funcionamiento normal de la red.
- Este trabajo puede ser usado como referencia para diseños de redes en ambientes similares, como otras centrales hidroeléctricas o de cualquier otro tipo.

- Para poder utilizar los datos de este proyecto en un proceso de contratación, es posible que se necesite actualizar los precios a la fecha de realización del contrato, para la elaboración del presupuesto referencial requerido.
- Para adjudicar un contrato para la implementación de la red asegurarse que el contratista cuente con la experiencia suficiente y el personal adecuadamente capacitado para la realización de esta labor. Se deberá pedir certificados que avalen dicha experiencia y capacitación.

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Tanenbaum y D. Wetherall, Computer Networks, Boston: Pearson, 2011.
- [2] W. Stallings, Comunicaciones y Redes de Computadores, México: Pearson, 2004.
- [3] «LAN, WLAN, MAN, WAN, PAN: Conoce los principales tipos de redes,» [En línea]. Disponible: <http://www.facilprograma.com/2014/03/lan-wlan-man-wan-pan-conoce-los.html>.
- [4] «Network Topology,» [En línea]. Disponible: <http://www.certiology.com/computing/computer-networking/network-topology.html>.
- [5] «TIPOS DE COMUNICACIÓN DE REDES ALAMBRICAS E INALAMBRICAS,» [En línea]. Disponible: <http://jennifervacaicas.blogspot.com/2014/09/tipos-de-comunicacion-de-redes.html>.
- [6] «Bobina Cable Exterior FTP Cat.5e 24AWG Rígido (305m),» [En línea]. Disponible: http://www.cablematic.net/producto/Bobina-Cable-Exterior-FTP-Cat_dot_5e-24AWG-Rigido-_open_parenthesis_305m_close_parenthesis_/.
- [7] «Ethernet Cables Comparison between CAT5, CAT5e, CAT6, CAT7 Cables,» [En línea]. Disponible: <http://discountcablesusa.com/ethernet-cables100.html>.
- [8] «Cable coaxial,» [En línea]. Disponible: <http://docente.uco.mx/al003306/Teleprocesos2/cable%20coaxial.htm>.
- [9] J. A. Marín Pereda, Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones, Madrid: Pearson, 2004.
- [10] «Fibra óptica. Cables. Aplicaciones,» [En línea]. Disponible: http://www.tecnoficio.com/optica/fibra_optica.php.
- [11] «fibra368.png,» [En línea]. Disponible: <http://www.seas.es/blog/wp-content/uploads/2012/11/fibra368.png>.

- [12] «Tipos de Fibra Óptica,» [En línea]. Disponible: http://www.info-ab.uclm.es/labeledec/solar/Comunicacion/Fibra_optica/tipos.htm.
- [13] «Attenuation of Optic Fibers,» [En línea]. Disponible: http://www.invocom.et.put.poznan.pl/~invocom/C/P1-9/swiatlowody_en/p1-1_2_2.htm.
- [14] «FOA Reference Guide To Fiber Optics,» [En línea]. Disponible: <http://www.thefoa.org/ESP>.
- [15] «Certificación en fibra óptica Nivel 2 (Eventos reflexivos y OTDR),» [En línea]. Disponible: <http://www.gonzalonazareno.org/certired/p17f/p17fpdf.pdf>.
- [16] W. Stalling, *Wireless Communication and Networks*, Upper Saddle River: Pearson, 2005.
- [17] «EM Spectrum Properties es,» [En línea]. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico#mediaviewer/File:EM_Spectrum_Properties_es.svg.
- [18] «Bandas de Frecuencia - Wikipedia,» [En línea]. Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Bandas_de_frecuencia.
- [19] *Internet Protocol, RFC 791*, 1981.
- [20] «GIP - Calculadora de direcciones IP,» [En línea]. Disponible: <http://usuariodebian.blogspot.com/2012/02/gip-calculadora-de-direcciones-ip.html>.
- [21] «IP e ICMP,» [En línea]. Disponible: <http://arantxa.ii.uam.es/~rc2lab/practicas.html/prac2/index.html>.
- [22] L. Sun, I.-H. Mkwawa, E. Jammeh y E. Ifeachor, *Guide to Voice and Video over IP: For Fixed and Mobile Networks*, Londres: Springer, 2013.
- [23] «Encapsulating Voice Packets (Cisco VoIP Implementations),» [En línea]. Disponible: <http://what-when-how.com/ccnp-ont-exam-certification-guide/encapsulating-voice-packets-cisco-voip-implementations/>.
- [24] P. Bodell, «Choosing the right video surveillance compression,» 20 octubre 2010. [En línea]. Disponible:

<http://www.securityinfowatch.com/article/10514588/choosing-the-right-video-surveillance-compression>.

- [25] «Sistema Scada Parte I,» [En línea]. Disponible: <http://antisecc-security.blogspot.com/2012/10/sistemas-scada-parte-i-bueno-antes-de.html>.
- [26] Saqib Jang, E. Brent Kelly, Andrew W. Davis, «Frequently Asked Questions About Voice and Video over IP Networks,» Wainhouse Research, Brookline, MA, 2003.
- [27] «Quality of Service for high priority networks,» [En línea]. Disponible: <http://www.iebmedia.com/index.php?id=5594&parentid=63&themeid=255&shdetail=true>.
- [28] «IEEE 802.1Q,» [En línea]. Disponible: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q.
- [29] *RFC 3550 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, 2003.
- [30] «RTP Header & Extension,» [En línea]. Disponible: <https://www.ietf.org/proceedings/52/slides/avt-11/sld003.htm>.
- [31] J. A. Trejo, «Seguridad en redes de computadoras,» Universidad Iberoamericana, Santa Fe.
- [32] E. Maiwald, *Fundamentos de Seguridad en Redes*, Ciudad de Mexico: McGraw-Hill / Interamericana de Mexico, 2004.
- [33] «Corporación Eléctrica del Ecuador,» [En línea]. Disponible: <https://www.celec.gob.ec/>.
- [34] *Decreto Presidencial N°220*, Quito, 2010.
- [35] C. E.P. y MEER, «Construcción del Proyecto Hidroeléctrico Quijos,» 2012.
- [36] «Ministerio de Electricidad y Energía Renovable,» [En línea]. Disponible: <http://www.energia.gob.ec/author/administrador/>.
- [37] *Informe Mensual de Avance PHQ - Agosto 2014*, ASTEC-INTEGRAL, Asociación.
- [38] *Documento PHQ-PL-TQI-C-020-F1*, CELEC E.P.
- [39] *AAI-ADF-PHQ-101-001-D*.
- [40] *Documento PHQ-PL-CMQ-C-001-E1*, CELEC E.P.

- [41] *Documento PHQ-PL-CMQ-C-006-G2*, CELEC E.P.
- [42] *Documento PHQ-PL-CMQ-C-005-G2*, CELEC E.P.
- [43] *Documento PHQ-PL-CMQ-C-004-G2*, CELEC E.P.
- [44] *Documento PHQ-PL-EAD-C-002-C1*, CELEC E.P.
- [45] *Documento PHQ-PL-SSE-C-001-A2*, CELEC E.P.
- [46] *Documento PHQ-PL-SSE-C-002-B2*, CELEC E.P.
- [47] «Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada,» [En línea].
Disponible:
http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295_bwidth_consume.html.
- [48] V. B. Iversen, *TELETRAFFIC ENGINEERING and NETWORK PLANNING*, Technical University of Denmark, 2007.
- [49] «Unidad Erlang,» [En línea]. Disponible:
https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_Erlang.
- [50] «Engset Calculator,» [En línea]. Disponible:
<http://www.erlang.com/calculator/engset/>.
- [51] *Ip Video System Design Tool*.
- [52] «1.3 MegaPixel network Camera vs VGA Camera video quality comparision,» [En línea]. Disponible:
https://www.youtube.com/watch?v=q_m9X4GSIUQ.
- [53] *RTP Payload Format for H.264 Video, RFC 6184*, 2011.
- [54] «HTTP Archive - Trends,» [En línea]. Disponible:
<http://httparchive.org/trends.php>.
- [55] P. Tulia, *Diseño de una red convergente de voz y datos para el edificio matriz de Transelectric S.A. y su enlace con el COT*, 2009: EPN, Quito.
- [56] «OPGW Cable, OPGW Fiber Optic Cable From OPGW Cable Manufacturer--OPGW Cable,» [En línea]. Disponible: http://changguang-china.en.alibaba.com/product/60033518436-221118435/OPGW_Cable_OPGW_Fiber_Optic_Cable_From_OPGW_Cable_Manufacturer_OPGW_Cable.html.

- [57] «METACOM | Fibra Optica ADSS 12 fibras monomodo,» [En línea].
Disponible:
http://www.metacom.cl/index.php?page=shop.product_details&category_id=6&flypage=flypage-vmbright.tpl&product_id=969&vmcchk=1&option=com_virtuemart&Itemid=3.
- [58] «Cable de fibra óptica GYTC8S,» [En línea]. Disponible:
<http://www.aceccable.es/1-8-gytc8s-fiber-optic-cable.html>.
- [59] «Fast Ethernet,» [En línea]. Disponible:
https://es.wikipedia.org/wiki/Fast_Ethernet.
- [60] «Gigabit Ethernet,» [En línea]. Disponible:
https://es.wikipedia.org/wiki/Gigabit_Ethernet.
- [61] «10 Gigabit Ethernet,» [En línea]. Disponible:
https://es.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet.
- [62] «TELEPROCESOS,» [En línea]. Disponible:
<http://teleprocesos2013.blogspot.com/>.
- [63] «Internetworking - Wikipedia,» [En línea]. Disponible:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Internetworking>.

ANEXOS

ANEXO A: TEORÍA SOBRE TRANSMISIÓN DE DATOS

ANEXO B: UBICACIÓN DE EXTENSIONES TELEFÓNICAS Y CÁMARAS DE VIDEO, Y ESTADÍSTICAS PARA TRÁFICO DE VOZ

ANEXO C: LISTA DE SEÑALES A ENVIARSE AL CENACE Y AL COT

ANEXO D: COTIZACIONES

ANEXO E: DATASHEETS

ANEXO A

TEORÍA SOBRE TRANSMISIÓN DE DATOS

Para enviar datos desde un punto a otro u otros, éstos se representan en señales. Las señales deben ser apropiadas para poder viajar por los medios de transmisión. Los diferentes medios de comunicación tienen un límite en la cantidad de datos que pueden transportar en una unidad de tiempo, este límite se conoce como capacidad del canal y se explicará más adelante.

Las señales que se transmiten pueden ser analógicas o digitales. Una señal analógica es aquella que varía continuamente en el tiempo, no tiene cambios bruscos en su amplitud y puede tomar un número infinito de valores. En cambio, una señal digital puede tomar valores únicamente dentro de un conjunto finito, tiene cambios bruscos entre los cuales mantiene un nivel constante. No hay que confundir señales digitales y analógicas con datos digitales y analógicos pese a estar relacionados en características. Los datos analógicos pueden ser transmitidos tanto en señales analógicas, como es el caso de la telefonía tradicional, o en señales digitales, utilizando un códec. De igual manera los datos digitales pueden enviarse sobre señales analógicas, al usar módems, o sobre señales digitales, usando un transmisor digital.

Para entender cómo se da la transmisión de las señales es importante analizarlas desde el punto de vista de la frecuencia. Todas las señales están compuestas por diferentes componentes de frecuencia, el análisis de Fourier dice que cualquier señal continua y periódica puede ser representada como la suma de una serie de ondas senoidales adecuadamente elegidas:

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{2n\pi t}{T} + b_n \sin \frac{2n\pi t}{T} \right) \quad (\text{A.1})$$

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{A.2})$$

Si a una señal de duración finita, se la repite una y otra vez a través del tiempo se puede aplicar el mismo principio, ampliando el alcance de este concepto a señales no periódicas pero finitas. La ecuación (A.1) es la representación de lo que se conoce como series de Fourier, donde T es el período de la señal, es decir el tiempo que tarda en repetir el patrón, que cumple con la ecuación (A.2) y a_0 , a_n y b_n se denominan coeficientes de Fourier. El coeficiente a_0 representa la componente continua de la señal y los coeficientes a_n y b_n las amplitudes de los n armónicos. Estos brindan una idea de la potencia que contienen las respectivas componentes de frecuencia.

Una vez clara la idea de que la señales que se van a transmitir están compuestas por distintos componentes de frecuencia se puede definir al espectro de la señal como el conjunto de todas estas frecuencias. Un concepto aún más importante para la comunicación es el ancho de banda. En términos generales el ancho de banda es la anchura del espectro de la señal, pero muchas de las señales tienen espectros muy extensos, en teoría incluso infinitos, por lo que se suele llamar ancho de banda al ancho de banda efectivo que es la porción del espectro donde se concentra la mayor cantidad de energía de la señal. En lo que se refiere a los canales, estos se comportan como una especie de filtro, que deja pasar solo un rango de frecuencias. A esta parte del espectro que no sufre mayor atenuación se le conoce como el ancho de banda del canal. Para fines prácticos se considera el límite a la frecuencia en la cual la potencia recibida ha decaído a la mitad.

A mayor ancho de banda mejor calidad o mayor cantidad de información puede transmitirse. En el caso de transmisión digital una mayor tasa de bits es posible. El problema está en que el ancho de banda es un recurso costoso y por lo tanto es importante hacer un uso eficiente del mismo. Para esto se calcula cuál es la máxima tasa de transmisión que se puede tener en un ancho de banda dado.

A.1 CAPACIDAD DE CANAL

Henry Nyquist hizo una primera aproximación de la velocidad que se puede transmitir en un canal con un ancho de banda determinado. Concluyendo que, para un canal sin ruido, dado un ancho de banda B se puede transmitir símbolos a una velocidad de $2B$. En señales binarias esto quiere decir que para transmitir a 10 Mbps se requiere 5 MHz, o viceversa, en 5 MHz se puede transmitir hasta 10 Mbps. Esta velocidad puede incrementarse con el uso de señales multinivel, teniendo la expresión general del teorema de Nyquist en la ecuación (A.3)

$$C = 2AB \log_2 M \quad (\text{A.3})$$

Un mayor número de niveles M de la señal complica la labor del receptor, y también estará limitado por condiciones como el ruido y otras dificultades.

No obstante, no existe canales sin ruido, por esta razón Claude Shannon propone un modelo que relaciona la velocidad de transmisión, el ancho de banda e incluye al ruido (térmico).

$$C = AB \log_2(1 + SNR) \quad (\text{A.4})$$

La relación señal a ruido (SNR) indica cuánto excede el nivel de la señal al nivel del ruido. Este parámetro generalmente se expresa en decibelios (dB), y se calcula como el cociente entre la potencia de la señal y la potencia del ruido. A mayor SNR mejor será la calidad de la señal y se presentará un menor número de errores en recepción.

La ecuación (A.4) indica un límite teórico para la velocidad con la que se puede transmitir bajo ciertas condiciones de manera que la señal llegue libre de errores. No obstante, en la práctica las velocidades que se consiguen pocas veces se pueden acercar a estos valores, debido a que no se consideran algunos otros factores importantes que también alteran las señales. Pese a esto, esta relación es una gran referencia que ha servido para contribuir al desarrollo y mejora de las

técnicas de comunicación en busca de disminuir la diferencia entre la velocidad conseguida y este límite teórico.

A.2 DIFICULTAD DE TRANSMISIÓN

Sea cual sea el medio que se utilice, la señal enviada siempre sufrirá alteraciones durante la transmisión. La señal que se tiene en recepción será el resultado de las modificaciones de la señal original sumado a señales no deseadas que se introducen durante cualquier parte del trayecto. Para poder contrarrestar estos cambios de manera que podamos mantener inteligible la información enviada se debe entender cuáles son los factores que alteran las señales. Dependiendo el escenario, las adversidades que se presentar durante una comunicación varían, siendo las más representativas las siguientes:

- Ruido
- Atenuación
- Distorsión de retardo

a) Ruido

Se considera ruido a cualquier señal no deseada, extraña a la transmisión que afecta la señal original. Existen muchas clases de ruido que afectan un circuito de comunicación, pero los más importantes son el ruido térmico, el ruido de intermodulación, la diafonía y el ruido impulsivo.

El ruido térmico se produce por el movimiento de los electrones y se caracteriza por tener una distribución uniforme sobre todo el espectro de frecuencia. El ruido térmico está presente en todos los equipos y medios de transmisión. Como su nombre lo indica su intensidad está relacionada con la temperatura, a mayor temperatura mayor será el ruido presente.

El ruido intermodulación se produce cuando existen no linealidades en los equipos o en el medio. Si se tienen dos señales de frecuencias distintas, se pueden originar productos de intermodulación entre estas o con sus armónicos.

La diafonía o *crosstalk* se refiere al fenómeno en el cual una señal que viaja en un canal crea un efecto no deseado en una señal que viaja por otro canal. Es un acoplamiento no deseado entre dos rutas de señal.

Finalmente el ruido impulsivo es una serie de picos de ruido de corta duración y gran amplitud relativa. Sus causas son varias y su afeción es principalmente en la transmisión de datos digitales, pues un pico de ruido puede afectar a varios bits transmitidos.

b) Atenuación

Es la disminución de energía de la señal con la distancia. Sus efectos son inevitables pero fáciles de contrarrestar, utilizando amplificadores y repetidores de señal. Para que una transmisión sea exitosa la potencia de la señal recibida debe ser lo suficientemente mayor al ruido y tener la energía necesaria para que el receptor sea capaz de procesarla.

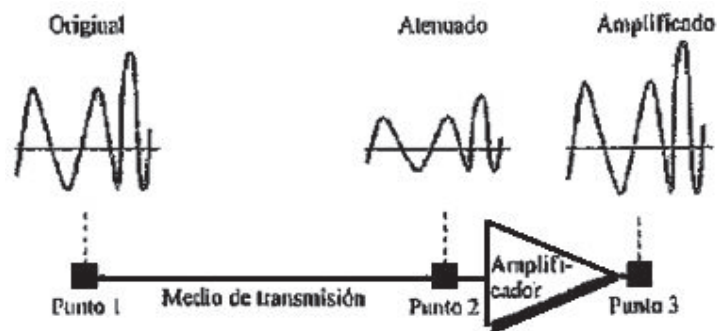


Figura A.1 Atenuación y amplificación de una señal ^[62]

Es importante mantener un control de la potencia de la señal desde el transmisor hasta el receptor, de manera que la potencia se mantenga sobre un nivel que asegure su inteligibilidad pero sin causar saturación en los equipos.

En medios guiados la atenuación varía de forma exponencial con la distancia, por lo que se suele expresar en decibelios por unidad de longitud. En el ambiente inalámbrico la situación es más compleja, y más factores entran en consideración como son la frecuencia, los factores atmosféricos, los obstáculos, etc.

Otro problema importante se da cuando las distintas componentes de frecuencia de una señal sufren una atenuación diferente, especialmente en señales analógicas, afectando la calidad de la información. Para neutralizar este efecto se usan ecualizadores sobre la banda de frecuencia de interés.

c) Distorsión de retardo

Similar a la distorsión de atenuación, pero en este caso son los retardos los que difieren entre las distintas componentes de frecuencia en lugar de la disminución de amplitud, y esta afecta de mayor manera a los datos digitales. Es causado porque las componentes de frecuencia viajan a diferentes velocidades, siendo las frecuencias centrales las más veloces. Al igual que en el caso anterior para compensar este efecto se utilizan ecualizadores o igualadores de retardo.

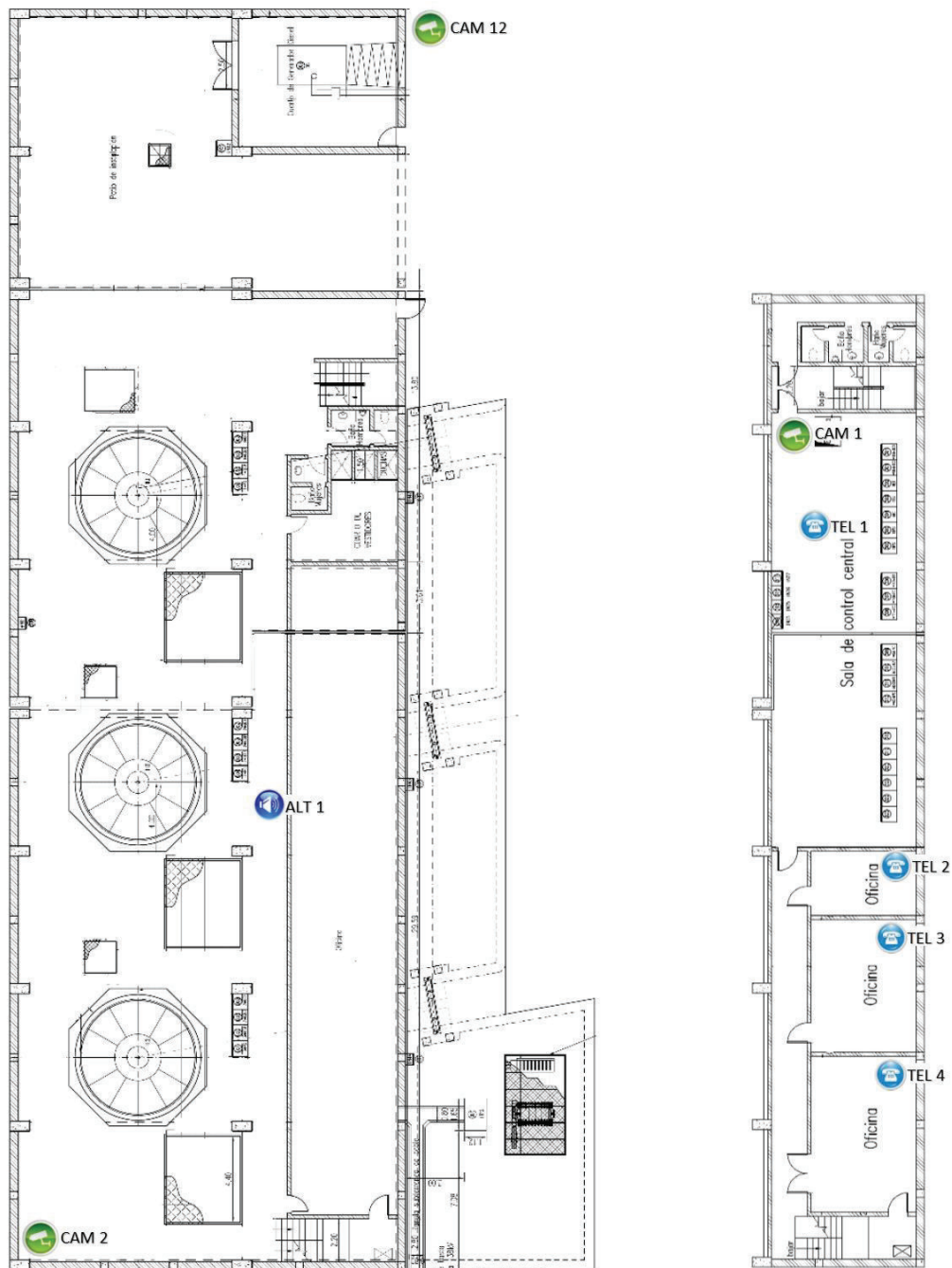
ANEXO B

UBICACIÓN DE EXTENSIONES TELEFÓNICAS Y CÁMARAS DE VIDEO

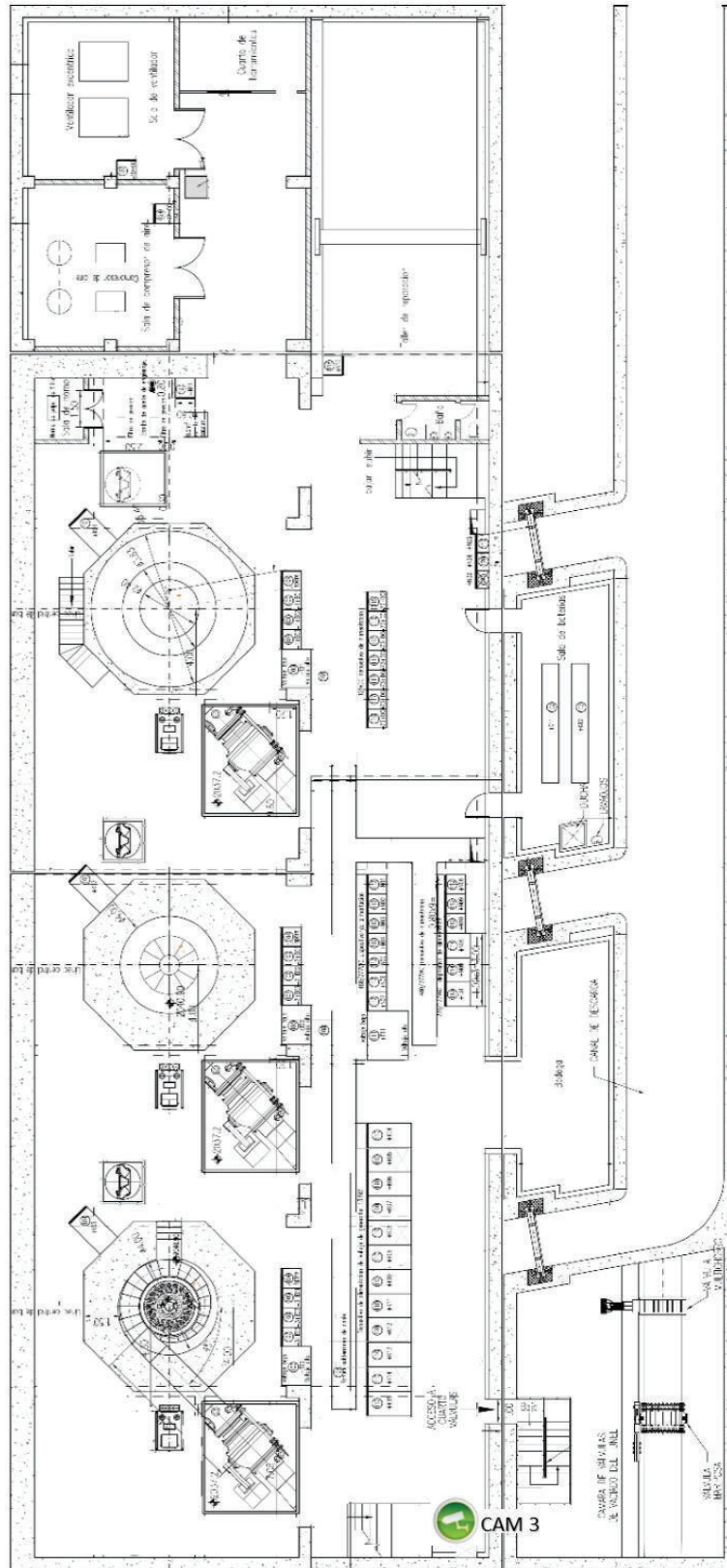
De acuerdo a los planos de la Central Quijos, se ha escogido las ubicaciones en las que se colocarán los teléfonos del sistema de VoIP y las cámaras del sistema de CCTV pensados para este proyecto. Para mostrar dichas ubicaciones de mejor manera se presenta la siguiente tabla y diagramas de los distintos sitios de la central.

ID EQUIPO	SITIO	DETALLE
TEL 1	Casa de Máquinas	Sala de Control
TEL 2	Casa de Máquinas	Oficina 1
TEL 3	Casa de Máquinas	Oficina 2
TEL 4	Casa de Máquinas	Oficina 3
TEL 5	Edificio Administrativo	Recepción
TEL 6	Edificio Administrativo	Oficina Asistentes 1
TEL 7	Edificio Administrativo	Oficina Asistentes 2
TEL 8	Edificio Administrativo	Oficina Jefe Área Mecánico
TEL 9	Edificio Administrativo	Oficina Jefe Área Eléctrico
TEL 10	Edificio Administrativo	Oficina Jefe Área Civil
TEL 11	Edificio Administrativo	Oficina Jefatura de Central
TEL 12	Edificio Administrativo	Sala de Reuniones
TEL 13	Edificio Administrativo	Oficina Civil
TEL 14	Edificio Administrativo	Oficina Civil
TEL 15	Edificio Administrativo	Oficina Mecánico
TEL 16	Edificio Administrativo	Oficina Mecánico
TEL 17	Edificio Administrativo	Oficina Eléctrico
TEL 18	Edificio Administrativo	Oficina Eléctrico
TEL 19	Subestación	Sala de Control
TEL 20	Toma Quijos	
TEL 21	Toma Papallacta	
ALT 1	Casa de Máquinas	
ALT 2	Toma Quijos	
ALT 3	Toma Papallacta	
CAM 1 (fija)	Casa de Máquinas	Sala de Control
CAM 2 (fija)	Casa de Máquinas	Piso Principal
CAM 3 (fija)	Casa de Máquinas	Piso de Turbinas
CAM 4 (fija)	Casa de Máquinas	Piso de Válvulas
CAM 5 (fija)	Edificio Administrativo	Planta Baja
CAM 6 (fija)	Edificio Administrativo	Planta Alta
CAM 7 (fija)	Subestación	Sala de Control
CAM 8 (móvil)	Subestación	Patio
CAM 9 (móvil)	Toma Quijos	
CAM 10 (móvil)	Toma Papallacta	
CAM 11 (móvil)	Exterior	Parqueadero
CAM 12 (móvil)	Exterior	Acceso Casa de Máquinas
CAM 13 (móvil)	Exterior	Descarga
CAM 14 (fija)	Exterior	Garita Acceso Principal

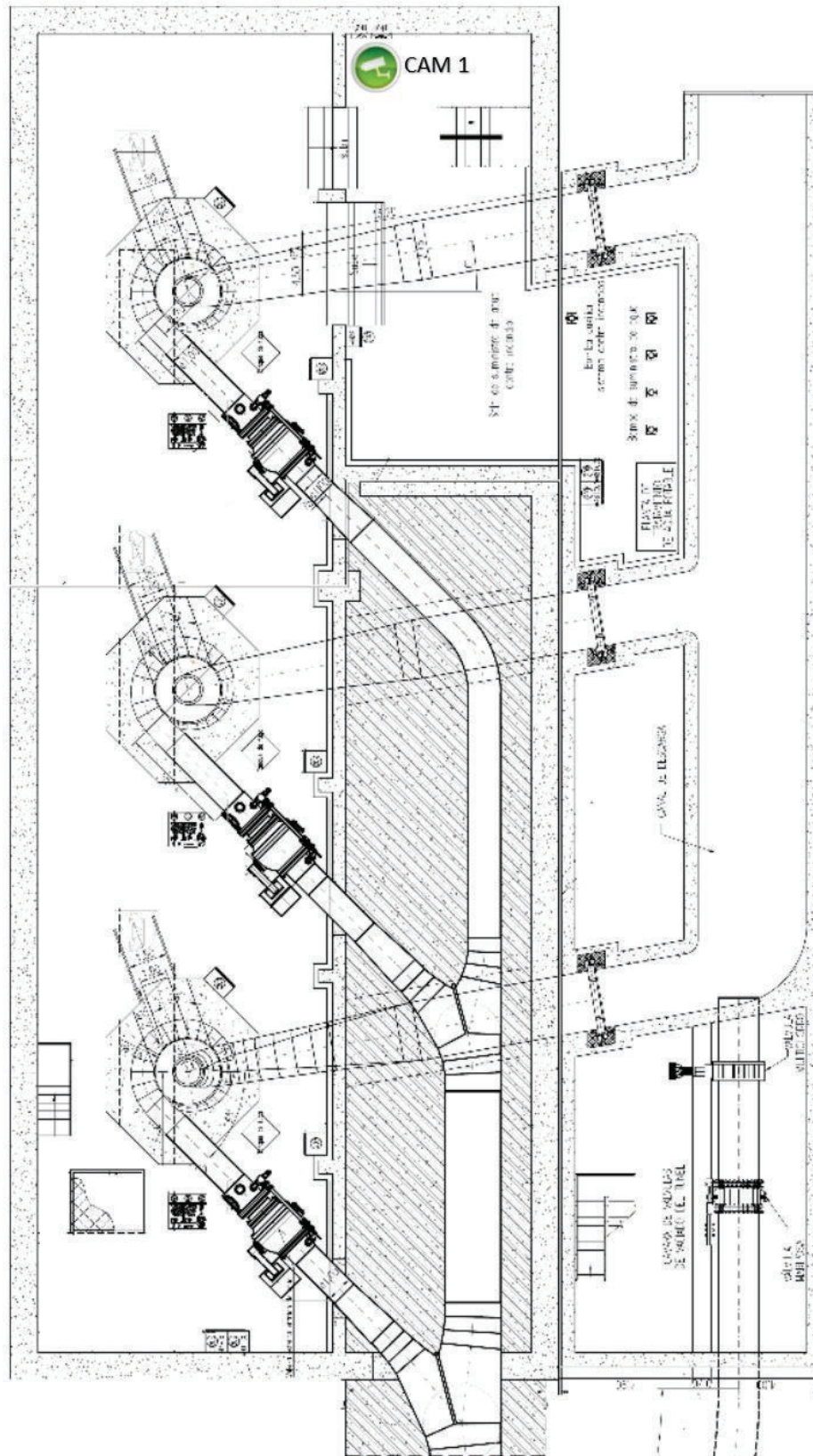
La ubicación de los teléfonos IP (TEL), altavoces (ALT) y cámaras (CAM) identificados en la tabla anterior se muestran en los siguientes diagramas, según como deberán ser instalados acorde al diseño presentado.



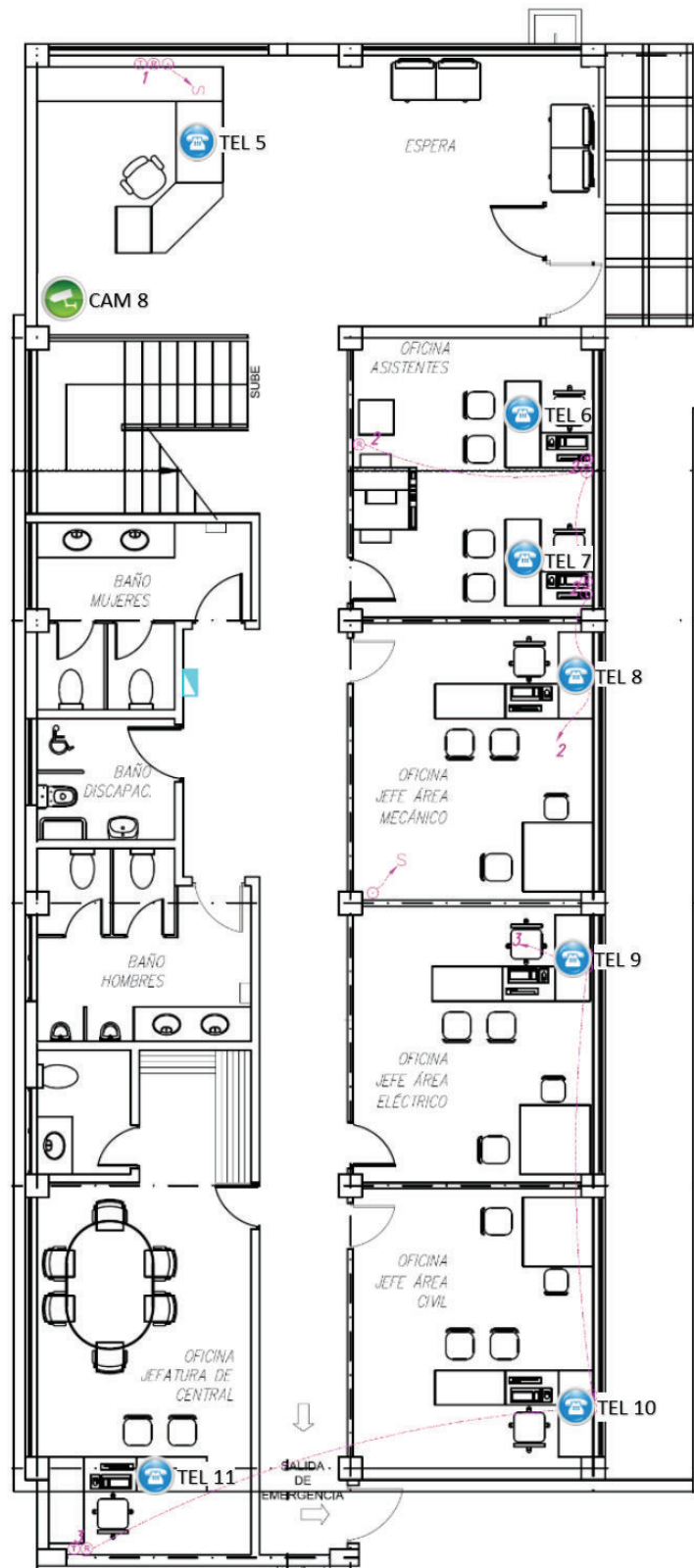
Casa de Máquinas, Piso Principal (izq.) y Piso Sala de Control (der.)



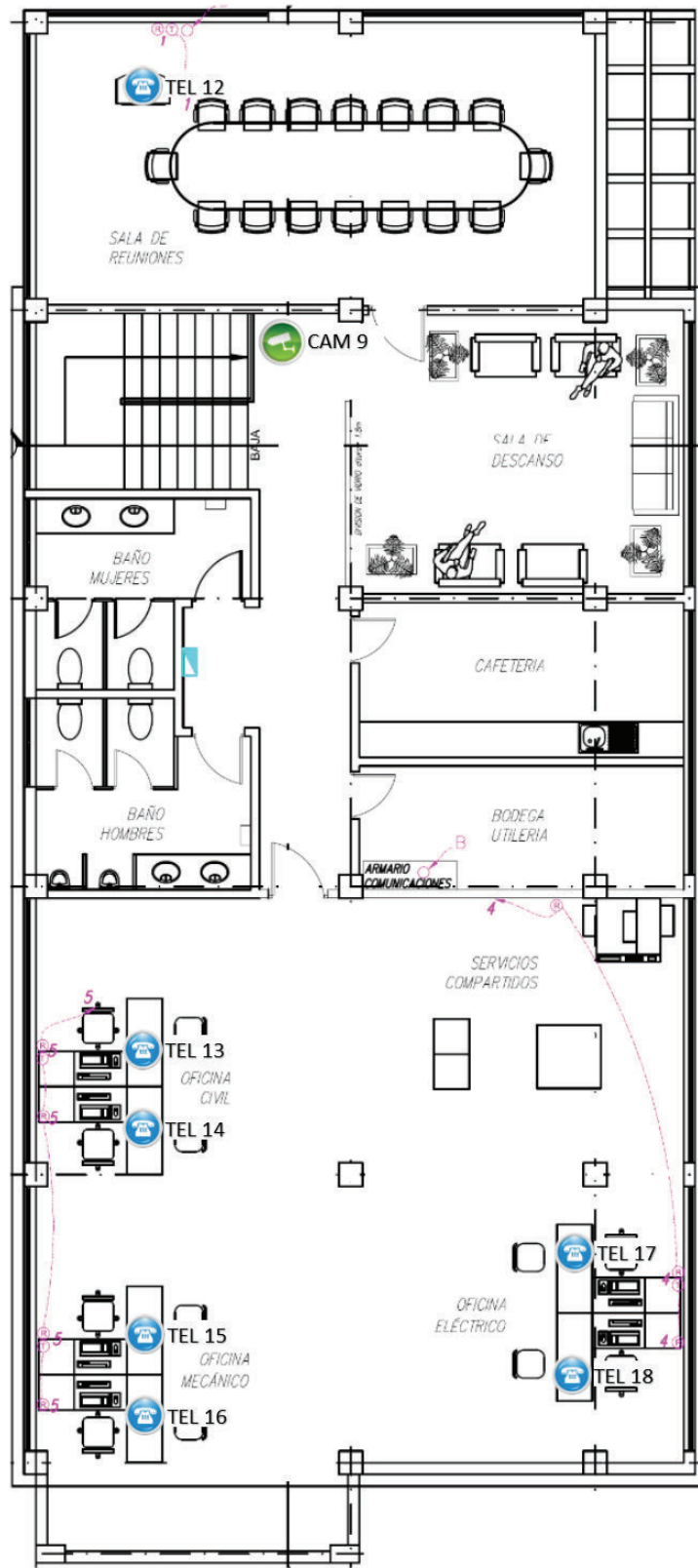
Casa de Máquinas, Piso Turbinas



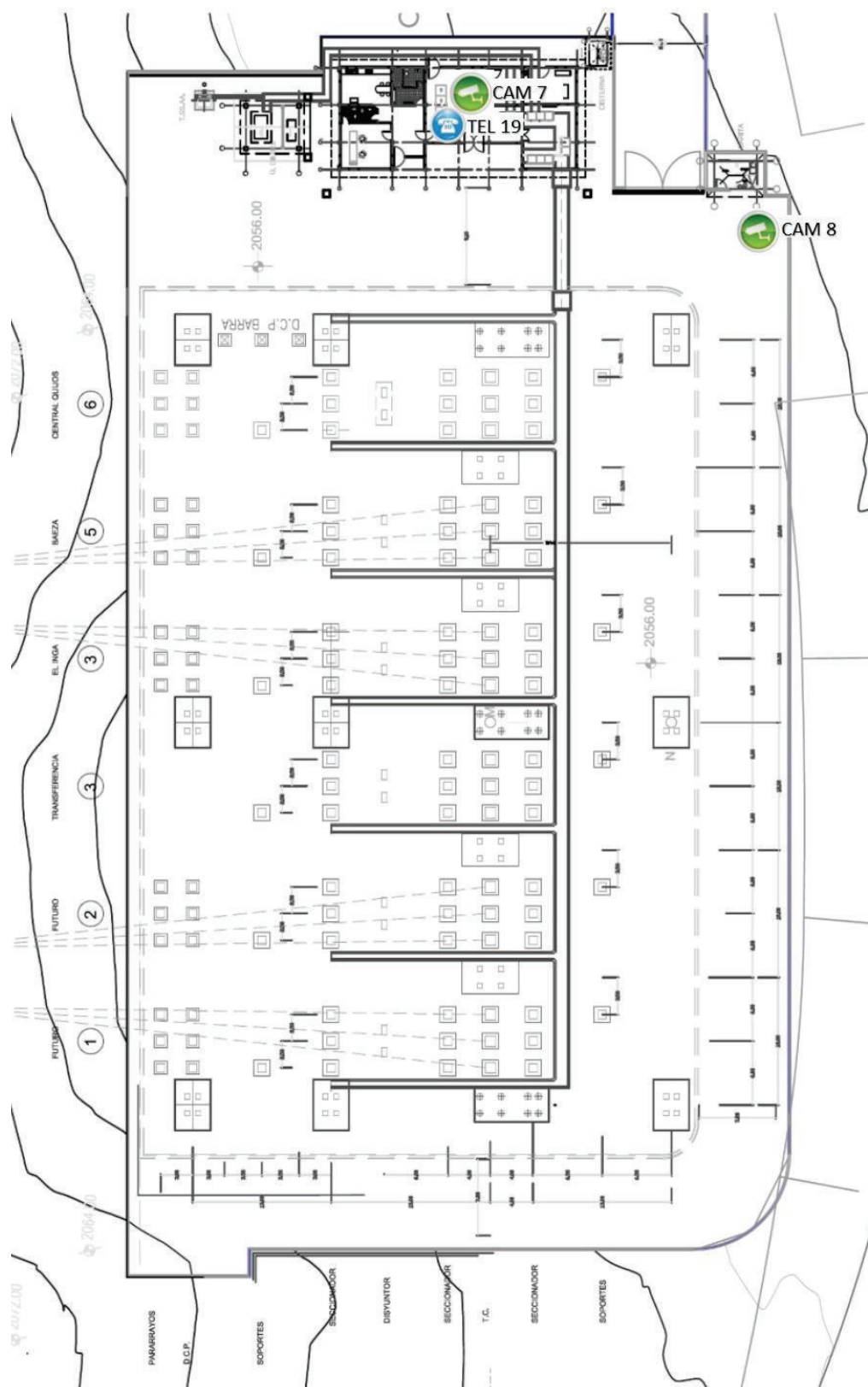
Casa de Máquinas, Piso Turbinas



Edificio Administrativo, Planta Baja



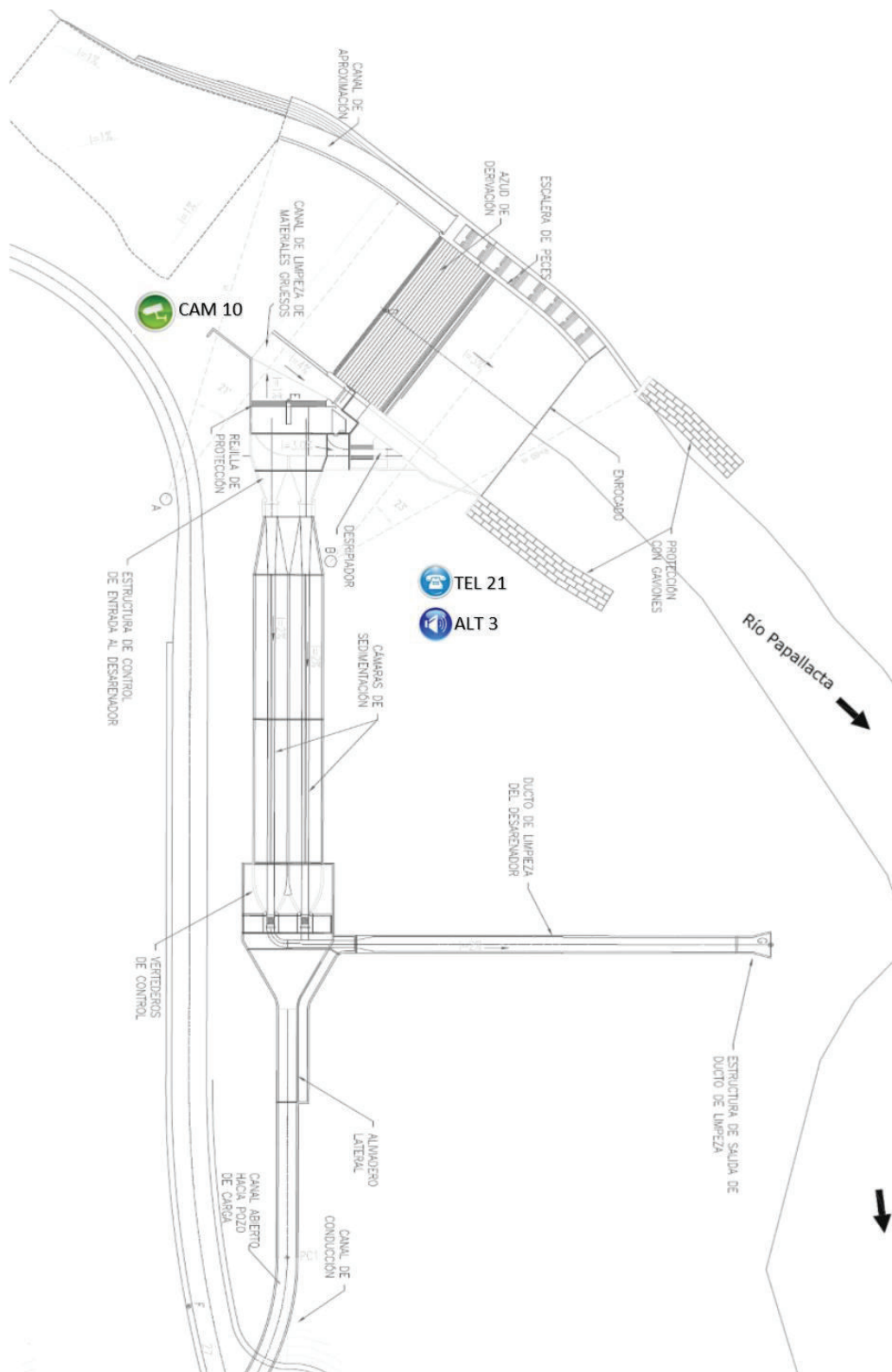
Edificio Administrativo, Planta Alta



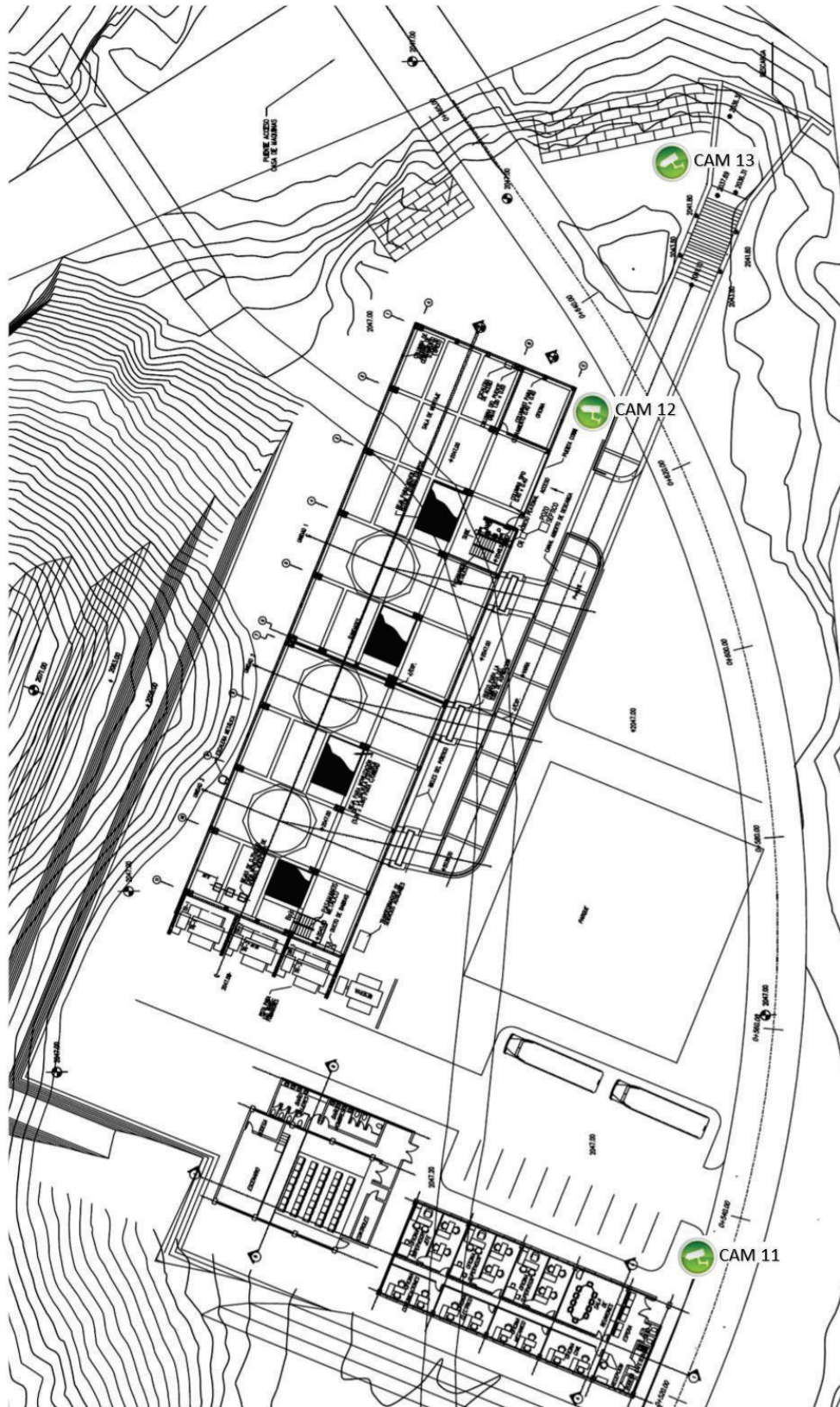
Subestación de Seccionamiento, Patio de Maniobras



Toma del Río Quijos



Toma del Río Papallacta



Central Quijos, Exterior Casa de Máquinas

ESTADÍSTICAS PARA TRÁFICO DE VOZ

Para el cálculo del tráfico de voz que se estimó se utilizó estadísticas de uso de la Central Manduriacu, tomando en cuenta un día laborable en condiciones normales. A continuación se muestra los datos obtenidos de la Central Manduriacu que se utilizaron en este trabajo.

HORA	DURACIÓN	EXT ORIGEN	DESTINO
7:21:06	0:00:16	805	969933293
7:23:04	0:01:12	805	991584849
7:52:25	0:00:06	802	635
7:57:43	0:01:03	806	967067889
7:59:39	0:02:58	650	802
8:03:11	0:00:10	602	621
7:58:03	0:05:19	704	3227274
8:03:54	0:00:04	814	711
8:06:11	0:00:02	802	635
8:06:38	0:00:00	635	802
8:06:43	0:00:28	802	603
8:07:48	0:00:10	805	980202088
8:06:43	0:02:47	802	603
8:09:35	0:01:45	814	711
8:21:03	0:01:02	802	980202088
8:25:45	0:00:06	804	640
8:29:57	0:00:11	806	967067889
8:30:13	0:00:07	608	802
8:30:54	0:01:27	608	800
8:40:18	0:01:29	801	651
8:41:58	0:01:02	651	801
8:51:44	0:00:45	800	233
8:56:37	0:00:56	650	800
8:42:17	0:15:57	806	609
9:00:36	0:00:39	612	639
8:58:52	0:02:31	601	700
9:01:07	0:00:04	801	980883750
9:01:51	0:00:07	804	995906737
9:02:11	0:00:25	802	630
9:05:57	0:00:05	802	615
9:06:57	0:00:04	802	615
9:07:31	0:00:38	802	616
9:07:59	0:00:05	804	992557387
9:10:40	0:01:19	802	616

9:16:48	0:01:00	630	802
9:18:54	0:00:40	800	650
9:25:15	0:00:00	802	*89*042986212#
9:25:16	0:00:00	802	*89*042986212#
9:25:17	0:00:00	802	*89*042986212#
9:25:24	0:00:00	802	42986212
9:25:50	0:02:49	802	42986212
9:30:24	0:00:15	630	802
9:32:12	0:00:04	608	800
9:30:42	0:02:07	650	802
9:32:42	0:00:19	800	982663560
9:34:34	0:01:20	600	800
9:37:39	0:00:32	608	800
9:43:50	0:00:02	609	800
9:46:50	0:00:18	802	42986212
9:47:10	0:00:00	650	802
9:47:26	0:00:04	600	806
9:47:49	0:00:23	600	804
9:50:05	0:00:05	800	983027868
9:50:18	0:00:05	800	983027868
9:49:43	0:01:50	802	42986212
9:51:33	0:01:58	815	3966100
9:58:35	0:00:00	815	2565466
9:58:52	0:01:21	815	3966100
10:00:27	0:00:57	815	3966100
10:08:58	0:00:28	800	994746939
10:10:46	0:01:10	800	640
10:11:11	0:00:54	806	939876586
10:12:23	0:00:00	806	980836872
10:11:33	0:01:09	804	969085474
10:12:20	0:00:01	615	802
10:13:05	0:00:19	806	980883726
10:19:46	0:00:00	800	640
10:19:46	0:00:55	800	640
10:34:52	0:00:06	800	642
10:35:01	0:00:00	640	800
10:36:51	0:01:13	814	990972689
10:37:06	0:03:07	600	800
10:42:25	0:00:06	800	641
10:43:17	0:00:08	800	641
10:43:57	0:00:00	800	641
10:43:57	0:01:06	800	641
10:48:44	0:00:00	804	640

10:49:08	0:00:05	800	959115168
10:48:44	0:00:20	804	640
10:49:59	0:00:00	800	959115168
10:50:12	0:00:05	800	959115168
10:50:33	0:01:14	800	979980655
10:54:03	0:00:17	615	813
10:52:31	0:02:16	806	609
10:56:52	0:00:49	814	990972689
10:59:19	0:00:29	801	615
11:00:37	0:00:48	615	801
11:03:43	0:00:05	23956280@10.208.26.20	815
11:25:32	0:00:05	800	984976636
11:27:08	0:00:04	608	802
11:27:56	0:00:00	608	800
11:28:04	0:00:00	608	802
11:29:15	0:00:04	800	608
11:29:41	0:00:00	608	800
11:30:07	0:00:00	608	802
11:30:30	0:00:00	608	800
11:32:16	0:00:03	800	994631262
11:32:49	0:00:04	800	984976636
11:30:56	0:02:11	802	608
11:33:06	0:00:04	800	992295425
11:33:18	0:00:02	800	992295425
11:33:37	0:01:01	800	994373531
11:34:53	0:00:33	800	994373531
11:36:42	0:00:00	806	650
11:24:45	0:12:45	804	640
11:37:21	0:00:33	806	600
11:40:27	0:00:00	800	994373531
11:45:40	0:05:11	600	800
11:51:34	0:01:45	600	800
12:02:41	0:00:00	958872438@10.208.26.20	816
12:03:09	0:00:30	814	990972689
12:02:54	0:00:37	958872438@10.208.26.20	813
12:08:27	0:00:00	814	42628523
12:09:05	0:01:24	958872438@10.208.26.20	813
12:12:24	0:00:06	800	642
12:14:04	0:00:47	958872438@10.208.26.20	813
12:14:52	0:02:06	804	640
12:20:00	0:00:06	800	641
12:20:35	0:00:03	650	800
12:21:13	0:00:00	650	800

12:21:03	0:00:27	802	608
12:21:27	0:02:30	650	802
12:20:36	0:05:16	800	640
12:26:34	0:00:00	805	600
12:27:04	0:00:36	800	640
12:29:34	0:00:06	805	608
12:30:22	0:00:00	805	618
12:31:23	0:00:00	800	600
12:36:24	0:01:41	804	995719229
12:39:45	0:01:26	804	992557387
12:43:20	0:00:41	800	641
12:46:48	0:04:40	650	800
12:55:30	0:00:35	804	969085474
12:58:37	0:00:06	813	32776188
13:02:23	0:00:00	600	800
13:02:59	0:01:22	600	805
13:12:27	0:00:38	813	988612434
13:22:48	0:00:00	605	802
13:44:20	0:00:11	615	813
13:44:41	0:00:06	615	800
13:58:39	0:00:00	621	800
13:59:12	0:00:04	621	801
14:04:02	0:00:44	609	800
14:08:05	0:00:08	802	635
14:08:27	0:00:42	600	800
14:12:26	0:00:24	804	997667083
14:13:39	0:00:16	804	983737487
14:10:58	0:03:51	802	634
14:14:25	0:00:22	600	800
14:14:28	0:00:29	804	983737487
14:14:21	0:01:22	801	609
14:19:21	0:00:42	804	969085474
14:21:52	0:00:00	806	983944192
14:22:11	0:00:00	806	983944192
14:20:13	0:04:12	802	615
14:24:35	0:00:04	615	813
14:25:09	0:00:00	802	2586126
14:25:26	0:00:00	802	2586126
14:24:55	0:02:11	806	999839783
14:25:39	0:01:44	802	2586126
14:25:03	0:04:44	615	814
14:30:29	0:01:56	615	814
14:15:00	0:18:38	600	813

14:38:58	0:01:35	814	615
14:45:48	0:00:03	602	800
14:46:06	0:00:27	800	994373531
14:46:03	0:00:13	602	800
14:43:03	0:03:46	814	615
14:49:54	0:00:00	635	800
14:51:12	0:00:37	806	640
14:54:07	0:00:00	802	642
14:54:07	0:00:25	802	642
14:48:44	0:08:21	600	804
14:57:32	0:01:02	806	994373531
15:00:19	0:00:04	600	806
15:00:44	0:00:00	600	805
15:01:08	0:00:48	600	804
14:49:43	0:12:12	602	800
15:06:50	0:00:22	800	994373531
15:12:16	0:00:23	600	800
15:12:48	0:00:48	600	804
15:13:33	0:00:00	802	642
15:14:59	0:00:49	600	804
15:29:26	0:01:31	600	804
15:34:21	0:00:04	23731700@10.208.26.20	815
15:34:20	0:01:27	813	630
15:36:20	0:01:50	800	650
15:39:19	0:00:04	600	803
15:39:19	0:00:08	23731700@10.208.26.20	803
15:40:13	0:00:00	600	813
15:40:13	0:00:19	23731700@10.208.26.20	813
15:39:06	0:01:46	806	992557387
15:41:19	0:00:05	615	814
15:46:57	0:01:20	640	800
15:46:46	0:01:43	814	602
15:46:46	0:01:39	814	602
15:52:54	0:00:00	635	802
15:54:19	0:00:29	635	813
15:54:55	0:01:00	635	800
15:56:27	0:00:06	801	642
15:59:02	0:00:52	630	813
16:00:07	0:00:00	630	802
16:04:42	0:02:40	802	630
16:19:48	0:00:00	635	802
16:20:09	0:01:22	635	802
16:22:54	0:00:28	801	642

16:23:34	0:00:00	801	620
16:23:34	0:00:34	801	620
16:24:54	0:01:43	801	700
16:37:24	0:00:27	806	999839783
16:38:42	0:01:26	806	610
16:40:42	0:00:03	635	800
16:40:01	0:01:22	800	994373531
16:43:51	0:00:02	635	800
16:41:20	0:03:52	804	43853391
16:44:31	0:01:19	700	801
16:49:05	0:01:08	801	994609298
16:50:47	0:00:23	635	800
16:50:34	0:01:08	801	700
16:58:18	0:00:00	806	969085474
16:58:50	0:00:07	804	969085474
16:57:27	0:02:15	813	2586126
17:02:05	0:00:03	615	802
16:59:41	0:03:24	23956280@10.208.26.20	813
17:09:19	0:00:36	806	986180174
17:25:30	0:04:01	630	802
17:34:36	0:00:59	711	802
18:20:53	0:02:37	800	2586086
18:38:46	0:01:07	814	998712930
19:03:24	0:01:22	814	998712930
19:19:04	0:12:47	814	998712930
20:16:20	0:00:47	814	998712930
21:52:11	0:03:09	814	998712930

ANEXO C

LISTA DE SEÑALES A ENVIARSE AL CENACE Y AL COT

El Centro Nacional de Control de Energía y el Centro de Operaciones de Transmisión requieren del envío de determinadas señales durante la operación de la Central para mantener un control sobre el Sistema Interconectado Nacional, en el caso del CENACE enfocado a la energía generada por las diferentes centrales y para el COT la transmisión de la energía eléctrica a través de las líneas de Transelectric. Las señales que se enviarían, de manera preliminar, se presentan a continuación:

- CENACE

	SEÑAL	TIPO
TRAFO	SE LC1 SECCIONADOR 89-151 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-151 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-153 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-153 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-155 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-155 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-157 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-157 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-159 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR 89-159 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-154 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-154 CERRADO	DIGITAL
	SE LC1 INTERRUPTOR 52-152 ABIERTO	DIGITAL
	SE LC1 INTERRUPTOR 52-152 CERRADO	DIGITAL
	SE INTERRUPTOR DEL DCP-252 ABIERTO	DIGITAL
	RPTS DIFEREN TRAFO 87T FASE A	DIGITAL
	RPTS DIFEREN TRAFO 87T FASE B	DIGITAL
	RPTS DIFEREN TRAFO 87T FASE C	DIGITAL
	RPTS SOBREC F TEMP BV TR 51TE	DIGITAL
	SE EA CORTA 1 TENSION AB	ANALOGICA
	SE EA CORTA 1 CORRIENTE A	ANALOGICA
	SE EA CORTA 1 POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
	SE EA CORTA 1 POT REACTIVA	ANALOGICA
	SE EA CORTA 1 POT APARENTE	ANALOGICA
	SE EA CORTA 1 FRECUENCIA	ANALOGICA
	SE LC1 ENERGIA ACTIVA RECIBIDA	ANALOGICA
	SE LC1 ENERGIA ACTIVA ENVIADA	ANALOGICA
	SE LC1 ENERGIA REAC+ RECIBIDA	ANALOGICA

	SE LC1 ENERGIA REAC+ ENVIADA	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 TENSION AB	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 CORRIENTE A	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 POT REACTIVA	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 POT APARENTE	ANALOGICA
	SE EA CORTA 2 FRECUENCIA	ANALOGICA
	SE LC2 ENERGIA ACTIVA RECIBIDA	ANALOGICA
	SE LC2 ENERGIA ACTIVA ENVIADA	ANALOGICA
	SE LC2 ENERGIA REAC+ RECIBIDA	ANALOGICA
	SE LC2 ENERGIA REAC+ ENVIADA	ANALOGICA
BARRAS	SE BAR SECCIONADOR 89-1φ1 ABIERTO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR 89-1φ1 CERRADO	DIGITAL
	SE BAR INTERRUPTOR 52-1φ2 ABIERTO	DIGITAL
	SE BAR INTERRUPTOR 52-1φ2 CERRADO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR 89-1φ3 ABIERTO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR 89-1φ3 CERRADO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-1φ6 ABIERTO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-1φ6 CERRADO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-1φ8 ABIERTO	DIGITAL
	SE BAR SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-1φ8 CERRADO	DIGITAL
	SE INTERRUPTOR DEL DCP-1φ4 ABIERTO	DIGITAL
	SE INTERRUPTOR DEL DCP-1φ5 CERRADO	DIGITAL
	SE BARRA I TENSION BN	ANALOGICA
	SE BARRA I FRECUENCIA	ANALOGICA
	SE BARRA II TENSION BN	ANALOGICA
	SE BARRA II FRECUENCIA	ANALOGICA
LÍNEAS	SE LT1 SECCIONADOR 89-111 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-111 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-113 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-113 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-115 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-115 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-117 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-117 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-119 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR 89-119 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-114 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-114 CERRADO	DIGITAL
	SE LT1 INTERRUPTOR 52-112 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT1 INTERRUPTOR 52-112 CERRADO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-121 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-121 CERRADO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-123 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-123 CERRADO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-125 ABIERTO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-125 CERRADO	DIGITAL
	SE LT2 SECCIONADOR 89-127 ABIERTO	DIGITAL

SE LT2 SECCIONADOR 89-127 CERRADO	DIGITAL
SE LT2 SECCIONADOR 89-129 ABIERTO	DIGITAL
SE LT2 SECCIONADOR 89-129 CERRADO	DIGITAL
SE LT2 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-124 ABIERTO	DIGITAL
SE LT2 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-124 CERRADO	DIGITAL
SE LT2 INTERRUPTOR 52-122 ABIERTO	DIGITAL
SE LT2 INTERRUPTOR 52-122 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-131 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-131 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-133 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-133 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-135 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-135 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-137 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-137 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-139 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR 89-139 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-134 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-134 CERRADO	DIGITAL
SE LT3 INTERRUPTOR 52-132 ABIERTO	DIGITAL
SE LT3 INTERRUPTOR 52-132 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-141 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-141 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-143 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-143 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-145 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-145 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-147 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-147 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-149 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR 89-149 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-144 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 SECCIONADOR PUESTA TIERRA 89-144 CERRADO	DIGITAL
SE LT4 INTERRUPTOR 52-142 ABIERTO	DIGITAL
SE LT4 INTERRUPTOR 52-142 CERRADO	DIGITAL
UNIDADES U1 RELE PARO EMERGENCIA 86E1	DIGITAL
U1 RELE PARO EMERGENCIA 86E2	DIGITAL
U1 RELE PARO EMERGENCIA 86M	DIGITAL
U1 RELE PARO EMERGENCIA 86PR	DIGITAL
U1 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U1 ABIERTO	DIGITAL
U1 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U1 CERRADO	DIGITAL
U1 INTERRUPTOR 52-U1 SELECTOR 43LR	DIGITAL
U1 GENERADOR TENSION FASE AB	ANALOGICA
U1 GENERADOR FRECUENCIA	ANALOGICA
U1 GENERADOR POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
U1 GENERADOR POTENCIA REACTIVA	ANALOGICA
U1 GENERADOR ENERGIA ACTIVA	ANALOGICA
U1 GENERADOR ENERGIA REACTIVA	ANALOGICA

U2 RELE PARO EMERGENCIA 86E1	DIGITAL
U2 RELE PARO EMERGENCIA 86E2	DIGITAL
U2 RELE PARO EMERGENCIA 86M	DIGITAL
U2 RELE PARO EMERGENCIA 86PR	DIGITAL
U2 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U2 ABIERTO	DIGITAL
U2 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U2 CERRADO	DIGITAL
U2 INTERRUPTOR 52-U2 SELECTOR 43LR	DIGITAL
U2 GENERADOR TENSION FASE AB	ANALOGICA
U2 GENERADOR FRECUENCIA	ANALOGICA
U2 GENERADOR POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
U2 GENERADOR POTENCIA REACTIVA	ANALOGICA
U2 GENERADOR ENERGIA ACTIVA	ANALOGICA
U2 GENERADOR ENERGIA REACTIVA	ANALOGICA
U3 RELE PARO EMERGENCIA 86E1	DIGITAL
U3 RELE PARO EMERGENCIA 86E2	DIGITAL
U3 RELE PARO EMERGENCIA 86M	DIGITAL
U3 RELE PARO EMERGENCIA 86PR	DIGITAL
U3 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U3 ABIERTO	DIGITAL
U3 INTERRUPTOR UNIDAD 52-U3 CERRADO	DIGITAL
U3 INTERRUPTOR 52-U3 SELECTOR 43LR	DIGITAL
U3 GENERADOR TENSION FASE AB	ANALOGICA
U3 GENERADOR FRECUENCIA	ANALOGICA
U3 GENERADOR POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
U3 GENERADOR POTENCIA REACTIVA	ANALOGICA
U3 GENERADOR ENERGIA ACTIVA	ANALOGICA
U3 GENERADOR ENERGIA REACTIVA	ANALOGICA

- COT

	SEÑAL	TIPO
LÍNEA X4	SELECTOR BAY MODULE 43/LR LOCAL	DIGITAL
	INTERRUPTOR - BAJA PRESIÓN SF6	DIGITAL
	INTERRUPTOR - RESORTE DESCARGADO	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA ALIMENT DC	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 1	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 2	DIGITAL
	FALLA COMUNICACIÓN EQUIPOS BAHÍA	DIGITAL
	50 BF - INTERRUPTOR INDISPONIBLE BLOQUEO POR SF6	DIGITAL
	FALLA INTERRUPTOR	DIGITAL
	ENVÍO PTT	DIGITAL
	RECIBO DTT	DIGITAL
	RECIBO PTT	DIGITAL
	FALLA EQUIPO TELEPROTECCIÓN	DIGITAL
	DISPARO SOFT	DIGITAL
	21P - ARRANQUE 67N	DIGITAL
	21P - ARRANQUE FASE A	DIGITAL
	21P - ARRANQUE FASE B	DIGITAL
	21P - ARRANQUE FASE C	DIGITAL
	21P - ARRANQUE TIERRA	DIGITAL

	21P - DISPARO 67N	DIGITAL
	21P - DISPARO DISTANCIA	DIGITAL
	21P - DISPARO Z1 FALLA MONOFASICA/POLIFASICA	DIGITAL
	21P - DISPARO Z1 ACELERADO	DIGITAL
	21P - DISPARO Z2	DIGITAL
	21P - DISPARO Z3	DIGITAL
	21P - OSCILACIÓN DE POTENCIA	DIGITAL
	21P - PT EA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN EA	DIGITAL
	21P - PT BARRA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN BARRA	DIGITAL
	21P - PT EA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN EA (>10 SEG)	DIGITAL
	21S - ARRANQUE 67N	DIGITAL
	21S - ARRANQUE FASE A	DIGITAL
	21S - ARRANQUE FASE B	DIGITAL
	21S - ARRANQUE FASE C	DIGITAL
	21S - ARRANQUE TIERRA	DIGITAL
	21S - DISPARO 67N	DIGITAL
	21S - DISPARO DISTANCIA	DIGITAL
	21S - DISPARO Z1 FALLA MONOFASICA/POLIFASICA	DIGITAL
	21S - DISPARO Z1B ACELERADO	DIGITAL
	21S - DISPARO Z2	DIGITAL
	21S - DISPARO Z3	DIGITAL
	21S - OSCILACIÓN DE POTENCIA	DIGITAL
	21S - PT EA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN EA	DIGITAL
	21S - PT BARRA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN BARRA	DIGITAL
	21S - PT EA - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN EA(>10 SEG)	DIGITAL
	CONDICIONES DE SINCRONISMO	DIGITAL
	RECIERRE EXITOSO	DIGITAL
	RECIERRE HABILITADO	DIGITAL
	86 BX OPERADO	DIGITAL
	INTERRUPTOR 52-112 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-111 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-113 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-114 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-115 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-117 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-119 ABIERTO	DIGITAL
	FRECUENCIA DE LÍNA ANALOGICA	ANALOGICA
	POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
	POTENCIA REACTIVA	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE A - B	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE B - C	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE C - A	ANALOGICA
	DISTANCIA A LA FALLA PROTECCIÓN PRIMARIA	ANALOGICA
	DISTANCIA A LA FALLA PROTECCIÓN SECUNDARIA	ANALOGICA
BARRAS	SELECTOR BAY MODULE 43/LR LOCAL	DIGITAL
	INTERRUPTOR - BAJO SF6 PRIMER ESCALÓN	DIGITAL
	INTERRUPTOR - RESORTE DESCARGADO	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA ALIMENT DC	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 1	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 2	DIGITAL
	FALLA COMUNICACIÓN EQUIPOS BAHÍA	DIGITAL

	50 BF - INTERRUPTOR INDISPONIBLE BLOQUEO POR SF6	DIGITAL
	FALLA INTERRUPTOR	DIGITAL
	PT BARRA1 - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN	DIGITAL
	PT BARRA2 - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN	DIGITAL
	25 FALLA FUSIBLE (>10 SEG)	DIGITAL
	86B1 OPERADO	DIGITAL
	86B2 OPERADO	DIGITAL
	ALARMA PROTECCION BARRA PRINCIPAL	DIGITAL
	ALARMA PROTECCION BARRA TRANSFERENCIA	DIGITAL
	25/50BF - CONDICIONES DE SINCRONISMO	DIGITAL
	RAP - EQUIPO INDISPONIBLE	DIGITAL
	RAP - FALLA ALIMENTACION DC	DIGITAL
	RAP - FALLA GENERAL	DIGITAL
	INTERRUPTOR 52-1φ2 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-1φ1 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-1φ3 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-1φ6 ABIERTO	DIGITAL
	SECCIONADOR 89-1φ8 ABIERTO	DIGITAL
	FRECUENCIA BARRA P	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE A - B BARRA PRINCIPAL	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE B - C BARRA PRINCIPAL	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE C - A BARRA PRINCIPAL	ANALOGICA
	FRECUENCIA BARRA T	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE A - B BARRA TRANSFERENCIA	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE B - C BARRA TRANSFERENCIA	ANALOGICA
	VOLTAJE DE FASE C - A BARRA TRANSFERENCIA	ANALOGICA
TRAFO	LOCAL REMOTO LTC	DIGITAL
	SELECTOR BAY MODULE 43/LR LOCAL	DIGITAL
	INTERRUPTOR - BAJA PRESIÓN SF6	DIGITAL
	INTERRUPTOR - RESORTE DESCARGADO	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA ALIMENT DC	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 1	DIGITAL
	INTERRUPTOR - FALLA CIRCUITO DISPARO 2	DIGITAL
	FALLA COMUNICACIÓN EQUIPOS BAHÍA	DIGITAL
	50 BF - INTERRUPTOR INDISPONIBLE BLOQUEO POR SF6	DIGITAL
	25 50BF - FALLA INTERRUPTOR	DIGITAL
	25 50BF PT BARRA LV - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN	DIGITAL
	25 50BF PT BARRA HV - FALLA FUSIBLE PROTECCIÓN	DIGITAL
	25 - PT BARRA HV - FALLA FUSIBLE (>10 SEG)	DIGITAL
	25 50BF - CONDICIONES DE SINCRONISMO	DIGITAL
	86 OPERADO	DIGITAL
	86 BX OPERADO	DIGITAL
	87T - ALARMA BUCHOOLZ ACTIVA	DIGITAL
	DISPARO 87T (ALARMA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR ACTIVA)	DIGITAL
	DISPARO SOBRETENPERATURA	DIGITAL
	DISPARO SOBREPRESIÓN	DIGITAL
	ALARMA TEMP. ACEITE	DIGITAL
	ALARMA SOBRETENPERATURA DEVANADOS	DIGITAL
	FALLA VENTILADORES	DIGITAL
	87T - DISPARO 51G	DIGITAL

DISPARO 51 (ALARMA PROTECCIÓN DE RESPALDO)	DIGITAL
51(N) - DISPARO 51N	DIGITAL
REGULADOR TENSION M-A	DIGITAL
FALLA LTC	DIGITAL
INTERRUPTOR 52-152 ABIERTO	DIGITAL
SECCIONADOR 89-151 ABIERTO	DIGITAL
SECCIONADOR 89-153 ABIERTO	DIGITAL
SECCIONADOR 89-155 ABIERTO	DIGITAL
SECCIONADOR 89-157 ABIERTO	DIGITAL
SECCIONADOR 89-159 ABIERTO	DIGITAL
CORRIENTE FASE A	ANALOGICA
CORRIENTE FASE B	ANALOGICA
CORRIENTE FASE C	ANALOGICA
POTENCIA ACTIVA	ANALOGICA
POTENCIA REACTIVA	ANALOGICA
VOLTAJE DE FASE A - B	ANALOGICA
VOLTAJE DE FASE B - C	ANALOGICA
VOLTAJE DE FASE C - A	ANALOGICA
TEMP. ACEITE	ANALOGICA
TEMP. A.T	ANALOGICA
TEMP. M.T	ANALOGICA
TEMP. B.T.	ANALOGICA
POSICIÓN TAP	ANALOGICA

ANEXO D

COTIZACIONES



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 07/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
	Dell Precision T1700 Mini Tower Workstation Procesador Intel® Xeon® Processor E3-1241 v3 (Quad Core HT 3.50GHz, 3.9Ghz Turbo, 8MB)			
1	Memoria 8GB (2x4GB) 1600MHz DDR3 Non-ECC	4	\$ 1,905.70	\$ 7,622.80
	Disco 1TB 3.5inch Serial ATA (7200 Rpm)			
	Teclado (QWERTY) Dell KB212-B QuietKey USB			
	Mouse Dell Optico (No inalámbrico), Scroll USB			
2	Monitor Dell E2414Hr 24 pulgadas LED-Lit	7	\$ 238.00	\$ 1,666.00
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 9,288.80

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 9,288.80
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 1,114.66
TOTAL:	\$ 10,403.46

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 07/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Estación de trabajo HP Z230 Small Form Factor Procesador Intel® Core™ i7-4790 con Intel HD Graphics 4600 (3.6 GHz, 8 MB cache, 4 cores) Memoria 8 GB 1600 MHz DDR3 non-ECC Unbuffered RAM (2 x 4 GB) Disco 1 TB 7200 rpm SATA	4	\$ 2,011.10	\$ 8,044.40
2	Monitor HP Pavilion 27xi 27 pulgadas LED-lit	7	\$ 442.00	\$ 3,094.00
3	Teclado HP K1500	4	\$ 17.00	\$ 68.00
4	Mouse HP USB 3 Button Optical	4	\$ 19.04	\$ 76.16

PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO \$ **11,282.56**

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -

PRECIO TOTAL SERVICIOS \$ -

SUBTOTAL	\$	11,282.56
DESC (0%)	\$	-
IVA (12%)	\$	1,353.91
TOTAL:	\$	12,636.47

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 07/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Grandsteam UCM6510 IP PBX	1	\$ 2,962.06	\$ 2,962.06
2	Grandstream GXP2160 Teléfono IP Enterprice	1	\$ 186.98	\$ 186.98
3	Grandstream GXP1620 Teléfono IP	20	\$ 83.30	\$ 1,666.00
4	CyberData SIP-enabled Parlante IP Version 2	3	\$ 718.03	\$ 2,154.09
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 6,969.13

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 6,969.13
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 836.30
TOTAL:	\$ 7,805.43

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Avaya IPO 500 Control Unit	1	\$ 1,868.30	\$ 1,868.30
2	Teléfono de escritorio Avaya e129	20	\$ 118.24	\$ 2,364.80
3	Teléfono de escritorio Avaya 1416	1	\$ 190.40	\$ 190.40
4	Valcom VIP-120 8 Inch Altoparlante	3	\$ 506.94	\$ 1,520.82
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 5,944.32

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 5,944.32
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 713.32
TOTAL:	\$ 6,657.64

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	AXIS Camera Station S9001 Desktop Terminal	1	\$ 4,796.53	\$ 4,796.53
2	AXIS Camera Station S1032 Recorder	1	\$ 17,837.74	\$ 17,837.74
3	Pantalla Acer R240HY bidx 23.8 pulg IPS HDMI DVI VGA (1920	1	\$ 221.00	\$ 221.00
4	Cámara de red AXIS P1354	6	\$ 1,038.58	\$ 6,231.49
5	Cámara de red para exteriores AXIS P1354-E	4	1571.344	\$ 6,285.38
6	Cámara de red tipo domo AXIS P5532-E	6	\$ 3,564.44	\$ 21,386.65
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 56,758.78

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 56,758.78
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 6,811.05
TOTAL:	\$ 63,569.84

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Grabadora de discos de red de 32 canales con decodificador de vídeo incorporado Panasonic WJ-NV300	1	\$ 4,236.59	\$ 4,236.59
2	Grabadora de cámaras de red con software de visualización BB-HNP17	1	\$ 549.73	\$ 549.73
3	Monitor ASUS VS248H-P 24" Full HD 1920x1080 2ms HDMI DVI-D VGA Back-lit LED	1	\$ 272.00	\$ 272.00
4	Cámara de red HD Panasonic WV-SP306	6	\$ 458.92	\$ 2,753.49
5	Cámara de red Panasonic WV-SW316L	4	2604.485	\$ 10,417.94
6	Cámara de red domo Panasonic WV-SFV310	6	\$ 1,626.90	\$ 9,761.40
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 27,991.15

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 27,991.15
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 3,358.94
TOTAL:	\$ 31,350.08

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	MOTOTRBO Rep. Digital IP modelo DGR6175 VHF 25-45w	2	\$ 2,875.00	\$ 5,750.00
2	Antena de Dipolo VHF Syscom 136-174 MHz, 100 W, 1 dBd.	2	\$ 58.00	\$ 116.00
3	Sistema de Respaldo de energía Batería Samlex 12/15A y Batería 12V/100Ah libre mantenimiento.	2	\$ 803.25	\$ 1,606.50
4	Radio Portátil MOTOTRBO modelo DGP8050 VHF, 5W	20	801	\$ 16,020.00
5	Mano de Obra tendido de cable, instalación de equipos, configuración y puesta en operación del Sistema	1	\$ 550.00	\$ 550.00
6	Mantenimiento preventivo y correctivo de al menos 2 visitas	1	\$ 1,350.00	\$ 1,350.00
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 25,392.50

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 25,392.50
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 3,047.10
TOTAL:	\$ 28,439.60

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Repetidora de VHF Nexedge NXR-710K modulación analógica y/o digital, 25-50w	2	\$ 1,342.00	#¡REF!
2	Antena para la banda de VHF, 6 dB omnidireccional; incluye 40 metros de cable coaxial Belden 9913 RG8 50 Ohmios marca Amphenol	2	\$ 500.00	#¡REF!
3	Baterías selladas de GEL, libre de mantenimiento de 12 voltios, 90 amperios hora	4	\$ 500.00	#¡REF!
4	Fuente de poder (VI= 105-125 VAC, V0=13.8 VDC). 16 A continuos. Con circuito para cambio automático a batería.	2	\$ 300.00	#¡REF!
5	Radio portátil NX5200 pantalla a color, in-built gps	20	\$ 1,200.00	\$ 24,000.00
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				#¡REF!

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1	Instalación del sistema de comunicaciones	1	\$ 2,250.00	\$ 2,250.00
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ 2,250.00

SUBTOTAL	#¡REF!
DESC (0%)	#¡REF!
IVA (12%)	#¡REF!
TOTAL:	#¡REF!

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
 Empresa:
 PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
 Fecha: 02/12/2015
 Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Conmutador HP 1910-16G (JE005A), 16 puertos RJ-45 10/100/1000	1	\$ 574.07	\$ 574.07
2	Conmutador administrados L2 HP 2530-24-G-PoE+ (J9773A), 24 Pue	2	\$ 1,224.00	\$ 2,448.00
3	Conmutador administrados L2 HP 2530-8-G-PoE+, 8 Puertos RJ-45 P	3	\$ 535.43	\$ 1,606.30
4	HP X121 1G SFP LC SX Transceiver (J4858C)	2	\$ 186.08	\$ 372.16
5	HP X121 1G SFP LC LX Transceiver (J4859C)	4	540.77	\$ 2,163.08
6	HP X121 1G SFP LC LH Transceiver (J4860C)	1	\$ 4,614.51	\$ 4,614.51
7	Engenius ECB600 Access Point / Client Bridge Inalámbrico N60	4	\$ 210.78	\$ 843.13
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 12,621.26

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 12,621.26
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 1,514.55
TOTAL:	\$ 14,135.81

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Cisco Catalyst WS-C3750G-24TS-S1U Switch	1	\$ 3,611.48	\$ 3,611.48
2	Cisco Catalyst WS-C2960X-24PSQ-L Switch	2	\$ 2,125.00	\$ 4,250.00
3	Cisco Catalyst WS-C2960CX-8PC-L Switch	3	\$ 1,079.60	\$ 3,238.81
4	Cisco Aironet AIR-CAP1702I- x-K9 Access Point	4	\$ 628.92	\$ 2,515.66
5	Cisco 1000BASE-SX SFP	2	101.915	\$ 203.83
6	Cisco 1000BASE-LX/LH SFP	4	\$ 135.98	\$ 543.93
7	Cisco 1000BASE-ZX SFP	1	\$ 560.98	\$ 560.98
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 14,924.69

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 14,924.69
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 1,790.96
TOTAL:	\$ 16,715.65

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Siemens 6GK5212-2BC00-2AA3 switch adm IE	2	\$ 8,423.50	\$ 16,847.00
2	Siemens 6GK5208-0BA10-2AA3 switch adm IE	6	\$ 1,753.13	\$ 10,518.78
3	Siemens 6GK5206-1BC10-2AA3 switch adm IE	4	\$ 3,315.00	\$ 13,260.00
4	Siemens 6GK5204-2BC10-2AA3 switch adm IE	4	\$ 5,135.41	\$ 20,541.64

PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO \$ **61,167.42**

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -

PRECIO TOTAL SERVICIOS \$ -

SUBTOTAL	\$ 61,167.42
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 7,340.09
TOTAL:	\$ 68,507.51

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Hirschmann RS20-1600S2S2SDAU Rail Switch	2	\$ 2,635.00	\$ 5,270.00
2	Hirschmann RS2-TX Rail Switch	6	\$ 833.00	\$ 4,998.00
3	Hirschmann RS2-4TX/1FX-SM EEC Rail Switch	4	\$ 2,329.00	\$ 9,316.00
4	Hirschmann RS2-3TX/2FX-SM EEC Rail Switch	4	\$ 3,485.00	\$ 13,940.00

PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO \$ **33,524.00**

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -

PRECIO TOTAL SERVICIOS \$ -

SUBTOTAL	\$ 33,524.00
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 4,022.88
TOTAL:	\$ 37,546.88

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Cisco TelePresence MX200 G2 System, incluye: Codec, display, cámara, micrófono, parlantes Micrófono de mesa 20 Interfaz Touch 10 Cable DVI-to-VGA Cable 3.5mm Cable LAN Cable de poder	1	\$ 20,399.98	\$ 20,399.98
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 20,399.98

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 20,399.98
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 2,448.00
TOTAL:	\$ 22,847.98

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER



ECUAVALVER
ventas@ecuavalver.com

RUC: 1714264932001
DIR: Obispo Diaz de la Madrid
1516 y Juan Acevedo
Quito - Ecuador
Telf: 02 235-1536

Nombre: SANTIAGO NUÑEZ
Empresa:
PROFOR: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

Ciudad: Quito
Fecha: 02/12/2015
Teléfono:

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
EQUIPAMIENTO				
1	Polycom HDX 7000 1080p Video Conferencing System: Polycom HDX 7000 1080p codec Cámara EagleEye HD Arreglo de micrófonos HDX Polycom People+Content Polycom People+Content IP Cables Control remoto	1	\$ 16,557.98	\$ 16,557.98
PRECIO TOTAL EQUIPAMIENTO				\$ 16,557.98

ITEM	DETALLE	CANT	VALOR UNT	VALOR TOTAL
SERVICIOS				
1		0	\$ -	\$ -
PRECIO TOTAL SERVICIOS				\$ -

SUBTOTAL	\$ 16,557.98
DESC (0%)	\$ -
IVA (12%)	\$ 1,986.96
TOTAL:	\$ 18,544.94

Implem: Entre 30 y 45 dias

Pago: 40% al concretar la compra, el 60% restante a la entrega de equipos

Garantía: De fábrica

Responsable:

Jose Luis Bastidas G.
ECUAVALVER

ANEXO E

DATASHEETS

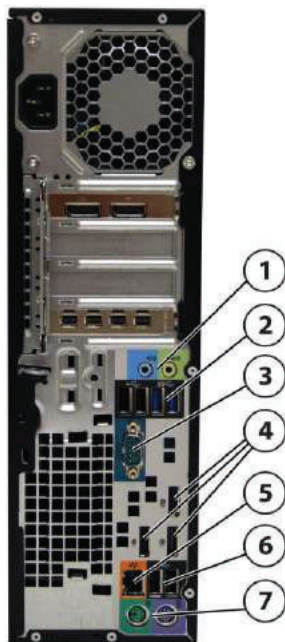
Overview

HP Z230 SFF Workstation



1. External 5.25" bay
2. External/internal shared 3.5" bay
3. Power button
4. Front I/O (top to bottom order): 2 USB 2.0 ports, 2 USB 3.0 ports, Microphone/Headphone, Headphone
5. Optional SFF tower stand

Overview



1. 1 Audio Line In, 1 Audio Line Out
2. 2 USB 3.0, 2 USB 2.0
3. 1 serial port
4. 3 DisplayPort (DP 1.2) outputs from Intel HD graphics (available on specific processors only)
5. RJ-45 to integrated GBE
6. 2 USB 2.0
7. PS/2 ports (keyboard, mouse)

Form Factor	Small Form Factor
Operating Systems	<p>Preinstalled:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Windows 7 Professional 32/64 • Windows 8.1 Pro 64-bit • Windows 8.1 Pro 64 Downgrade to Windows 7 Professional 32/64 • Windows 8.1 64-bit • Windows 8.1 Single Language (EM) • Windows 8.1 Chinese Language Edition • Windows 10 Pro 64-bit • Windows 10 Pro 64 Downgrade to Windows 7 Professional 64 • Windows 10 Home 64-bit • Ubuntu 14.04 • HP Installer Kit for Linux (includes drivers for 64-bit OS versions of RHEL 6.6, RHEL 7, SUSE Linux Enterprise Desktop 11, Ubuntu 14.04) • SUSE Linux Enterprise Desktop 11 64-bit (90 day license)

Overview

- Red Hat Enterprise Linux Workstation (1 year paper license available; Preinstall not available)

Supported:

- Windows 10 Enterprise 64-bit
- Windows 8/8.1 Enterprise 64-bit
- Windows 7 Enterprise 32/64
- Red Hat Enterprise Linux Desktop 6, 7

NOTES: For detailed OS/hardware support information for Linux, see:

http://www.hp.com/support/linux_hardware_matrix

Name	Cores	Clock Speed (GHz)	Intel® Turbo Boost Technology ¹	Cache (MB)	Memory Speed (MT/s)	Hyper-Threading	Integrated Graphics	Featuring Intel® vPro™ Technology	TDP (W)
Intel® Xeon® processor E3-1281v3	4	3.7	4.1	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1280v3	4	3.6	4.0	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1271v3	4	3.6	4.0	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1246v3	4	3.5	3.9	8	1600	Y	Intel HD Graphics P4600	Y	84W
Intel® Xeon® processor E3-1245v3	4	3.4	3.8	8	1600	Y	Intel HD Graphics P4600	Y	84W
Intel® Xeon® processor E3-1241v3	4	3.5	3.9	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1240v3	4	3.4	3.8	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1231v3	4	3.4	3.8	8	1600	Y	N/A	Y	80W
Intel® Xeon® processor E3-1226v3	4	3.3	3.7	8	1600	N	Intel HD Graphics P4600	Y	84W
Intel® Xeon® processor E3-1225v3	4	3.2	3.6	8	1600	N	Intel HD Graphics P4600	Y	84W
Intel® Core™ i7-4790 processor	4	3.6	4.0	8	1600	Y	Intel HD Graphics 4600	Y	84W
Intel® Core™ i5-4690 processor	4	3.5	3.9	6	1600	N	Intel HD Graphics 4600	Y	84W
Intel® Core™ i5-4590 processor	4	3.3	3.7	6	1600	N	Intel HD Graphics 4600	Y	84W
Intel® Core™ i3-4350 processor	2	3.6	NA	4	1600	Y	Intel HD Graphics 4600	N	54W
Intel® Core™ i3-4170 processor	2	3.7	NA	3	1600	Y	Intel HD Graphics 4400	N	54W
Intel® Core™ i3-4160 processor	2	3.6	NA	3	1600	Y	Intel HD Graphics 4400	N	54W
Intel® Core™ i3-4150 processor	2	3.5	NA	3	1600	Y	Intel HD Graphics 4400	N	54W

Overview

Intel® Pentium® G3240 processor	2	3.1	NA	3	1333	N	Intel HD Graphics	N	54W
<p>¹The specifications shown in this column represent the maximum turbo frequency with one core active. Turbo boost stepping occurs in 100MHz increments. Processors that do not have turbo functionality are denoted as N/A.</p>									
Available Processor Disclaimers	<p>Integrated Intel® HD graphics is not supported on the Intel® Xeon Processor E3-1230v3, E3-1240v3, E3-1270v3 or E3-1280v3.</p> <p>Intel® Xeon E3, Intel Core i3 and Intel Pentium processors can support either ECC or non-ECC memory; Intel® Core i5/i7 processors only support non-ECC memory.</p> <p>Intel's numbering is not a measurement of higher performance. Processor numbers differentiate features within each processor family, not across different processor families. See: http://www.intel.com/products/processor_number/ for details.</p> <p>64-bit computing on Intel® 64 architecture requires a computer system with a processor, chipset, BIOS, operating system, device drivers and applications enabled for Intel 64 architecture. Processor will not operate (including 32-bit operation) without an Intel 64 architecture-enabled BIOS. Performance will vary depending on your hardware and software configurations. See: http://www.intel.com/info/em64t for more information.</p> <p>Dual-Core and Quad-Core technologies are designed to improve performance of multithreaded software products and hardware-aware multitasking operating systems and may require appropriate operating system software for full benefits; check with software provider to determine suitability; Not all customers or software applications will necessarily benefit from use of these technologies.</p>								
Color	Jack Black								
Convertibility	The Z230 SFF can either be placed flat on the desktop or made to stand on the desk with the optional tower stand.								
Expansion Slots (see system board section for more details)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PCIe Gen3 x16 slot • 1 PCIe Gen2 x4 slot /x16 connector • 1 PCIe Gen2 x1 slot/x4 connector • 1 PCIe Gen2 x1 slot <p>(all slots are Low Profile)</p> <p>Note: In the PCIe Gen3 x16 slot, if it is not being used for a graphics card, only cards certified as After Market Options for this platform are supported.</p>								
Expansion Bays (see storage section for more details)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 external Half Height 5.25" bay • 1 shared internal/external 3.5" bay • 1 internal 3.5" bay • 1 internal 2.5" bay (for SSD only) 								
Front I/O	2 USB 3.0, 2 USB 2.0, 1 Headphone, and 1 Microphone								
Internal I/O	1 USB 3.0 and 3 USB 2.0 ports available as 2 separate 2x10(3.0 x1, 2.0 x1) and 2x5(2.0 x2) header: supports one HP Internal USB 2.0 Port Kit and one USB 3.0 Media Card Reader.								
Rear I/O	3 DisplayPort (DP 1.2) outputs from Intel HD graphics (available on specific processors only); 2 USB 3.0 ports, 4 USB 2.0 ports, 2 serial ports (1 standard, 1 optional), 1 parallel port (optional), 2 PS/2, RJ-45 (LoM), 1 Audio Line-in, and 1 Audio Line-out; 2 IEEE 1394b ports (optional).								
Interfaces Supported	14-in-1 Media Card Reader (optional)								
Chassis Dimensions (H x W x D)	Standard desktop orientation: 100 x 337 x 384 mm (3.95 x 13.3 x 15.1 in); Optional SFF Tower orientation (excluding stand dimension): 337 x 100 x 384 mm (13.3 x 3.95 x 15.1 in)								

Overview

Weight	<p>Exact weights depend upon configuration; Typical Weight* 7.2 kg (15.87 lbs) Shipping Weight* 9.8 kg (21.6 lbs) Max Supported Weight (desktop orientation) 35 kg (77 lb)</p> <p>Note*: Configured with 2 3.5" hard drives, 1 optical drive, 2 DIMMs and 1 NVIDIA Quadro K600 graphics card</p>
Temperature	<p>Operating: 5° to 35°C (40° to 95°F) Non-operating: -40° to 60°C (-40° to 140°F)</p> <p>Notes: Derate the maximum operating temperature by one degree C (1.8 degrees F) for every 305m (1,000 ft) altitude over 1,524m (5,000 ft).</p>
Humidity	<p>Operating: 8% to 85% Non-operating: 8% to 90%</p>
Maximum Altitude (non-pressurized)	<p>Operating: 3,000 m; 10,000 ft Non-operating: 9,100 m; 30,000 ft</p>
Power Supply	<p>240W 92% Efficiency wide-ranging, active Power Factor Correction (PFC)</p> <p>240W Standard Efficiency wide-ranging, active PFC Power Supply option available in some countries. The Power Supply Efficiency Report for the 240W, 92% efficiency power supply may be found at these links:</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD%20COMPANY_PS-4241-1HA_240W_ECOS%203449_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD_D12-240P2A_240W_ECOS%203384_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/Hewlett-Packard%20Company_DPS-240AB-3%20A_240W_ECOS%203416_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD%20COMPANY_PCC002-020H2_240W_ECOS%203440_Report.pdf</p>
Backup Devices	<p>For a complete listing of compatible DAT tape drives, LTO tape drives and RDX Removable Disk Backup System offerings, please visit http://www.hp.com/go/connect</p>
Chipset	Intel® C226 chipset
Memory	4 DIMM slots, supporting up to 32GB ECC/non-ECC, DDR3 1600 MT/s
Memory disclaimers	<p>The CPUs determine the speed at which the memory is clocked. If a 1333 1600 MT/s capable CPU is used in the system, the maximum speed the memory will run at is 1333 1600 MT/s regardless of the specified speed of the memory.</p> <p>NOTE: transfer rates up to 1600 MT/s</p>
Workstation ISV Certifications	<p>See the latest list of certifications at http://www.hp.com/united-states/campaigns/workstations/partnerships.html</p>

Supported Components

Processors

	Factory Configured	Option Kit	Support Notes
Intel® Xeon® processor E3-1200 v3 family (Z230)			
Intel® Xeon® processor E3-1281v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.7 GHz, up to 4.1 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1280v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1271v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1246v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1245v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1241v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1240v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1231v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1226v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.3 GHz, up to 3.7 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
Intel® Xeon® processor E3-1225v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.2 GHz, up to 3.6 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 2
4th generation Intel® Core™ processor family			
Intel® Core™ i7-4790 processor, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 3
Intel® Core™ i5-4690 processor, Quad-Core, 6 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 3
Intel® Core™ i5-4590 processor, Quad-Core, 6 MB cache, 3.3 GHz, up to 3.7 GHz with Intel Turbo Boost Technology	Y	N	See Note 3
Intel® Core™ i3-4350 processor, Dual-Core, 4 MB cache, 3.6 GHz	Y	N	See Note 2
Intel® Core™ i3-4170 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.7 GHz			
Intel® Core™ i3-4160 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.6 GHz	Y	Y	
Intel® Core™ i3-4150 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.5 GHz	Y	N	See Note 2
Intel® Core™ i3-4130 processor, Dual-Core, 4 MB cache,	Y	N	See Note 2

Supported Components

3.4 GHz

Dual Core Intel® Pentium® Processors (Z230)

Intel® Pentium® G3240 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.1 GHz	Y	N	See Note 2
--	---	---	------------

NOTE 1: Intel HD Graphics P4600 supports workstation-specific graphics drivers for improved compatibility and performance on select professional applications, compared to Intel HD Graphics 4600.

NOTE 2: These processors support either ECC or non-ECC memory

NOTE 3: These processors support only non-ECC memory

Monitors / Displays

HP DreamColor LP2480zx Professional Display
 HP Z Display Z30i 30-inch IPS LED Backlit Monitor
 HP Z Display Z27i 27-inch IPS LED Backlit Monitor
 HP Z Display Z24i 24-inch IPS LED Backlit Monitor
 HP Z Display Z23i 23-inch IPS LED Backlit Monitor
 HP Z Display Z22i 21.5-inch IPS LED Backlit Monitor
 HP ZR2740w 27-inch LED Backlit IPS Monitor
 HP ZR2440w 24-inch LED Backlit IPS Monitor
 HP ZR2330w 23-inch IPS LED Backlit Monitor

Supported by all Operating Systems available from HP

Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
-----------------------	---------------	------------------------------	------------------

Screen Size Diagonally Measured

Hard Drives

SATA Hard Drives

SATA (Serial ATA) Hard Drives for HP Workstations

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
500GB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Y	Y	LQ036AA	
1TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Y	Y	LQ037AA	
2.0TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Y	Y	QB576AA	
3.0TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Y	Y	QF298AA	
500GB SATA 7.2K SED SFF HDD	Y	N	(not available today as After Market Option)	
1TB SATA 7200 rpm 8GB 3.5" SSHD (hybrid)	Y	Y	M7S54AA	

Sub-Section Description/Notes

NOTE: The 2.5" internal drive bay on the Z230 SFF only supports a Solid State Drive, and not a 10K rpm HDD.

SATA Solid State Drives HP Solid State Drives (SSDs) for Workstations

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP 128GB SATA 6Gb/s SSD	Y	Y	A3D25AA	
HP 256GB SATA 6Gb/s SSD	Y	Y	A3D26AA	

Supported Components

HP 256GB SATA 6Gb/s SED SSD	Y	Y	(not available as After Market Option)
HP 512GB SATA 6Gb/s SSD	Y	Y	D8F30AA
HP 1TB SATA 6Gb/s SSD	Y	Y	F3C96AA
Intel Pro 1500 180GB SATA SSD	Y	Y	F5Z70AA
Samsung Enterprise 240GB SATA SSD	Y	Y	F0W94AA
Samsung Enterprise 480GB SATA SSD	Y	Y	TBD

Intelligent Disk Caching	Intelligent Disk Caching	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
	64GB SSD Disk Cache Module	Y	N	(not available today as After Market Option)	

PCIe SSDs	PCIe SSDs for HP Workstations	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number
	HP Z Turbo Drive 512GB SSD*	Y	Y	G3G89AA
	HP Z Turbo Drive 256GB SSD*	Y	Y	G3G88AA

* Each drive requires a PCIe x4 (minimum) slot to be available. Full performance is obtained only when using PCIe slots connected to the CPU. Non-CPU PCIe slots may see a decrease of up to 10%. Please see slot configuration recommendations at www.hp.com/go/zturbo. Note that graphics cards, Thunderbolt™, and other devices will require PCIe slots.

Hard Drive Controllers	Factory Configured	Option Kit	Support Notes
Integrated SATA Controller (Z230)			
Integrated SATA Controller, RAID 0,1 supported: 5x 6 Gb/s ports	Y	N	
Factory integrated RAID on motherboard for SATA drives			
RAID 0 Configuration – Striped Array	Y	N	
RAID 1 Configuration – Mirrored Array	Y	N	
NOTE 1: Windows OS only; Supported only with two drives of identical type and capacity.			

SATA hardware RAID is not supported on Linux systems. The Linux kernel, with built-in software RAID, provides excellent functionality and performance. It is a good alternative to hardware-based RAID. Please visit <http://h20000.www2.hp.com/bc/docs/support/SupportManual/c00060684/c00060684.pdf> for RAID capabilities with Linux.

Graphics	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes	Supported # of cards	Mixed
Integrated Intel HD Graphics Media Accelerators (Z230)						
Intel HD Graphics P4600	Y	N		Available on Intel® Xeon® E3-12x5 v3	1	NO

Supported Components

Intel HD Graphics 4600	Y	N		processors only. See Note 1.	1	NO
				Available on Intel Core™ i7-4xxx/ Core i5-4xxx/ Core i3-4330 processors. See Note 1.		
				Available on Intel Core™ i7-4xxx/ Core i5-4xxx/ Core i3-4330 processors. See Note 1.		
Intel HD Graphics 4400	Y	N		Available on Intel Core i3-4130 processor. See Note 1.	1	NO
Intel HD Graphics	Y	N		Available on Intel Pentium® 3220 processor. See Note 1	1	NO

Professional 2D

NVIDIA NVS 315 1GB Graphics	Y	Y	E1U66AA		2	NO
NVIDIA NVS 510 2GB Graphics	Y	Y	C2J98AA	Can be mixed with one NVS 310	1	YES

Graphics Cable Adapters

HP DisplayPort To DVI-D Adapter	Y	Y	FH973AA		1	
HP DisplayPort To DVI-D Adapter (2-Pack)	Y	N			1	
HP DisplayPort To DVI-D Adapter (4-Pack)	Y	N			1	
HP DisplayPort To VGA Adapter	Y	Y	AS615AA		1	
HP DisplayPort to Dual Link DVI Adapter	Y	Y	NR078AA		1	

Supported Components

Entry 3D

AMD FirePro V3900 1GB Graphics	Y	Y	A6R69AA	1	NO
AMD FirePro W2100 2GB Graphics	Y	Y	J3G91AA	2	
NVIDIA Quadro K420 1GB Graphics	Y	Y	J3G86AA	1	NO
NVIDIA Quadro K600 1GB Graphics	Y	Y	C2J92AA	1	NO
NVIDIA Quadro K620 2GB Graphics	Y	Y	J3G87AA	1	

Mid-range 3D

NVIDIA Quadro K1200 4GB Graphics	Y	Y	L4D16AA	1	
----------------------------------	---	---	---------	---	--

Note 1: Intermixing integrated Intel HD graphics and discrete graphics cards in order to drive more than three displays can be enabled using the Computer (F10) Setup Utility. However, HP recommends using only discrete graphics cards when four or more displays are required to be supported.

Memory

Sub-Section Description/Notes

Intel® Xeon E3, Intel Core i3 and Intel Pentium processors can support either ECC or non-ECC memory; Intel® Core i5/i7 processors only support non-ECC memory.

CTO

Support Notes

DDR3-1600 nECC Unbuffered DIMMs CTO

HP 32GB (4x8GB) DDR3-1600 nECC RAM
 HP 16GB (2x8GB) DDR3-1600 nECC RAM
 HP 16GB (4x4GB) DDR3-1600 nECC RAM
 HP 8GB (2x4GB) DDR3-1600 nECC RAM
 HP 4GB (1x4GB) DDR3-1600 nECC RAM

DDR3-1600 ECC Unbuffered DIMMs - CTO

HP 32GB (4x8GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 16GB (2x8GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 16GB (4x4GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 8GB (2x4GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 8GB (1x8GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 4GB (2x2GB) DDR3-1600 ECC RAM
 HP 4GB (1x4GB) DDR3-1600 ECC RAM

Sub-Section Description/Notes

Two channels of DDR3 memory are supported. To realize full performance at least one DIMM must be inserted into each channel.

The CPUs determine the speed at which the memory is clocked. If a 1333 MT/s capable CPU is used in the system, the maximum speed the memory will run at is 1333 MT/s regardless of the specified speed of the memory.

NOTE: Transfer rates up to 1600 MT/s

AMO

Option Kit Part Number

Support Notes

DDR3-1600 nECC Unbuffered DIMMs AMO

HP 8GB (1x8GB) DDR3-1600 non-ECC RAM
 HP 4GB (1x4GB) DDR3-1600 nECC RAM

B1S54AA

B1S53AA

DDR3-1600 ECC Unbuffered DIMMs - AMO

HP 8GB (1x8GB) DDR3-1600 ECC RAM

A2Z50AA

Supported Components

HP 4GB (1x4GB) DDR3-1600 ECC RAM A2Z48AA

NOTE: Only unbuffered DDR3 DIMMs are supported.

Multimedia and Audio Devices

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP Thin USB Powered Speakers, Low Halogen	Y	Y	KK912AA	
Integrated Realtek HD ALC221 Audio	Y	N		

Optical and Removable Storage

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP 16X DVD-ROM SATA Drive (non Lightscribe)	Y	Y	AR629AA	
HP 16X DVD+/-RW SuperMulti SATA Drive	Y	Y	QS208AA	
HP Blu-ray Writer	Y	Y	AR482AA	
HP 15-in-1 Media Card Reader	Y	Y	F4N90AA	

Actual speeds may vary. Does not permit copying of commercially available DVD movies or other copyright protected materials. Intended for creation and storage of your original material and other lawful uses. Double Layer discs can store more data than single layer discs. However, double-layer discs burned with this drive may not be compatible with many existing single-layer DVD drives and players.

As Blu-ray is a new format containing new technologies, certain disc, digital connection, compatibility and/or performance issues may arise, and do not constitute defects in the product. Flawless playback on all systems is not guaranteed. In order for some Blu-ray titles to play, they may require a DVI or HDMI digital connection and your display may require HDCP support. HD-DVD movies cannot be played on this workstation.

Controller Cards

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP IEEE 1394b FireWire PCIe Card	Y	Y	NK653AA	See Note 1
HP Thunderbolt-2 PCIe 1-port I/O Card	Y	Y	F3F43AA	See Note 2

NOTE 1: Four USB 3.0 ports are available integrated on the motherboard (2 front, 2 rear). Integrated USB 3.0 ports are supported under Microsoft Windows 7 or Microsoft Windows 8 operating systems only.

NOTE 2: Thunderbolt™ 2 is available via an optional add-in card. Thunderbolt is new technology. Thunderbolt cable and Thunderbolt device (sold separately) must be compatible with Windows. To determine whether your device is Thunderbolt Certified for Windows, see <https://thunderbolttechnology.net/products>

Networking and Communications

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
Integrated Intel I217LM PCIe GbE Controller	Y	N	N	See Notes 1, 2, 3
Intel Ethernet I210-T1 PCIe NIC	Y	Y	E0X95AA	See Notes 3, 4
Intel 7260 802.11 a/b/g/n PCIe WLAN NIC	N	Y		

Supported Components

NOTE 1: The integrated network connection is required to support Intel vPro Technology.

NOTE 2: If AMT is enabled network teaming with the integrated LAN port is not possible.

NOTE 3: "Gigabit" Ethernet indicates compliance with IEEE standard 802.3ab for Gigabit Ethernet, and does not connote actual operating speed of 1 Gb/sec. For high speed transmission, connection to a Gigabit Ethernet server and network infrastructure is required.

NOTE 4: The Intel Ethernet I210-T1 PCIe NIC is supported on the following operating systems:

- Microsoft Windows 7 and Windows 8 32-bit and 64-bit versions
- Red Hat Enterprise Linux(RHEL)
- SLED 11.

Racking and Physical Security

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP Solenoid Lock and Hood (SFF) Sensor	Y	Y	E0X97AA	
HP Business PC Security Lock Kit	N	Y	PV606AA	The HP Business PC Security Lock Kit does not work with the Integrated Work Center stand.
HP UltraSlim Cable Lock Kit	N	Y	H4D73AA	

Input Devices

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP SpacePilot Pro 3D USB Intelligent Controller	N	Y	WH343AA	
HP SpaceMouse Pro USB 3D Input Device	N	Y	B4A20AA	
HP USB 1000dpi Laser Mouse	Y	Y	QY778AA	
HP USB Optical 3-Button Mouse	Y	Y	DY651A	
HP USB Optical Mouse	Y	Y	QY777AA	
HP PS/2 Mouse	Y	Y	QY775AA	
HP 2.4GHz Wireless Keyboard & Mouse	N	Y	NB896AA	
HP USB CCID SmartCard Keyboard	Y	Y	BV813AA	
HP USB Keyboard	Y	Y	QY776AA	
HP PS/2 Keyboard	Y	Y	QY774AA	
3Dconnexion CADMouse	Y	Y	M5C35AA	

Other Hardware

	Factory Configured	Option Kit	Option Kit Part Number	Support Notes
HP Power Cord Kit	N	Y	DM293A	
HP Workstation Mouse Pad	Y	N		Japan

Supported Components

				only
HP Serial Port Adapter	Y	Y	PA716A	
HP ENERGY STAR Qualified Configuration	Y	N		
HP Parallel Port Adapter Kit	N	Y	KD061AA	
HP Internal USB Port Kit	N	Y	EM165AA	
HP eSATA PCI Cable Kit	Y	Y	FH966AA	
HP (SFF) Tower Stand	Y	Y	VN569AA	

Software

	Factory Configured	Option Kit	Support Notes
HP Performance Advisor	Y	N	See Note 1
HP Remote Graphics Software (RGS) 6.0	Y	N	See Note 2
PDF Complete - Corporate Edition	Y	N	
MS Office Home & Business 2013	Y	N	
Cyberlink PowerDVD and Power2Go	Y	N	
HP PC Hardware Diagnostics UEFI	Y	N	Windows OS only
HP Client Security Software	Y	Y	

NOTE 1: Supports, and preinstalled with, Windows 7 and Windows 8 only. Also available as a free download from <http://www.hp.com/go/performanceadvisor>

NOTE 2: Supported Operating Systems:

- Windows 7 Professional
- Windows 8 Pro
- RHEL v5.2 - v6.3
- SLED 11 SP2

Operating Systems

	Support Notes
Genuine Windows® 7 Professional 32-bit	See http://www.microsoft.com/windows/windows-7/ for support details.
Genuine Windows® 7 Professional 64-bit	See http://www.microsoft.com/windows/windows-7/ for support details.
Windows 8.1 Pro 64-bit	
Windows 8.1 Simplified Chinese Edition 64-bit	
Windows 8.1 Pro Downgrade to Windows 7 Professional 32-bit	
Windows 8.1 Pro Downgrade to Windows 7 Professional 64-bit	
Windows 8.1 Pro Downgrade to Windows 7 Professional 32-bit (National Academic)	
Windows 8.1 Pro Downgrade to Windows 7 Professional 64-bit (National Academic)	
HP Linux Installer Kit	See http://h20331.www2.hp.com/hpsub/cache/537200-0-0-225-121.html
SUSE Linux Enterprise Desktop 11	See http://www.suse.com/products/desktop/
Red Hat Enterprise Linux (RHEL) Workstation - Paper License (1yr)	See http://www.redhat.com/rhel/desktop/

Supported Components

Ubuntu Linux 14.04

Windows 8.1 Standard 64-bit

System Technical Specifications

System Board													
System Board Form Factor	ATX 24.38 x 24.38 mm (9.6 x 9.6 inches)												
Processor Socket	Single LGA 1150												
CPU Bus Speed	DMI												
Chipset	Intel® PCH C226												
Memory Expansion Slots	4 DDR3 memory slots												
Memory Type Supported	DDR3, UDIMM (Unbuffered), ECC& non-ECC												
Memory Modes	Non-Interleaved for single channel. Interleaved when both channels are populated.												
Memory Speed Supported	1600MT/s DDR3												
Memory Protection	ECC available on data												
Maximum Memory	32GB												
Memory Configuration (Supported)	4GB and 8GB non-ECC/ 2GB, 4GB and 8GB ECC unbuffered DIMMs are supported. ECC and non-ECC memory DIMMs cannot be mixed on the same system. NOTE: * Maximum memory capacities assume 64-bit operating systems, such as Genuine Windows® 7 Professional 64-Bit or Red Hat Linux 64-bit. 32-bit Windows Operating Systems support up to 4 GB.												
PCI Express Connectors	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PCI Express Gen3 x16 LP slot (x16 electrical/x16 mechanical) • 1 PCI Express Gen2 x16 LP slot (x4 electrical/x16 mechanical) • 1 PCI Express Gen2 x1 LP slot (x1 electrical/x4 mechanical) • 1 PCI Express Gen2 x1 LP slots (x1 electrical/x1 mechanical) <p>NOTE: LP = Low Profile</p> <p>NOTE: In the PCIe Gen3 slot (x16 electrical/x16 mechanical) slot, if it is not being used for a graphics card, only cards certified as After Market Options for this platform are supported.</p>												
Supported Drive Interfaces	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>SATA</td> <td>Integrated (5) Serial ATA interfaces (6Gb/s SATA). One port can optionally be used for eSATA. RAID 0 and 1 supported. Factory integrated RAID is Microsoft Windows only.</td> </tr> <tr> <td>Serial Attached SCSI</td> <td>None</td> </tr> <tr> <td>Integrated RAID</td> <td>NOTE: Requires identical hard drives (speeds, capacity, interface)</td> </tr> <tr> <td>Integrated Graphics</td> <td>Integrated Intel HD Graphics 4600 (on Core i5/i7-4xxx processors); Integrated Intel HD Graphics P4600 (on Intel Xeon E3-12x5v3 processors). Based on Unified Memory Architecture (UMA)- A region of system memory is reserved and dedicated to the graphics display. Support for Microsoft DirectX 11, OpenGL 4.0 and OpenCL 1.2 on Intel HD Graphics P4600; 3 DP 1.2 graphics ports integrated in motherboard; Supports up to three simultaneous displays across DP outputs. Max. resolution supported: 3840x2160 @60Hz</td> </tr> <tr> <td>Network Controller</td> <td>Integrated Ethernet PHY Connection I217LM. Management capabilities: WOL, PXE 2.1 and AMT 9.0</td> </tr> <tr> <td>External SATA (eSATA)</td> <td>1 port eSATA capable with optional eSATA After-Market</td> </tr> </tbody> </table>	SATA	Integrated (5) Serial ATA interfaces (6Gb/s SATA). One port can optionally be used for eSATA. RAID 0 and 1 supported. Factory integrated RAID is Microsoft Windows only.	Serial Attached SCSI	None	Integrated RAID	NOTE: Requires identical hard drives (speeds, capacity, interface)	Integrated Graphics	Integrated Intel HD Graphics 4600 (on Core i5/i7-4xxx processors); Integrated Intel HD Graphics P4600 (on Intel Xeon E3-12x5v3 processors). Based on Unified Memory Architecture (UMA)- A region of system memory is reserved and dedicated to the graphics display. Support for Microsoft DirectX 11, OpenGL 4.0 and OpenCL 1.2 on Intel HD Graphics P4600; 3 DP 1.2 graphics ports integrated in motherboard; Supports up to three simultaneous displays across DP outputs. Max. resolution supported: 3840x2160 @60Hz	Network Controller	Integrated Ethernet PHY Connection I217LM. Management capabilities: WOL, PXE 2.1 and AMT 9.0	External SATA (eSATA)	1 port eSATA capable with optional eSATA After-Market
SATA	Integrated (5) Serial ATA interfaces (6Gb/s SATA). One port can optionally be used for eSATA. RAID 0 and 1 supported. Factory integrated RAID is Microsoft Windows only.												
Serial Attached SCSI	None												
Integrated RAID	NOTE: Requires identical hard drives (speeds, capacity, interface)												
Integrated Graphics	Integrated Intel HD Graphics 4600 (on Core i5/i7-4xxx processors); Integrated Intel HD Graphics P4600 (on Intel Xeon E3-12x5v3 processors). Based on Unified Memory Architecture (UMA)- A region of system memory is reserved and dedicated to the graphics display. Support for Microsoft DirectX 11, OpenGL 4.0 and OpenCL 1.2 on Intel HD Graphics P4600; 3 DP 1.2 graphics ports integrated in motherboard; Supports up to three simultaneous displays across DP outputs. Max. resolution supported: 3840x2160 @60Hz												
Network Controller	Integrated Ethernet PHY Connection I217LM. Management capabilities: WOL, PXE 2.1 and AMT 9.0												
External SATA (eSATA)	1 port eSATA capable with optional eSATA After-Market												

System Technical Specifications

		Option cable kit.
	IDE connector	No
	Floppy connector	No
	Serial	1 rear port
	2nd Serial	Yes- requires optional Serial Port Adapter Kit
	Parallel	1 internal header (optional Parallel Port Adapter required)
	CD-ROM input (Audio)	No
	AUX input (Audio)	No
IEEE 1394 Connector(s)	Rear	2 IEEE 1394b (requires optional PCIe 1394b card)
	Internal	No
USB Connector(s)	Front	2 USB 3.0, 2 USB 2.0
	Rear	2 USB 3.0, 4 USB 2.0
	Internal	1 USB 3.0, 2 USB 2.0
HD Integrated Audio	Yes	
Flash ROM	Yes, 16MB	
Chassis Fan Header	Not applicable	
Front Control Panel/Speaker Header	Yes	
CMOS Battery Holder - Lithium	Yes	
Integrated Trusted Platform Module	Integrated TPM 1.2.	
Power Supply Headers	Yes	
Power Switch, Power LED & Hard Drive LED Header	Yes	
Clear Password Jumper	Yes	
Keyboard/Mouse	USB or PS/2	
	<p>240W, 92% efficiency, wide-ranging, active PFC Power Supply;</p> <p>(Note: 240W Standard Efficiency wide-ranging, active PFC Power Supply option available in some countries).</p> <p>The Z230 SFF 92% PSU Efficiency Report can be found at these links:</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD%20COMPANY_PS-4241-1HA_240W_ECOS%203449_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD_D12-240P2A_240W_ECOS%203384_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/Hewlett-Packard%20Company_DPS-240AB-3%20A_240W_ECOS%203416_Report.pdf</p> <p>http://www.plugloadsolutions.com/psu_reports/HEWLETT-PACKARD%20COMPANY_PCC002-020H2_240W_ECOS%203440_Report.pdf</p>	
Operating Voltage Range	90-269 VAC	
Rated Voltage Range	100-240 VAC	
Rated Line Frequency	50-60 Hz	

System Technical Specifications

Operating Line Frequency Range	47-63 Hz
Rated Input Current	4A @ 100-240V
Heat Dissipation	Typical: 444 btu/hr (112 kcal/hr) Maximum: 890 btu/hr (224 kcal/hr)
Power Supply Fan	70x25 mm variable speed
ENERGY STAR® qualified (Config Dependent)	Yes
FEMP Standby Power Compliant	Yes, with Wake-on-LAN disabled: <2W in S5- Power Off
Built-in Self Test (BIST) LED	No
Surge Tolerant Full Ranging Power Supply (withstands power surges up to 2000V)	Yes
Hood Lock Header	Yes
ErP Lot 6- Tier 1 Compliance @ 230V (<1W in S5- Power Off)	Yes
ErP Lot 6- Tier 2 Compliance @ 230V (<0.5W in S5- Power Off)	Yes

System Configurations

Z230 SFF Configuration #1	Processor Info	1x Intel Core i3-4xxx 3.x xMB 2C HT xxW GT1 CPU
	Memory Info	4GB (1x 4GB) 1600 MT/s DDR3 non-ECC
	Graphics Info	Intel Integrated Graphics
	Disks/Optical/Floppy	1x SATA 500 GB 7.2k rpm/ 1x DVD-RW
	PSU	240W 92%
	OS /BIOS	--

Energy Consumption (Watts)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)						
	Windows Busy Typ (S0)						
	Windows Busy Max (S0)						
	Sleep (S3)						
	Off (S5)						
	Zero Power Mode (EuP)						
Heat Dissipation (Btu/hr)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)						
	Windows Busy Typ (S0)						
	Windows Busy Max (S0)						
	Sleep (S3)						

System Technical Specifications

	Off (S5)					
	Zero Power Mode (EuP)					

Z230 SFF Configuration #2	Processor Info	1x Intel Xeon E3-1280v3 3.6 8MB 4C HT 84W GTO CPU
	Memory Info	8GB (2x 4GB) 1600 MT/s DDR3 ECC
	Graphics Info	1x NVIDIA Quadro K600 1GB Graphics
	Disks/Optical/Floppy	1x SATA 2 TB 7.2k rpm/ 1xDVD-RW
	PSU	240W 92%
	OS /BIOS	--

Energy Consumption (Watts)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)	32.7 W		32.7 W		32.6 W	
	Windows Busy Typ (S0)	131 W		130 W		130 W	
	Windows Busy Max (S0)	154 W		151 W		155 W	
	Sleep (S3)	2.05 W	1.95 W	2.18 W	2.08 W	2.03 W	1.93 W
	Off (S5)	0.83 W	0.76 W	0.95 W	0.88 W	0.82 W	0.75 W
	Zero Power Mode (EuP)	0.23 W		0.34 W		0.22 W	

Heat Dissipation (Btu/hr)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)	112 btu/hr		112 btu/hr		111 btu/hr	
	Windows Busy Typ (S0)	447 btu/hr		444 btu/hr		444 btu/hr	
	Windows Busy Max (S0)	525 btu/hr		515 btu/hr		529 btu/hr	
	Sleep (S3)	6.99 btu/hr	6.65 btu/hr	7.44 btu/hr	7.10 btu/hr	6.93 btu/hr	6.95 btu/hr
	Off (S5)	2.83 btu/hr	2.59 btu/hr	3.24 btu/hr	3.00 btu/hr	2.80 btu/hr	2.56 btu/hr
	Zero Power Mode (EuP)	0.78 btu/hr		1.16 btu/hr		0.75 btu/hr	

Z230 SFF Configuration #3	Processor Info	1x Intel Xeon E3-1280v3 3.6 8MB 4C HT 84W GTO CPU
	Memory Info	32GB (4x 8GB) 1600 MT/s DDR3 ECC
	Graphics Info	1x NVIDIA Quadro K600 1GB Graphics
	Disks/Optical/Floppy	2x SATA 2 TB 7.2k rpm/ 1xDVD-RW
	PSU	240W 92%
	OS /BIOS	--

Energy Consumption (Watts)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)	38.8 W		38.7 W		38.9 W	
	Windows Busy Typ (S0)	142 W		140 W		141 W	
	Windows Busy Max (S0)	164 W		161 W		165 W	
	Sleep (S3)	2.87 W	2.75 W	3.01 W	2.90 W	2.86 W	2.75 W
	Off (S5)	0.83 W	0.76 W	0.95 W	0.88 W	0.82 W	0.75 W
	Zero Power Mode (EuP)	0.23 W		0.34 W		0.22 W	

Heat Dissipation (Btu/hr)		115 VAC		230 VAC		100 VAC	
		LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled	LAN Enabled	LAN Disabled
	Windows Idle (S0)	132 btu/hr		132 btu/hr		133 btu/hr	

System Technical Specifications

Windows Busy Typ (S0)	485 btu/hr		478 btu/hr		481 btu/hr	
Windows Busy Max (S0)	560 btu/hr		549 btu/hr		563 btu/hr	
Sleep (S3)	9.79 btu/hr	9.38 btu/hr	10.3 btu/hr	9.90 btu/hr	9.76 btu/hr	9.38 btu/hr
Off (S5)	2.83 btu/hr	2.59 btu/hr	3.24 btu/hr	3.00 btu/hr	2.80 btu/hr	2.56 btu/hr
Zero Power Mode (EuP)	0.78 btu/hr		1.16 btu/hr		0.75 btu/hr	

Declared Noise Emissions (Entry-level and High-end configurations)

System Configuration (Entry level)	Processor Info	Intel Core i3-4130
	Memory Info	4GB (2x2GB) 1600 MT/s
	Graphics Info	Integrated Intel HD Graphics 4400
	Disks/Optical	1x 500 GB 7200 RPM SATA HDD; DVD-RW SuperMulti ODD

Declared Noise Emissions (in accordance with ISO 7779 and ISO 9296)	Sound Power (LWAd, bels)	Deskside Sound Pressure (LpAm, decibels)
Idle	3.3	
Hard drive Operating (random reads)	3.3	
DVD-ROM Operating (sequential reads)		

System Configuration (High-end)	Processor Info	Intel Xeon E3-1280v3 3.6 GHz
	Memory Info	4 x 4GB DDR3 1600 MT/s
	Graphics Info	NVIDIA Quadro K600 graphics
	Disks/Optical	2x 500GB 10K rpm SATA HDDs; SATA Blu-ray ODD

Declared Noise Emissions (in accordance with ISO 7779 and ISO 9296)	Sound Power (LWAd, bels)	Deskside Sound Pressure (LpAm, decibels)
Idle	3.4	
Hard drive Operating (random reads)	3.5	
DVD-ROM Operating (sequential reads)		

Environmental Requirements	Temperature	Operating: 40° to 95° F (5° to 35° C) Non-operating: -40° to 140° F (-40° to 60° C)
	Humidity	Operating: 8% to 85% RH, non-condensing Non-operating: 8% to 90% RH, non-condensing
	Maximum Altitude	Operating: 10,000 feet (3,000 m) Non-operating: 30,000 feet (9,100 m)
	Dynamic (new)	Shock Operating: ½-sine: 40g, 2-3ms Non-operating: ½-sine: 160 cm/s, 2-3ms (~100g)

System Technical Specifications

	square: 422 cm/s, 20g Vibration Operating random: 0.5g (rms), 5-300 Hz Non-operating random: 2.0g (rms), 10-500 Hz NOTES: Values represent individual shock events and do not indicate repetitive shock events. Values do not indicate continuous vibration.
Cooling	Above 5,000 ft (1524 m) altitude, maximum operating temperature is de-rated by 1.8° F (1° C) per 1,000 ft (305 m) elevation increase

Physical Security and Serviceability

Access Panel	Tool-less Includes system board and memory information
Hard Drives	Tool-less (Internal bays)
Expansion Cards	Tool-less
Processor Socket	Tool-less, except for the processor heatsink.
Green User Touch Points	Yes, on tool-free internal chassis mechanisms
Color-coordinated Cables and Connectors	Yes
Memory	Tool-less
System Board	Screw-In
Dual Color Power and HD LED on Front of Computer	Yes
Configuration Record SW	Yes
Over-Temp Warning on Screen	Yes
Restore CD/DVD Set	Consists of an operating system DVD (OSDVD) and a driver DVD (DRDVD). OSDVD restores the original operating system. DRDVD will provide all drivers for the system. The DRDVD may also contain applications that originally shipped with the system for optional installation. Applications can also be obtained from HP.com. OSDVD and DRDVD are orderable with the system and available from HP Support.
Dual Function Front Power Switch	Yes, causes a fail-safe power off when held for 4 seconds
Padlock Support	Yes (optional): Locks side cover and secures chassis from theft 0.22-in diameter padlock loop at rear of system
Cable Lock Support	Yes, Kensington Cable Lock (optional): Locks side cover and secures chassis from theft 3 mm x 7 mm slot at rear of system
Universal Chassis Clamp Lock Support	Yes (optional): Locks side cover and locks cables to chassis. Secures chassis from theft and allows multiple units to be chained together when used with optional cable Threaded feature at rear of system
Solenoid Lock and Hood Sensor	Yes (optional) The Solenoid Hood Lock eliminates the need for a physical key by making the chassis lockable through software and a password. You can also lock and unlock the chassis remotely over the network. The Sensor Kit detects when the access panel has been removed.
Rear Port Control Cover	Yes, locks rear IO cables to prevent cable theft
Serial, Parallel, USB, Audio, Network, Enable/Disable Port	Yes, enables or disables serial, USB, audio, and network ports

System Technical Specifications

Control	
Removable Media Write/Boot Control	Yes, prevents ability to boot from removable media on supported devices (and can disable writes to media)
Power-On Password	Yes, prevents an unauthorized person from booting up the workstation
Setup Password	Yes, prevents an unauthorized person from changing the workstation configuration
3.3V Aux Power LED on System PCA	Yes
NIC LEDs (integrated) (Green & Amber)	Yes
CPUs and Heatsinks	A T-15 Torx or flat blade screwdriver is needed to remove the CPU heatsink before the CPU can be removed. CPU removal is tool-less
Power Supply Diagnostic LED	No
Front Power Button	Yes, ACPI multi-function
Front Power LED	Yes, blue (normal), red (fault)
Front Hard Drive Activity LED	Yes, green
Front ODD Activity LED	Yes
Internal Speaker	Yes
System/Emergency ROM Flash Recovery	Recovers corrupted system BIOS.
Cooling Solutions	Air cooled forced convection
Power Supply Fans	70mm x 70mm x 25mm 4-wire PWM (non-serviceable)
CPU Heatsink Fan	Not applicable- CPU heatsink is passive.
Chassis Fan	Not applicable. CPU heatsink fan also operates as the chassis fan.
Memory Heatsink Fan	No
HP PC Hardware Diagnostics UEFI	HP PC Hardware Diagnostics (UEFI) enables hardware level testing outside the operating system on many components. The diagnostics can be invoked by pressing F2 at POST, and is available as a download from HP Support.
Access Panel Key Lock	No
ACPI-Ready Hardware	Advanced Configuration and Power Management Interface (ACPI). <ul style="list-style-type: none"> Allows the system to wake from a low power mode. Controls system power consumption, making it possible to place individual cards and peripherals in a low-power or powered-off state without affecting other elements of the system
Trusted Platform Module Chip with optional ProtectTools Software	Yes
Integrated Chassis Handles	No
Power Supply	Requires T15 Torx or flat blade screwdriver
PCI Card Retention	Yes, rear (all), middle (none), front (none)
Flash ROM	Yes
Diagnostic Power Switch LED on board	Yes
Clear Password Jumper	Yes

System Technical Specifications

Clear CMOS Button	Yes
CMOS Battery Holder	Yes
DIMM Connectors	Yes
HP ProtectTools Security Manager	Yes - Not supported on Microsoft XP x64 or Linux

BIOS	
BIOS 32-bit Services	Standard BIOS 32-bit Service Directory Proposal v0.4
PCI 3.0 Support	Full BIOS support for PCI Express through industry standard interfaces.
ATAPI	ATAPI Removable Media Device BIOS Specification Version 1.0.
BBS	BIOS Boot Specification v1.01. Provides more control over how and from what devices the workstation will boot.
WMI Support	WMI is Microsoft's implementation of Web-Based Enterprise Management (WBEM) for Windows. WMI is fully compliant with the Distributed Management Task Force (DMTF) Common Information Model (CIM) and WBEM specifications.
BIOS Power On	Users can define a specific day-of-week and time for the system to power on.
ROM Based Computer Setup Utility (F10)	Review and customize system configuration settings controlled by the BIOS.
System/Emergency ROM Flash Recovery with Video	Recovers system BIOS in corrupted Flash ROM.
Replicated Setup	Saves BIOS settings to USB flash device in human readable file. Repset.exe utility can then replicate these settings on machines being deployed without entering Computer Configuration Utility (F10 Setup).
SMBIOS	System Management BIOS 2.7.1, for system management information.
Boot Control	Disables the ability to boot from removable media on supported devices.
Memory Change Alert	Alerts management console if memory is removed or changed.
Thermal Alert	Monitors the temperature state within the chassis. Three modes: <ul style="list-style-type: none"> • NORMAL - normal temperature ranges. • ALERTED - excessive temperatures are detected. Raises a flag so action can be taken to avoid shutdown or provide for a smoother system shutdown. • SHUTDOWN - excessive temperatures are encountered. Automatically shuts down the computer without warning before hardware component damage occurs.
Remote ROM Flash	Provides secure, fail-safe ROM image management from a central network console. Updates can be performed before starting the OS. Updates can be periodically scheduled.
ACPI (Advanced Configuration and Power Management Interface)	Allows the system to enter and resume from low power modes (sleep states). Enables an operating system to control system power consumption based on the dynamic workload. Makes it possible to place individual cards and peripherals in a low-power or powered-off state without affecting other elements of the system. Supports ACPI 4.0 for full compatibility with 64-bit operating systems.
Ownership Tag	A user-defined string stored in non-volatile memory that is displayed in the BIOS splash screen.
Remote Wakeup/Remote Shutdown	System administrators can power on, restart, and power off a client computer from a remote location.
ASF 2.0 Compliant	No.
Instantly Available PC	Allows for very low power consumption with quick resume time.

System Technical Specifications

(Suspend to RAM - ACPI sleep state S3)	
Remote System Installation via F12 (PXE 2.1) (Remote Boot from Server)	Allows a new or existing system to boot over the network and download software, including the operating system.
ROM revision levels	Reports the system BIOS revision level in Computer Configuration Utility (F10 Setup). Version is available through an industry standard interface (SMBIOS) so that management SW applications can use and report this information.
System board revision level	Allows management SW to read revision level of the system board. Revision level is digitally encoded into the HW and cannot be modified.
Start-up Diagnostics (Power-on Self-Test)	Assesses system health at boot time with selectable levels of testing.
Auto Setup when new hardware installed	System automatically detects addition of new hardware.
Keyboard-less Operation	The system can be booted without a keyboard.
Localized ROM Setup	Common BIOS image supports System Configuration Utility (F10 Setup) menus in 12 languages with local keyboard mappings.
Asset Tag	The user or IT administrator to set a unique tag string in non-volatile memory.
Per-slot Control	Allows I/O slot parameters (option ROM enable/disable) to be configured individually.
Adaptive Cooling	Control parameters are set according to detected hardware configuration for optimal acoustics.
Pre-boot Diagnostics	(Pre-video) critical errors are reported via beeps and blinks on the power LED.
Intel® Active Management Technology (AMT)	AMT 9.0; Allows workstation status to be monitored on a remote console
Digitally and Cryptographically Signed BIOS	Helps to prevent the installation of unauthorized versions of a BIOS (a rogue BIOS) from a virus, malware, or other code that could lead to compromised system security, data access, physical service, or even system board replacement.
Master Boot Record Protection	A feature in the HP BIOS that prevents changes and/or infections to the Master Boot Record. Useful in protecting from viruses.
Boot Block Emergency Recovery Mode (BIOS Recovery)	The HP BIOS offers a write-protected boot block ROM that provides recovery from a failed flashing of the computer BIOS. This special recovery mode prevents the system from becoming unusable or "bricked" when a BIOS update is interrupted.
Industry Standard Specification Support	
Industry Standard	Revision Supported by the BIOS
UEFI Specification Revision	UEFI 2.3.1
ACPI	Advanced Configuration and Power Management Interface, Version 4.0
ASF	Alert Standard Format Specification, Version 2.0
ATA (IDE)	ATA Attachment 6 with Packet Interface (ATA/ATAPI-6), Revision 3b
CD Boot	"El Torito" Bootable CD-ROM Format Specification Version 1.0
EDD	- Enhanced Disk Drive Specification Version 1.1 - BIOS Enhanced Disk Drive Specification Version 3.0
EHCI	Enhanced Host Controller Interface for Universal Serial Bus, Revision 1.0
PCI	PCI Local Bus Specification, Revision 2.3 PCI Power Management Specification, Revision 1.1 PCI Firmware Specification, Revision 3.0
PCI Express	PCI Express Base Specification, Revision 2.0;

System Technical Specifications

	PCI Express Base Specification, Revision 3.0.
PMM	POST Memory Manager Specification, Version 1.01
SATA	- Serial ATA Specification, Revision 1.0a - Serial ATAII: Extensions to Serial ATA 1.0, Revision 1.0a - Serial ATAII Cables and Connectors Volume 2 Gold - SATA-IO SATA Revision 3.0 Specification
SPD	PC SDRAM Serial Presence Detect (SPD) Specification, Revision 1.2B
TPM	Trusted Computing Group TPM Specification Version 1.2
USB	Universal Serial Bus Revision 1.1 Specification Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification Universal Serial Bus Revision 3.0 Specification

Social and Environmental Responsibility

Eco-Label Certifications & Declarations	<p>This product has received or is in the process of being certified to the following approvals and may be labeled with one or more of these marks:</p> <ul style="list-style-type: none"> ENERGY STAR® (energy-saving features available on selected configurations -Windows only) US Federal Energy Management Program (FEMP) China Energy Conservation Program (CECP) IT ECO declaration
Batteries	<p>The battery in this product complies with EU Directive 2006/66/EC Battery size: CR2032 (coin cell) Battery type: Lithium Metal</p> <p>The battery in this product does not contain:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mercury greater than 5ppm by weight Cadmium greater than 10ppm by weight Lead greater than 40ppm by weight
Restricted Material Usage	<p>This product meets the material restrictions specified in HP's General Specification for the Environment. http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/pdf/gse.pdf Hewlett-Packard is committed to compliance with all applicable environmental laws and regulations, including the European Union Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive. HP's goal is to exceed compliance obligations by meeting the requirements of the RoHS Directive on a worldwide basis.</p>
Low Halogen Statement	<p>This product is low halogen except for power cords, cables and peripherals, as well as the following customer-configurable internal components: Creative Recon3D PCIe Audio Card is not Low Halogen. Service parts obtained after purchase may not be Low Halogen.</p>
End-of-Life Management and Recycling	<p>Hewlett-Packard offers end-of-life HP product return and recycling programs in many geographic areas. To recycle your product, please go to: http://www.hp.com/recycle or contact your nearest HP sales office. Products returned to HP will be recycled, recovered or disposed of in a responsible manner. This product is greater than 90% recyclable by weight when properly disposed of at end of life.</p>
Hewlett-Packard Corporate Environmental Information	<p>For more information about HP's commitment to the environment: Global Citizenship Report http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/gcreport/index.html</p> <p>Eco-label certifications http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdesign/ecolabels.html</p> <p>ISO 14001 certificates:</p>

System Technical Specifications

	http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/operations/envmanagement.html
Additional Information	<ul style="list-style-type: none"> This HP product is designed to comply with the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive - 2002/96/EC. Plastic parts weighing over 25 grams used in the product are marked per ISO 11469 and ISO1043. This product is >90% recycle-able when properly disposed of at end of life EPEAT Gold registered in the U.S. EPEAT registration varies by country. See http://www.epeat.net for registration status by country.
Packaging	<p>HP Workstation product packaging meets the HP General Specification for the Environment at http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/society/gen_specifications.html</p> <ul style="list-style-type: none"> Does not contain restricted substances listed in HP Standard 011-1 General Specification for the Environment Does not contain ozone-depleting substances (ODS) Does not contain heavy metals (lead, mercury, cadmium or hexavalent chromium) in excess of 100 ppm sum total for all heavy metals listed Maximizes the use of post-consumer recycled content materials in packaging materials All packaging material is recyclable All packaging material is designed for ease of disassembly Reduced size and weight of packages to improve transportation fuel efficiency Plastic packaging materials are marked according to ISO 11469 and DIN 6120 standards formatting
Packaging Materials	
Internal	Cushions made from fabricated recycled expanded-polyethylene (EPE) or recycled expanded-polypropylene (EPP). May also be made from recycled molded paper-pulp (MPP).
External	Carton made from corrugated fiberboard with at least 25% recycled content.

Manageability

Intel Active Management Technology (AMT)	<p>An advanced set of remote management features and functionality which provides network administrators the latest and most effective tools to remotely discover, heal, and protect networked client systems regardless of the system's health or power state. AMT 8.0 includes the following advanced management functions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Power Management (on, off, reset) Hardware Inventory (includes BIOS and firmware revisions) Hardware Alerting Agent Presence System Defense Filters SOL/IDER Cisco NAC/SDN Support ME Wake-on-LAN DASH 1.1 compliance IPv6 Support Fast Call for Help - a client inside or outside the firewall may initiate a call for help via BIOS screen, periodic connections, or alert triggered connection Remote Scheduled Maintenance - pre-schedule when the PC connects to the IT or service provider console for maintenance. Remote PCs can get required patches, be inventoried, etc by connecting to their IT console or Service Provider when it's convenient Remote Alerts - automatically alert IT or service provider if issues arise Access Monitor - Provides oversight into Intel® AMT actions to support security requirements
---	--

System Technical Specifications

	<ul style="list-style-type: none"> • PC Alarm Clock • Microsoft NAP Support • Host Base set-up and configuration • Management Engine (ME) firmware roll back • Wireless AMT functionality on Desktop (WoDT) • Enhanced KVM resolution
Intel® vPro™ Technology	The HP Z230 workstations support Intel vPro technology when purchased with a vPro technology capable CPU: Intel® Xeon® processor E3-1200v2 family or 3rd Generation Intel Core i5/i7 processors with Intel VT and Intel TXT technology
Remote Manageability Software Solutions	Visit: http://www.hp.com/go/easydeploy
System Software Manager	Visit: http://www.hp.com/go/ssm
Service, Support, and Warranty	<ul style="list-style-type: none"> • Program to proactively communicate Product Change Notifications (PCNs) and Customer Advisories by email to customers, based on a user-defined profile. • PCNs provide advance notification of hardware and software changes to be implemented in the factory providing time to plan for transition. • Customer Advisories provide concise, effective problem resolution, greatly reducing the need to call technical support.

Technical Specifications - Processors

Intel® Xeon® processor E3-1281v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.7 GHz, up to 4.1 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1280v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1271v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1246v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1245v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1241v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1240v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1231v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.8 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1226v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.3 GHz, up to 3.7 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Xeon® processor E3-1225v3, Quad-Core, 8 MB cache, 3.2 GHz, up to 3.6 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Core™ i7-4790 processor, Quad-Core, 8 MB cache, 3.6 GHz, up to 4.0 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Core™ i7-4770 processor, Quad-Core, 8 MB cache, 3.4 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Core™ i5-4690 processor, Quad-Core, 6 MB cache, 3.5 GHz, up to 3.9 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Core™ i5-4590 processor, Quad-Core, 6 MB cache, 3.3 GHz, up to 3.7 GHz with Intel Turbo Boost Technology

Intel® Core™ i3-4350 processor, Dual-Core, 4 MB cache, 3.6 GHz

Intel® Core™ i3-4330 processor, Dual-Core, 4 MB cache, 3.5 GHz

Intel® Core™ i3-4170 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.7 GHz

Intel® Core™ i3-4160 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.6 GHz

Intel® Core™ i3-4150 processor, Dual-Core, 4 MB cache, 3.5 GHz

Intel® Core™ i3-4130 processor, Dual-Core, 4 MB cache, 3.4 GHz

Intel® Pentium® G3240 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.1 GHz

Intel® Pentium® G3220 processor, Dual-Core, 3 MB cache, 3.0 GHz

Technical Specifications - Hard Drives

SATA Hard Drives for HP Workstations	500GB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Capacity	500GB		
		Height	1 in; 2.54 cm		
		Width		Media Diameter	3.5 in; 8.9 cm
				Physical Size	4 in; 10.17 cm
		Interface	Serial ATA (6.0Gb/s), NCQ enabled		
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600MB/s		
		Buffer	16MB		
		Seek Time (typical reads, includes controller overhead, including settling)	Single Track	2 ms	
			Average	11 ms	
			Full Stroke	21 ms	
		Rotational Speed	7,200 rpm		
		Logical Blocks	976,773,168		
		Operating Temperature	41° to 131° F (5° to 55° C)		
	1TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Capacity	1 Terabyte (1000 GB)		
		Height	1 in; 2.54 cm		
		Width		Media Diameter	3.5 in; 8.9 cm
				Physical Size	4 in; 10.17 cm
		Interface	Serial ATA (6.0Gb/s), NCQ enabled		
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600 MB/s		
		Buffer	32MB		
		Seek Time (typical reads, includes controller overhead, including settling)	Single Track	2 ms	
			Average	11 ms	
			Full Stroke	21 ms	
		Rotational Speed	7,200 rpm		
		Logical Blocks	1,953,525,168		
		Operating Temperature	41° to 131° F (5° to 55° C)		
	2.0TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD	Capacity	2TB		
		Height	1 in; 2.54 cm		
		Width		Media Diameter	3.5 in; 8.9 cm
				Physical Size	4 in; 10.17 cm
		Interface	Serial ATA (6.0 Gb/s), NCQ Enabled		
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600MB/s		
		Buffer	64MB		
		Seek Time (typical reads, includes controller overhead, including settling)	Single Track	1.0 ms	
			Average	11 ms	
			Full Stroke	18 ms	
		Rotational Speed	7,200 rpm		
		Logical Blocks	3,907,029,168		
		Operating Temperature	41° to 131° F (5° to 55° C)		

Technical Specifications - Hard Drives

3.0TB SATA 7200 rpm 6Gb/s 3.5" HDD

Capacity	3.0TB
Height	1 in; 2.54 cm
Width	
	Media Diameter 3.5 in; 8.9 cm
	Physical Size 4.0 in; 10.17 cm
Interface	Serial ATA (6.0Gb/s), NCQ enabled
Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 6.0 Gb/s
Buffer	64MB
Seek Time (typical reads, includes controller overhead, including settling)	Single Track 0.6 ms
	Average 11 ms
	Full Stroke Not specified
Rotational Speed	7200 rpm
Operating Temperature	41° to 140° F (5° to 60° C)

1TB SATA 7200 rpm 8GB 3.5" SSHD (hybrid)

Capacity	1TB
Height	1 in; 2.54 cm
Width	
	Media Diameter 3.5 in; 8.9 cm
	Physical Size 4 in; 10.17 cm
Interface	6Gb/s SATA
Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600MB/s
Buffer	64MB standard HDD cache buffer
Cache	8GB NAND flash
Rotational Speed	7,200 rpm
Operating Temperature	32° to 140° F (0° to 60° C)

HP Solid State Drives (SSDs) for Workstations

HP 128GB SATA 6Gb/s SSD

Capacity	128GB
Height	0.28 in; 0.7 cm
Width	
	Physical Size 2.5 in; 6.36 cm
Interface	SATA 6Gb/s
Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 500MB/s (Sequential Read)
Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)

HP 256GB SATA 6Gb/s SSD

Capacity	256GB
Height	0.28 in; 0.7 cm
Interface	SATA 6Gb/s
Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 500MB/s (Sequential Read)
Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)

HP 512GB SATA 6Gb/s SSD

Capacity	512GB
Height	0.28 in; 0.7 cm

Technical Specifications - Hard Drives

		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	6Gb/s SATA	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 500MB/s (Sequential Read)	
		Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)	
	HP 1TB SATA 6Gb/s SSD	Capacity	1TB	
		Height	0.28 in; 0.7 cm	
		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	6Gb/s SATA	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 500MB/s (Sequential Read)	
		Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)	
	HP 256GB SATA 6Gb/s SED SSD	Capacity	256GB	
		Height	0.28 in; 0.7 cm	
		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	6Gb/s SATA	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 550MB/s (Sequential Read)	
		Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)	
	Intel Pro 1500 180GB SATA SSD	Capacity	180GB	
		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	6Gb/s SATA	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	600 Mb/s	
	Samsung Enterprise 240GB SATA SSD	Capacity	240GB	
		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	SATA 6Gb/s	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600MB/s	
	Samsung Enterprise 480GB SATA SSD	Capacity	480GB	
		Width	Physical Size	2.5 in; 6.36 cm
		Interface	SATA 6Gb/s	
		Synchronous Transfer Rate (Maximum)	Up to 600MB/s	
PCIe SSDs for HP Workstations	HP Z Turbo Drive 256GB SSD	Capacity	256GB	
		Interface	PCI Express 2.0 x4 electrical x4 physical	
		Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)	

Technical Specifications - Hard Drives

HP Z Turbo Drive 512GB SSD	Capacity	512GB
	Interface	PCI Express 2.0 x4 electrical x4 physical
	Operating Temperature	32° to 158° F (0° to 70° C)

Technical Specifications - Graphics

NVIDIA NVS 310 512MB Graphics

Form Factor

Low Profile:
2.713 inches in height × 6.150 inches in length

Graphics Controller

NVIDIA NVS 310

Bus Type

PCI Express x16, 2.0 compliant

Memory

Size: 512MB DDR3
Clock: 875Mhz
Memory Bandwidth: 14GB/s

Connectors

2 x DisplayPort 1.2

Maximum Resolution

Up to 2560 × 1600 (digital display) per display.

Image Quality Features

See Display Output section.

The following video formats are supported:

- MPEG2
- MPEG4 Part 2 Advanced Simple Profile
- H.264 SVC codec support
- Support for 3D Blu Ray
- VC1
- DivX version 3.11 and later
- MVC

A full range of video resolutions are supported including 1080p, 1080i, 720p, 480p and 480i. The NVS 310 GPU provides hardware acceleration for the computationally intensive parts of video processing, as well as provides improved video playback speeds via faster decode and transcode.

Display Output

Up to 2 displays in the following configurations:

DisplayPort output:

- Drives two DisplayPort enabled digital display at resolutions up to 2560 × 1600 at 60 Hz with reduced blanking, when connected natively using the 2 DisplayPort connectors on the NVS 310 graphics card
- Supports 2 monitors up to resolution of 1920 × 1200 at 60 Hz with reduced blanking using DisplayPort 1.2 multi stream topology technology.

DVI-D output:

- Drives two digital display at resolutions up to 1920 × 1200 at 60 Hz with reduced blanking using DisplayPort to DVI-D single-link cable adaptors
- Drives two digital display at resolutions up to 2560 × 1600 at 60 Hz with reduced blanking using DisplayPort to DVI-D dual-link cable adaptors

HDMI output:

- NVS 310 is capable of driving two high definition (HD) panels up to resolutions of 1920 × 1080P at 60 Hz using DisplayPort to HDMI

Technical Specifications - Graphics

cable adaptors

VGA display output:

- Drives two analog display at resolutions up to 1920 × 1200 at 60 Hz using DisplayPort to VGA cable adaptors

Shading Architecture	Shader Model 5.0
Supported Graphics APIs	DX11, OpenGL 4.1
Available Graphics Drivers	Genuine Windows 7 Professional (64-bit and 32-bit) Microsoft Windows XP Professional (64-bit and 32-bit) Red Hat Enterprise Linux(RHEL) SUSE Linux Enterprise Desktop 11 (64-bit and 32-bit)
	HP qualified drivers may be preloaded or the latest HP qualified drivers are available from the HP support Web site: http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html
	SUSE Linux Enterprise drivers may also be obtained from: ftp://download.nvidia.com/novell or http://www.nvidia.com
Power Consumption	19.5 Watts
Note	The thermal solution used on this card is an active fan heatsink.

NVIDIA NVS 315 1GB Graphics (for HP Workstations)

Form Factor	Low Profile: 2.713 inches in height × 5.7 inches in length
Graphics Controller	NVIDIA NVS 315 (using GF119-825 GPU) Number of Cores: 48 CUDA cores Max. Power: 19.3W Cooling Solution: Active fan heatsink
Bus Type	PCI Express x16, 2.0 compliant
Memory	Size: 1GB DDR3 Clock: 875Mhz Memory Bandwidth: 14GB/s
Connectors	DMS-59 output
	Cables included: - For CTO: DMS-59 to DVI cable - For AMO: DMS-59 to DVI cable and DMS-59 to VGA cable
Maximum Resolution	Maximum number of displays supported: 2 Maximum Resolution Support: - DMS-59 to VGA: 2048 x 1536 @ 85Hz - DMS-59 to DVI: 1980 x 1200 @ 60Hz - DMS-59 to DP: 2560 x 1600 @ 60Hz
Image Quality Features	See Display Output section. The following video formats are supported: - MPEG2 - MPEG4 Part 2 Advanced Simple Profile

Technical Specifications - Graphics

- H.264 SVC codec support
- Support for 3D Blu Ray
- VC1
- DivX version 3.11 or later

A full range of video resolutions are supported including 1080p, 1080i, 720p, 480p and 480i. The NVS 315 GPU provides hardware acceleration for the computationally intensive parts of video processing, as well as provides improved video playback speeds via faster decode and transcode.

Display Output

Up to 2 displays in the following configurations:

DisplayPort output:

- Drives two DisplayPort enabled digital displays at resolutions up to 2560 × 1600 at 60 Hz with reduced blanking, when connected via the DMS-59 to DP adapter.

DVI-D output:

- Drives two digital display at resolutions up to 1920 × 1200 at 60 Hz with reduced blanking using DMS-59 to DVI-D single-link cable adaptor

VGA display output:

- Drives two analog display at resolutions up to 2048 × 1536 at 85 Hz using DMS-59 to VGA cable adaptor.

Shading Architecture

Shader Model 5.0

Supported Graphics APIs

DX11, OpenGL 4.3

Available Graphics Drivers

Microsoft Windows 8
Microsoft Windows 7 Professional (64-bit and 32-bit)
Microsoft Windows XP Professional (64-bit and 32-bit)
Red Hat Enterprise Linux(RHEL)
SUSE Linux Enterprise Desktop 11 (64-bit and 32-bit)

HP qualified drivers may be preloaded or the latest HP qualified drivers are available from the HP support Web site:

<http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html>

SUSE Linux Enterprise drivers may also be obtained from:

<ftp://download.nvidia.com/novell> or <http://www.nvidia.com>

Notes

The thermal solution used on this card is an active fan heatsink.

Technical Specifications - Graphics

NVIDIA NVS 510 2GB Graphics	Form Factor	Low Profile, 2.713 inches × 6.3 inches, single slot
	Graphics Controller	NVS 510 GPU Core Clock: 797 Mhz Memory Clock: 891 Mhz CUDA Cores: 192
	Bus Type	PCI Express x16, Generation 2.0
	Memory	2GB DDR3
	Connectors	Four mini-DisplayPort. Four mini-DisplayPort to DisplayPort adapters included. (DisplayPort to DVI-D, DisplayPort to VGA, DisplayPort to HDMI, and DisplayPort to Dual-Link DVI adapters available as separate accessories)
	Maximum Resolution	Mini-DisplayPort connectors support ultra-high-resolution panels (up to 3840 x 2160 @ 60Hz)
	Image Quality Features	NOTE: This card supports up to four displays. For Windows XP, only 2 active displays are supported. 10-bit internal display processing, including hardware support for 10-bit scan-out
	Display Output	DisplayPort with Multi-Stream Technology (MST) and High Bit Rate 2 (HBR2) support. Digital Display Support 1. DisplayPort Output - Drives four DisplayPort enabled digital display at resolutions up to 3840 × 2160 at 60 Hz with reduced blanking, when connected natively using the 4 DisplayPort connectors on the NVS 510 graphics card. - DisplayPort Multi-Stream Topology (MST) Technology: Supports various combinations of display resolutions and number of displays when using DisplayPort multi stream topology technology - up to a maximum of 4 monitors at a resolution of 1920 × 1200 at 60 Hz with reduced blanking. 2. DVI-D Output - Drives four digital displays at resolutions up to 1920 × 1200 at 60 Hz with reduced blanking using DisplayPort to DVI-D single-link cable adaptors. - Drives four digital displays at resolutions up to 2560× 1600 at 60 Hz with reduced blanking using DisplayPort to DVI-D dual-link cable adaptors. 3. HDMI Output - The NVS 510 graphics board is capable of driving four high definition (HD) panels up to resolutions of 1920 × 1080P at 60 Hz using DisplayPort to HDMI cable adaptors.
	Supported Graphics APIs	Full Microsoft DirectX 11, Shader Model 5.0 support Full OpenGL 4.3 support
	Available Graphics	Genuine Windows 7 Professional (64-bit and 32-bit)

Technical Specifications - Graphics

Drivers	Microsoft Windows XP Professional (64-bit and 32-bit) Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 6 Desktop/Workstation SUSE Linux Enterprise Desktop 11 (64-bit and 32-bit)
	HP qualified drivers may be preloaded or available from the HP support Web site: http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html
Power Consumption Note	33.4 Watts Heatsink cooler design is active.

AMD FirePro W2100 2GB Graphics

Form Factor	Low Profile, half length (full-height bracket included)
Graphics Controller	AMD FirePro™ W2100 professional graphics based on Oland GPU. GPU: 320 Stream Processors organized into 5 Compute Units GPU Frequency: 630Mhz Power: 26W Cooling: Active
Bus Type	PCI Express® x8, Generation 3.0
Memory	2GB DDR3 memory Memory Bandwidth: up to 28.8 GB/s Memory Width: 128 bit
Connectors	2x Display Port 1.2 connectors Factory Configured: No video cable adapter included After market option kit: No video cable adapter included Additional DisplayPort-to-VGA or DisplayPort-to-DVI adapters are available as Factory Configuration or Option Kit accessories.
Maximum Resolution	DisplayPort 1.2: - up to 4096x2160 x 24 bpp @ 60Hz Dual Link DVI(I) (requires adapter cable): - up to 2560 x 1600 x 32 bpp @ 60Hz Single Link-DVI(I)(requires adapter cable): - up to 1920 x 1200 x 32 bpp @ 60Hz VGA (requires adapter cable): - up to 1920 x 1200 x 32 bpp @ 60Hz
Image Quality Features	Advanced support for 8-bit, 10-bit, and 16-bit per RGB color component. High bandwidth scaler for high quality up and downscaling.
Display Output	2 x DisplayPort® 1.2a Maximum number of displays: 2
Shading Architecture	Shader Model 5.0

Technical Specifications - Graphics

Supported Graphics APIs OpenCL™ 1.2, DirectX® 11.2/12, OpenGL 4.4

OpenGL 4.4 support with driver release 14.301.xxx

OpenCL 1.2 conformance expected with drive release 14.301.xxx

Available Graphics Drivers Windows 8.1 (64-bit and 32-bit)
Windows 7 (64-bit and 32-bit)
Linux

HP qualified drivers may be preloaded or available from the HP support Web site:

<http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html>

Notes

Depending on the card model, native DisplayPort™ connectors and/or certified DisplayPort™ active or passive adapters to convert your monitor's native input to your card's DisplayPort™ or Mini-DisplayPort™ connector(s) may be required. See www.amd.com/firepro for details.

Technical Specifications - Graphics

NVIDIA Quadro K420 1GB Graphics	Form Factor	Low Profile, single slot Dimensions: 2.713 inches × 6.3 inches Cooling: Active
	Graphics Controller	NVIDIA Quadro K420 GPU: GK107 with 192 CUDA cores Power: 41W
	Bus Type	PCI Express x16, 2.0 compliant
	Memory	Size: 1GB DDR3 Clock: 891MHz Memory Bandwidth: 29GB/s Memory Width: 128 bit
	Connectors	One dual-link DVI-I connector One DisplayPort connector Factory Configured: No video cable adapter included After market option kit: One DP-to-DVI adapter included with card Additional DisplayPort-to-VGA or DisplayPort-to-DVI adapters are available as Factory Configuration or Option Kit accessories.
	Maximum Resolution	VGA (via adapter cable): - 2048 × 1536 × 32 bpp at 85 Hz Dual-link DVI - 2560 × 1600 × 32 bpp at 60 Hz (reduced blanking) Single-link DVI - 1920 × 1200 × 32 bpp at 60 Hz (reduced blanking) DisplayPort 1.2 - 3840 × 2160 × 30 bpp at 60 Hz
	Image Quality Features	12-bit internal display pipeline (hardware support for 12-bit scanout on supported panels, applications and connection) Stereoscopic 3D display support including NVIDIA® 3D Vision™ technology, 3D DLP, Interleaved, and passive stereo
	Display Output	Maximum number of displays: - 2 direct attached monitors - 4 using DP 1.2a with MST and HBR2 enabled monitors Maximum number of DisplayPort displays possible (may require MST and/or HBR2): - 4 1920x1200 - 2 2560x1600 - 1 3840x2160 Maximum number of monitors across all available Quadro K420 outputs is

Technical Specifications - Graphics

Shading Architecture	4. Shader Model 5.0
Supported Graphics APIs	DX11, OpenGL 4.4 Programming support for CUDA C, CUDA C++, DirectCompute 5.0, OpenCL, Python, and Fortran
Available Graphics Drivers	Microsoft Windows 8.1 Microsoft Windows 8 Microsoft Windows 7 Linux - Full OpenGL implementation, complete with NVIDIA and ARB extensions
Notes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Factory configured Quadro K420 does not include any video adapters. Adapters must be ordered separately. 2. Option kit Quadro K420 includes one DP to DVI-D adapter. 3. Full Height Profile bracket installed. Low Profile bracket included in after market kit.

NVIDIA Quadro K620 2GB Graphics	Form Factor	Dimensions: 2.713" H x 6.3" L Single Slot, Low Profile Cooling: Active Weight: 133 grams
	Graphics Controller	NVIDIA Quadro K620 GPU: GM107 GPU with 384 CUDA cores Power: 45 Watts
	Bus Type	PCI Express 2.0 x16
	Memory	Size: 2GB GDDR3 Memory Bandwidth: 29 GB/s Memory Width: 128-bit
	Connectors	1 DL-DVI(I) 1 DisplayPort Factory Configured: No video cable adapter included After market option kit: One DP-to-DVI adapter included with card Additional DVI-to-VGA, DisplayPort-to-VGA or DisplayPort-to-DVI adapters are available as Factory Configuration or Option Kit accessories.
	Maximum Resolution	DisplayPort 1.2: - up to 4096x2160 x 30 bpp @ 60Hz - supports High Bit Rate 2 (HBR2) and Multi-Stream Transport (MST) Dual Link DVI(I) output: - up to 2560 x 1600 x 32 bpp @ 60Hz Single Link-DVI(I) output: - up to 1920 x 1200 x 32 bpp @ 60Hz

Technical Specifications - Graphics

	VGA (via adapter cable): - 2048 × 1536 × 32 bpp at 85 Hz
Image Quality Features	12-bit internal display pipeline (hardware support for 12-bit scanout on supported panels, applications and connection) Stereoscopic 3D display support including NVIDIA® 3D Vision™ technology, 3D DLP, Interleaved, and passive stereo
Display Output	Maximum number of displays: - 2 direct attached monitors - 4 using DP 1.2a with MST and HBR2 enabled monitors Maximum number of DisplayPort displays possible (may require MST and/or HBR2): - 4 1920x1200 - 2 2560x1600 - 1 4096x2160 Maximum number of monitors across all available Quadro K620 outputs is 4.
Shading Architecture	Shader Model 5.0
Supported Graphics APIs	OpenGL 4.4 DirectX 11 API support includes: CUDA C, CUDA C++, DirectCompute 5.0, OpenCL, Java, Python, and Fortran
Available Graphics Drivers	Microsoft Windows 8.1 Microsoft Windows 8 Microsoft Windows 7 Linux - Full OpenGL implementation, complete with NVIDIA and ARB extensions HP qualified drivers may be preloaded or available from the HP support Web site: http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html
Notes	<ol style="list-style-type: none">1. Factory configured Quadro K620 does not include a video cable adapter. Video cable adapters must be ordered separately.2. Quadro K620 offered as an Option Kit (AMO) includes one DP-to-DVI video cable adapter. Additional cables must be ordered separately.3. Full Height Profile bracket installed. Low Profile bracket included in after market kit.

Technical Specifications - Graphics

NVIDIA Quadro K1200 4GB Graphics	Form Factor	Dimensions: 2.71" H x 6.875" L Single Slot, Low Profile Cooling: Active Weight: ~175 grams
	Graphics Controller	NVIDIA Quadro K1200 Graphics Card GPU: GM107 with 512 CUDA cores Power: 46 Watts
	Bus Type	PCI Express 2.0 x16
	Memory	Size: 4GB GDDR5 Memory Bandwidth: 80 GB/s Memory Width: 128-bit
	Connectors	4 mini-DisplayPort 1.2a Factory Configured Option: 4 mini-DP-to-DP adapters included with card Option Kit: 4 mini-DP-to-DP adapters included with card Additional DisplayPort-to-VGA or DisplayPort-to-DVI adapters are available as accessories
	Maximum Resolution	DisplayPort: - up to 4096 x 2160 x 30 bpp @ 60Hz - supports High Bit Rate 2 (HBR2) and Multi-Stream Transport (MST) DL-DVI(I) output: - up to 2560 x 1600 x 32 bpp @ 60Hz Single Link-DVI(I) output: - up to 1920 x 1200 x 32 bpp @ 60Hz VGA (via adapter cable): - 2048 x 1536 x 32 bpp at 85 Hz
	Image Quality Features	12-bit internal display pipeline (hardware support for 12-bit scanout on supported panels, applications and connection)
	Display Output	Maximum number of displays - 4 direct attached monitors Maximum number of DisplayPort displays possible: - 4 1920x1200 - 4 2560x1600 - 4 4096x2160 Maximum number of monitors across all available Quadro K1200 outputs is 4.
	Shading Architecture	Shader Model 5.0

Technical Specifications - Graphics

Supported Graphics APIs	OpenGL 4.4 DirectX 11.1 API support includes: CUDA C, CUDA C++, DirectCompute 5.0, OpenCL, Java, Python, and Fortran
Available Graphics Drivers	Microsoft Windows 8.1 Microsoft Windows 8 Microsoft Windows 7 Linux - Full OpenGL implementation, complete with NVIDIA and ARB extensions HP qualified drivers may be preloaded or available from the HP support Web site: http://welcome.hp.com/country/us/en/support.html
Notes	<ol style="list-style-type: none">1. Quadro K1200 offered as Factory Configured Option includes 4 miniDP to DP video cable adapters. Other video cable adapters must be ordered separately.2. Quadro K1200 offered as an Option Kit includes 4 mini-DP to DP adapters. Additional cables must be ordered separately.3. A total maximum of 4 active monitors are supported across all display output types. This may be accomplished by using daisy chained DisplayPort 1.2 displays (displays must support MST and HBR2).

Technical Specifications - Multimedia and Audio Devices

**HP Thin USB Powered
Speakers**

Frequency Response F0 to 20kHz
(-3dB, 24-bit/96kHz input)

Dimensions (H x W x D) Speakers: 14.52 x 9.50 x 2.45 cm (5.72 x 3.74 x 0.96 in) per speaker

Technical Specifications - Optical and Removable Storage

HP DVD-ROM Drive	Description	5.25-inch, half-height, tray-load	
	Mounting Orientation	Either horizontal or vertical	
	Interface Type	SATA/ATAPI	
	Dimensions (WxHxD)	15.0 x 4.4 x 20.3 cm (5.9 x 1.7 x 8.0 in)	
	Disc Capacity	DVD-ROM Single layer: Up to 4.7 GB Double layer: Up to 8.5 GB	
	Access Times	DVD-ROM Single Layer	< 140 ms (typical)
		CD-ROM Mode 1	< 125 ms (typical)
		Full Stroke DVD	< 250 ms (seek)
		Full Stroke CD	< 210 ms (seek)
	Power	Source	SATA DC power receptacle
		DC Power Requirements	5 VDC ± 5%-100 mV ripple p-p 12 VDC ± 5%-200 mV ripple p-p
		DC Current	5 VDC - <1000 mA typical, < 1600 mA maximum 12 VDC - < 600 mA typical, < 1400 mA maximum
	Operating Environmental (all conditions non-condensing)	Temperature	41° to 122° F (5° to 50° C)
Relative Humidity		10% to 90%	
Maximum Wet Bulb Temperature		86° F (30° C)	
Operating Systems Supported		Windows 7 Professional 32-bit and 64-bit, Windows Vista Business 64*, Windows Vista Business 32*, Windows Vista Home Basic 32*, Windows 2000, Windows XP Professional or Windows XP Home 32*. Red Hat Enterprise Linux(RHEL) WS4**, 5, 6 Desktop/Workstation, Removed reference to "Novell" because of acquisition and changed product reference to "SUSE Linux Enterprise Desktop 10 & 11", No driver is required for this device. Native support is provided by the operating system.	

HP DVD+/-RW Drive	Description	5.25-inch, half-height, tray-load	
	Mounting Orientation	Either horizontal or vertical	
	Interface Type	SATA/ATAPI	
	Dimensions (WxHxD)	15.0 x 4.4 x 20.3 cm (5.9 x 1.7 x 8.0 in)	
	Disc Formats	DVD-RAM	
		DVD+R	
		DVD+RW	
		DVD+R DL	
		DVD-R DL	
		DVD-R	
DVD-RW			
Disc Capacity	DVD-ROM	8.5 GB DL or 4.7 GB standard	
	Full Stroke DVD	< 250 ms (seek)	
	Full Stroke CD	< 210 ms (seek)	

Technical Specifications - Optical and Removable Storage

Maximum Data Transfer Rates	CD ROM Read	CD-ROM, CD-R Up to 40X CD-RW Up to 32X	
	DVD ROM Read	DVD-RAM	Up to 12X
		DVD+RW	Up to 8X
		DVD-RW	Up to 8X
		DVD+R DL	Up to 8X
		DVD-R DL	Up to 8X
		DVD-ROM	Up to 16X
		DVD-ROM DL	Up to 8X
		DVD+R	Up to 16X
		DVD-R	Up to 16X
Power		Source	SATA DC power receptacle
	DC Power Requirements	5 VDC \pm 5%-100 mV ripple p-p 12 VDC \pm 5%-200 mV ripple p-p	
	DC Current	5 VDC -1000 mA typical, 1600 mA maximum 12 VDC -600 mA typical, 1400 mA maximum	
Operating Environmental (all conditions non-condensing)	Temperature	41° to 122° F (5° to 50° C)	
	Relative Humidity	10% to 90%	
	Maximum Wet Bulb Temperature	86° F (30° C)	
	Operating Systems Supported	Windows 7 Professional 32-bit and 64-bit, Windows Vista Business 64*, Windows Vista Business 32*, Windows Vista Home Basic 32*, Windows 2000, Windows XP Professional or Windows XP Home 32*. Red Hat Enterprise Linux(RHEL) WS4**, 5, 6 Desktop/Workstation SUSE Linux Enterprise Desktop 10 & 11	
	Kit Contents	No driver is required for this device. Native support is provided by the operating system. HP SATA SuperMulti DVD Writer Drive, Roxio Easy Media Creator software, Intervideo WinDVD Software, installation guide, and DVD+R media.	

HP Blu-Ray Writer	Description	5.25-inch, half-height, tray-load
	Mounting Orientation	Either horizontal or vertical
	Interface Type	SATA
	Dimensions (WxHxD)	15.0 x 4.4 x 20.3 cm (5.9 x 1.7 x 8.0 in)
	Disc Formats	BD-ROM
		BD-R
		BD-RE
DVD-RAM		
DVD+R		
DVD+RW		
DVD+R DL		
DVD-R DL		
DVD-R		
DVD-RW		

Technical Specifications - Optical and Removable Storage

	CD-R		
	CD-RW		
Disc Capacity	DVD-ROM		8.5 GB DL or 4.7 GB standard
	Blu-ray		50 GB DL or 25 GB standard
	Full Stroke DVD		< 250 ms (seek)
	Full Stroke CD		< 210 ms (seek)
	Blu-ray		Blu-ray
	Startup Time (Time to drive ready from tray loading)	BD-ROM (SL/DL)	25S / 28S
		BD-R (SL/DL)	25S / 28S
		BD-RE (SL/DL)	25S / 28S
		DVD-ROM (SL/DL)	18S / 18S
		DVD-R (SL/DL)	25S / 25S
		DVD-RW	25S
		DVD+R (SL/DL)	25S / 25S
		DVD+RW	25S
		DVD-RAM	45S
		CD-ROM	45S
Maximum Data Transfer Rates	CD ROM Read	CD-ROM	Up to 40X
		CD-R	Up to 40X
		CD-RW	Up to 40X
	DVD ROM Read	DVD-RAM	Up to 5X
		DVD+RW	Up to 10X
		DVD-RW	Up to 10X
		DVD+R DL	Up to 8X
		DVD-R DL	Up to 8X
		DVD-ROM	Up to 16X
		DVD-ROM DL	Up to 8X
		DVD+R	Up to 12X
		DVD-R	Up to 12X
	Blu-Ray	BD-ROM	Up to 6X
		BD-ROM DL	Up to 4.8X
		BD-R	Up to 6X
		BD-R DL	Up to 4.8X
		BD-R	Up to 6X
		BD-RE SL/DL	Up to 4.8X
Power	Source		SATA DC power receptacle
	DC Power Requirements		5 VDC \pm 5%-100 mV ripple p-p 12 VDC \pm 10%-100 mV ripple p-p
	DC Current		5 VDC -900 mA typical, 1200 mA maximum 12 VDC -1000 mA typical, 1600 mA maximum
Operating Environmental (all conditions non-condensing)	Temperature		41° to 122° F (5° to 50° C)
	Relative Humidity		15% to 80%
	Maximum Wet Bulb Temperature		86° F (30° C)
	Operating Systems Supported		Windows 7 Professional 32-bit and 64-bit, Windows Vista Business 64*, Windows Vista

Technical Specifications - Optical and Removable Storage

Business 32*, Windows Vista Home Basic 32*, Windows 2000, Windows XP Professional or Windows XP Home 32*.

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) WS4**, 5, 6 Desktop/Workstation, SUSE Linux Enterprise Desktop 10 & 11

* No driver is required for this device. Native support is provided by the operating system.

** RHEL WS4 not supported on Z200/Z200SFF

Kit Contents

HP Blue Laser RW Drive, Roxio Easy Media Creator software, Intervideo WinDVD Software, installation guide.

Disclaimer

As Blu-Ray is a new format containing new technologies, certain disc, digital connection, compatibility and/or performance issues may arise, and do not constitute defects in the product. Flawless playback on all systems is not guaranteed. In order for some Blu-Ray titles to play, they may require a DVI or HDMI digital connection and your display may require HDCP support. HD-DVD movies cannot be played on this workstation.

HP 15-in-1 Media Card Reader

Description

Supports hardware ECC (Error Correction Code) function
Supports hardware CRC (Cyclic Redundancy Check) function
Supports MS 4-bit parallel transfer mode
Supports MS-PRO 4-bit parallel transfer mode
Supports MS PRO-HG Duo 4-bit parallel transfer mode
Supports SD 4-bit parallel transfer mode
Supports UHS-104 SD 4-bit card (version 3.0)
Supports CF v6.0 with PIO mode 6 and Ultra DMA 7 mode

Interface Type

USB 3.0 High-speed interface
Note: If there is a USB2 connection, USB2 transfer speeds are supported.

Dimensions (WxHxD)

4.9 x 4 x 1 in (124.5 x 101.6 x 25.4 mm) Fits conveniently in the 5.25" drive bay.

Supported Media Types

CompactFlash Type I
CompactFlash Type II
Microdrive
Secure Digital Card (SD)
Secure Digital High Capacity (SDHC)
SD Extended Capacity Memory Card (SDXC)
SD Ultra High Speed II(SD UHSII)
Memory Stick
Memory Stick Select
Memory Stick Duo (MS Duo)
Memory Stick PRO (MS PRO)
Memory Stick PRO Duo (MS PRO Duo)
Memory Stick PRO-HG Duo
MagicGate Memory Stick (MG)
MagicGate Memory Stick Duo

These additional media types are supported with a card adapter.
Memory Stick Micro (M2)
miniSD
miniSD High Capacity
Micro SD Memory Card (MicroSD)

Technical Specifications - Optical and Removable Storage

	Micro SD High Capacity Memory Card (MicroSDHC)
	Test Parameters/Conditions - Power applied, unit operating on system ±5%
Operating Systems Supported	<p>Windows 8 Pro (64-bit)*</p> <p>Windows 8.1 (64-bit)*</p> <p>Windows 8 (64-bit)*</p> <p>Windows 7 Ultimate (32-bit)**</p> <p>Windows 7 Ultimate (64-bit)**</p> <p>Windows 7 Professional (32-bit)**</p> <p>Windows 7 Professional (64-bit)**</p> <p>Windows 7 Home Basic**</p> <p>Windows 7 Home Premium (32-bit)**</p> <p>Windows 7 Home Premium (64-bit)**</p> <p>Windows Vista Business 64</p> <p>Windows Vista Business 32</p> <p>Windows Vista Home Basic 32</p> <p>Windows XP Professional</p> <p>Windows XP Home 32</p> <p>No driver is required for this device. Native support is provided by the operating system.</p> <p>Not all features are available in all editions of Windows 8. Systems may require upgraded and/or separately purchased hardware, drivers and/or software to take full advantage of Windows 8 functionality. See http://www.microsoft.com.</p> <p>Not all features are available in all editions of Windows 7. This system may require upgraded and/or separately purchased hardware to take full advantage of Windows 7 functionality. See http://www.microsoft.com/windows/windows-7/ for details.</p>
Kit Contents	Media card reader, 5.25" bracket/rails/bezel, Install Guide, IO & Security Software and Documentation CD
Approvals	<p>USB-IF, WHQL, Compliant with USB Mass Storage Class Bulk only Transport Specification Rev. 1.0,</p> <p>Compliant Intel Front Panel I/O Connectivity Design Guide V. 1.3, FCC, CE, BSMI, C-Tick, VCCI, MIC, cUL, TUVT</p>
Weight	0.35 lbs (0.16 kg)

Technical Specifications - Controller Cards

HP IEEE 1394b FireWire PCIe Card	Data Transfer Rate	Supports up to 800 Mbps	
	Devices Supported	IEEE-1394 compliant devices	
	Bus Type	PCIe card full height PCIe slots	
	Ports	Two IEEE-1394b bilingual 9-Pin Connector (Rear)	
	Internal Connectors	One 10-Pin header Custom Connector	
	System Requirements	Windows 7 Professional 32-bit and 64-bit, Microsoft® Windows® XP Professional, Windows XP Home, Windows Vista, SLED 11 and RHEL 6. Intel Pentium® G series or higher processor, 128-MB RAM, 1-GB Hard Drive, CD-ROM drive, built in sound system, Available PCIe slot.	
	Temperature – Operating	50° to 131° F (10° to 55° C)	
	Temperature – Storage	-22° to 140° F (-30° to 60° C)	
	Relative Humidity – Operating	20% to 80%	
	Compliances	FCC Part 15B, cULus 60950, CE Mark EN55022B(1995)/EN55024-1998 STD, Taiwan BSMI CNS13438, Korea MIC	
	Operating Systems Supported	Windows 7 Professional 32-bit and 64-bit, Windows Vista® Business 32-bit and 64-bit, Windows® XP Professional, XP Professional 64-bit, RHEL 6 and SLED 11.	
	HP Thunderbolt-2 PCIe 1-port I/O Card	Data Transfer Rate	Supports up to 20 Gb/s (20,000 Mb/s)
		Devices Supported	Thunderbolt™ certified devices
Bus Type		PCIe card, full or half height PCIe slots	
Ports		One Thunderbolt™ 2 external 20-Pin output connectors (Rear)	
Internal Connectors		One 5-Pin header connector	
System Requirements		Genuine Windows 7 Professional 64-bit, Genuine Windows 8.1 64-bit, Intel i5 series or higher processor, 128-MB RAM, 1-GB Hard Drive, available PCIe slot.	
Temperature - Operating		50° to 131° F (10° to 55° C)	
Temperature - Storage		-22° to 140° F (-30° to 60° C)	
Relative Humidity - Operating		20% to 80%	
Compliances		FCC Part 15B, cULus 60950, CE Mark EN55022B(1995)/EN55024-1998 STD, Taiwan BSMI CNS13438, Korea MIC	
Operating Systems Supported		Genuine Windows 7 Professional 64-bit, Genuine Windows 8.1 64-bit.	
Kit Contents		HP Thunderbolt™ 2 PCIe 1-port I/O Card, full height and half height bracket, DisplayPort to DisplayPort cable, internal header cables (2), user documentation and warranty card.	
Warranty		The HP Thunderbolt™ 2 PCIe 1-port I/O Card has a one-year Limited Warranty or the remainder of the warranty of the HP supported product in which it is installed. Technical support is available seven days a week, 24 hours a day, by phone, as well as online support forums. Certain restrictions and exclusions apply.	

Technical Specifications - Networking and Communications

Integrated Intel I217LM PCIe GbE Controller (Intel vPro with Intel AMT 9.0)	Connector	RJ-45
	Controller	Intel I217LM GbE platform LAN connect networking controller
	Memory	3 KB Tx and 3KB Rx FIFO packet buffer memory
	Data Rates Supported	10/100/1000 Mbps
	Compliance	802.1as/1588, 802.1p, 802.1Q, 802.3, 802.3ab, 802.3az, 802.3i, 802.3u, 802.3z
	Bus Architecture	PCI Express and SMBus
	Data Transfer Mode	PCIe-based interface for active state operation (S0 state) and SMBus for host and management traffic (Sx low power state)
	Power Requirement	Requires 3.3V (integrated regulators for core Vdc)
	Boot ROM Support	Yes
	Network Transfer Mode	Full-duplex; Half-duplex (not supported for the 1000BASE-T transceiver)
	Network Transfer Rate	10BASE-T (half-duplex) 10 Mbps 10BASE-T (full-duplex) 20 Mbps 100BASE-TX (half-duplex) 100 Mbps 100BASE-TX (full-duplex) 200 Mbps 1000BASE-T (full-duplex) 2000 Mbps
	Management Capabilities	vPro, WOL, auto MDI crossover, PXE, iSCSI Boot, Multi-port teaming, RSS, ACPI, Advanced cable diagnostic, loopback modes, AMT 9.0 support, Circuit Breaker, VLAN, Multicast Listener Discovery (MLD)

Intel 7260 802.11 a/b/g/n PCIe WLAN NIC	Operating Humidity	Operating: 10% to 90% (non-condensing) Non-operating: 5% to 95% (non-condensing)
	Dimensions (H x W x D)	Native HMC: 26.8 x 30.0 x 2.4 mm Carrier Card Assembly 3.3 x 4.7 in (84 x 119 mm)
	Kit Contents	PCIe x1 card with full height bracket, rf antenna, antenna cable, separate low profile bracket, software CD and warranty.
	NOTES	<ol style="list-style-type: none"> 1. WLAN supplier's client utility is required for Cisco Compatible Extensions support with Microsoft Windows XP. WLAN may also be compatible with certain third-party software supplicants. WLAN supplier IHV extensions required for Cisco Compatible Extensions support for Microsoft Windows Vista. 2. Check latest software/driver release for updates on supported security features. 3. Maximum output power may vary by country according to local regulations. 4. In Power Save Polling mode and on battery power. 5. Receiver sensitivity is measured at a packet error rate of 8% for 802.11b (CCK modulation) and a packet error rate of 10% for 802.11a/g (OFDM modulation).

Summary of Changes

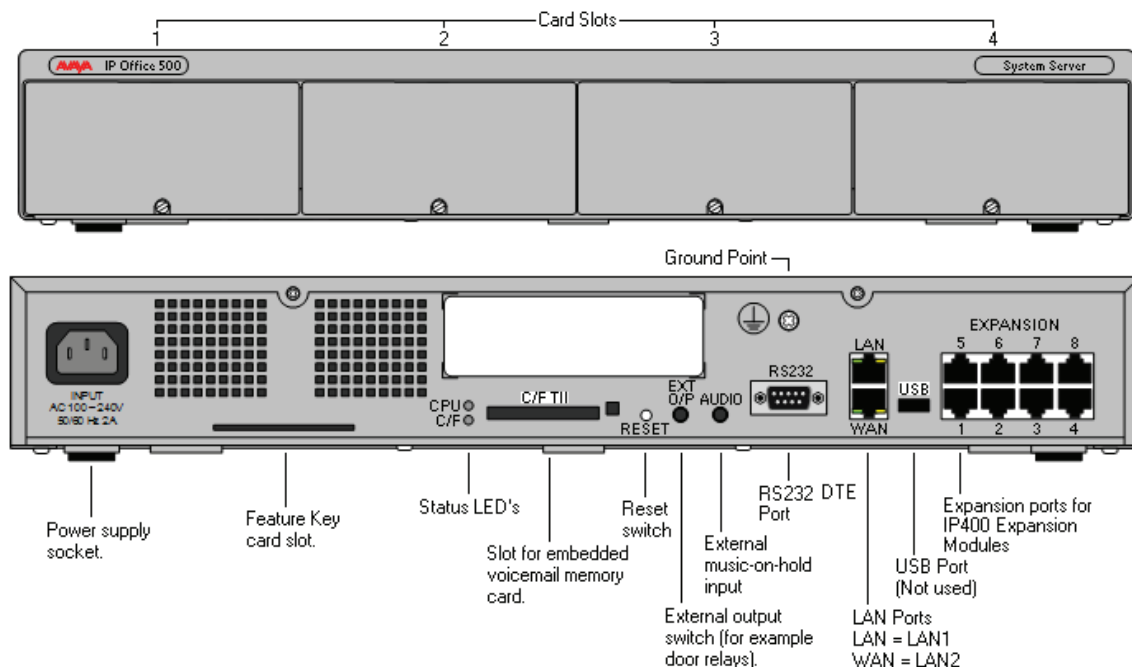
Date of change:	Version History:		Description of change:
	From v1 to v2		
June 1, 2014	From v15 to v16	Added	IdNumber
September 4, 2014	From v16 to v17	Changed	Added HP Client Security and the Intel Core i3-4160, OS section updated.
November 1, 2014	From v17 to v18	Added	HP 15-in-1 Media Card Reader
		Removed	Intel® Xeon® processor E3-1270v3, Intel® Xeon® processor E3-1230v3, Intel® Core™ i3-4330, Intel® Pentium® G3220, NVIDIA Quadro 410 512MB Graphics, Genuine Windows® 7 Ultimate 64-bit, Genuine Windows® 7 Home Premium 32/64-bit, HP 14-in-1 Media Card Reader
December 1, 2014	From v18 to v19	Added	Ubuntu Desktop Linux 14.04, NVIDIA Quadro K620
		Changed	OS, entry 3D and processors section
		Removed	Windows 7 Ultimate 64-bit, Intel Pentium® G3220 processor 3.00 -- 3 MB 1333 MHz 2 N N HDGraphics, Intel Core™ i3-4330 processor 3.50 -- 4 MB 1600 MHz 2 Y N 4600, Intel Xeon processor E3-1230v3 3.30 3.70 8 MB 1600 MHz 4 Y Y No, Intel Xeon processor E3-1270v3 3.50 3.90 8 MB 1600 MHz 4 Y Y No
January 1, 2014	From v19 to v20	Removed	Core i7, i5 and Intel Pentium Processors, 250, 500 and 1TB SATA 10k rpm HDDs
February 1, 2015	From v20 to v21	Added	OS, Windows 8.1 64-bit
April 1, 2015	From v21 to v22	Changed	Memory nomenclature
May 1, 2015	From v22 to v23	Added	Windows 8.1, and Linux in OS, NVIDIA Quadro K1200 and Memory note in Overview and Supported Components section.
		Changed	OS and Memory order and support from Overview and Supported Components
		Removed	256 SED SSD
June 1, 2015	From v23 to v24	Added	Intel® Core™ i3-4170 processor, 1TB SATA 7200 rpm 8GB 3.5" SSHD (hybrid), 3Dconnexion CADMouse
		Removed	AMD FirePro V3900 1GB Graphics, NVIDIA Quadro K600 1GB Graphics
August 1, 2015	From v24 to v25	Added	Support to Win10 in Overview OS
		Changed	OS Preinstalled and Supported reordering Overview OS
October	From v25 to v26	Added	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 10 Pro 64 Downgrade to Windows 7 Professional 64, Windows 10 Home 64-bit to Preinstalled OS; Windows 10 Enterprise 64-bit to supported OS; Intel 7260 802.11 a/b/g/n PCIe WLAN NIC to Network and Communications
		Changed	Windows 8.1 Chinese Language Edition
		Removed	Intel 6205 802.11 a/b/g/n PCIe x1 WLAN Card, From Network and Communications; Windows 10 64-bit from Supported OS

© 2015 Hewlett-Packard Development Company, L.P. The information contained herein is subject to change without notice. The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein. Intel, Xeon are trademarks of Intel Corporation in the U.S. and other countries. Microsoft and Windows are U.S. registered trademarks of Microsoft Corporation. Windows 7 and Windows Vista is either a registered trademark or trademark of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.

IP Office 500 Control Unit

With a greater VCM channel capacity and performance, the IP Office 500 (IP500) is the most suitable of the IP Office range for IP Telephony applications. It also provides an entry level offer into the IP Office family through IP Office Standard Edition software. The IP500 also differs from the IP412 by providing a greater trunk expansion capability of up to eight four PRI interfaces (maximum 192/240 trunks). The IP500 is a stackable unit with an optional 19" rack mounting kit and an optional wall mounting kit for smaller configurations. The IP500 includes:

- 4 slots to house a mixture of extension cards and VCM cards
 - Digital Station 8 card
 - Phone 2 and Phone 8 cards
 - VCM-32 and VCM-64 cards
- Optional trunk daughter card support:
 - Analog Trunk Module 4 card
 - BRI-4 and BRI-8 cards (2 x 2B+D and 4 x 2B+D channels respectively)
 - Single and Dual Universal PRI cards
- Support for IP400 trunk and VCM cards using a Legacy Card Carrier
- Slot for smart card Feature Key – required for system operation as well as licensing of optional features.
- 9-pin DTE Port for maintenance.
- Support for up to 8 IP500 Expansion Modules (requires upgrade to Professional Edition):
 - Phone modules (8, 16, 30)
 - Digital Station modules (16, 30)
 - Analog Trunk Module 16
 - BRI So8 module
 - IP400 expansion modules (not WAN3 10/100 or Network Alchemy modules)
- External O/P socket supporting two relay on/off switch ports, e.g. for door entry systems.
- Audio input port for external music on hold source.
- 48 Data channels
- Up to 30 VoiceMail Pro ports
- Two 10/100 switched Ethernet ports (Layer 3).



IP500 Voice Networking License

QSIG, H.323 and SCN capabilities are not enabled by default in the IP500. An additional license is required to enable this functionality with 4 simultaneous networking channels (no channel limit for QSIG). Additional channels can then be licensed in increments of 4. A Voice Networking license is still required to enable QSIG, even though there is no limit to the number of QSIG calls that can be made or received once licensed.

IP Office Standard Edition

By default the IP500 control unit runs a subset of full IP Office functionality called IP Office Standard Edition. In this mode the IP500 is restricted to a maximum of 32 users in the base control unit with no expansion. Supported options include Embedded Voicemail, Phone Manager Lite/Pro/PC Softphone, SoftConsole, TAPI, SMDR, SIP trunking, mobile twinning, VPN Phone and IP DECT, as well as licenses for voice networking (H.323 or SCN). IP Office Standard Edition does not support advanced applications (VoiceMail Pro, CCC, Conference Center, etc). This restriction can be removed by adding an IP Office Professional Edition Upgrade license to the configuration.

IP Office Professional Edition

By purchasing the upgrade license from Standard Edition to Professional Edition, additional functionality is enabled. This includes the ability to expand the system using up to eight external Expansion Modules, allowing the IP500 to support a maximum of 272 extensions through a mixture of analog, digital or IP handsets. If additional analog trunks are required, these can be aggregated in groups of 16 on each analog expansion module. Note that the Professional Edition also enables the licensing of advanced applications such as VoiceMail Pro.

The following table shows which features are supported by Standard Edition and which require the upgrade to Professional Edition.

	Standard Edition		Professional Edition	
	Included	Optional	Included	Optional
Up to 32 extensions.	✓		✓	
IP phone support	✓		✓	
Phone Manager Lite	✓		✓	
TAPI	✓		✓	
SMDR	✓		✓	
64-way basic conferencing	✓		✓	
IP Office Manager	✓		✓	
System Status Application	✓		✓	
Voice Networking		✓		✓
Advanced Networking		✓		✓
Embedded Voicemail		✓		✓
Phone Manager Pro / PC Softphone		✓		✓
SoftConsole		✓		✓
SIP Trunking		✓		✓
IP DECT		✓		✓
Mobile Twinning and Mobility		✓		✓
VPN phone support		✓		✓
CTI Link Pro		✓		✓
32 - 272 extensions supported.			✓	
Expansion Module support.			✓	
64-way Meet-Me Conferencing			✓	
VoiceMail Lite			✓	
VoiceMail Pro				✓
UMS				✓
ContactStore				✓
Conferencing Center				✓
CCC				✓
TAPI WAV				✓



Engage The Power of We™

Avaya E129 SIP Deskphone

Cost-effective SIP deskphone provides essential call handling features and superior audio quality

Ideal for use in location-based situations – such as in lobbies, waiting rooms, warehouses, classrooms and retail spaces – the E129 SIP Deskphone delivers basic SIP telephony capabilities, enabling enterprises to replace older analog or digital phones with today’s technology.



The Avaya E129 deskphones enable users to transfer, mute, forward and place calls on hold as well as initiate ad-hoc conferences with the press of a button. This phone includes three context sensitive soft keys, five hard buttons for basic functions, including conference, speaker volume and directory access for up to 500 entries. The full duplex speakerphone allows for hands-free conversations, and its Power over Ethernet port offers convenient access to the company network.

The Avaya E129 SIP Deskphone has the right calling capabilities and is both affordable and attractive.

Capabilities

SIP Telephony*

Get today’s basic Session Initiation Protocol (SIP) communications technology at an affordable price, allowing features such as full duplex speakerphone quality, access to call logs and address books, and a visual message waiting indicator. Administrators prefer SIP phones for their built-in redundancy and survivability and the dual Ethernet 10/100 port allows PCs to connect to the network.

The Features You Value Most

For certain situations, such as phones used in office lobbies, waiting rooms, or retail stores, key phone features are needed. The Avaya E129 phone provides all the basic call handling capabilities you’ll need, and then exceeds those needs with such features as programmable softkeys, full duplex speakerphone, and dual Ethernet ports.

The Avaya E129 SIP Deskphone packs all the essential call handling features you’d expect in an affordable, yet highly functional SIP phone.

Highlights

- SIP Telephony
- The Features You Value Most
- Built for Your Business

About Avaya

Avaya is a leading, global provider of customer and team engagement solutions and services available in a variety of flexible on-premise and cloud deployment options. Avaya's fabric-based networking solutions help simplify and accelerate the deployment of business critical applications and services. For more information, please visit www.avaya.com.

Built For Your Business

You expect the best from Avaya, and the E129 SIP Deskphone delivers. It's a high quality deskphone with a modern, sleek design that offers the right features at the right price.

Benefits

Reduced costs: Get the right communications capabilities at the right

price; best choice for location-based communications situations

Ease of use: Simplified user interface enables walk-ups, visitors, and occasional users to communicate quickly and with ease

Exceptional value: Includes the most frequently-used call handling features with the quality you expect from Avaya

Specifications

Feature	Description
Audio	<ul style="list-style-type: none">• G.722 codec support• Full-duplex speakerphone
Call Handling	<ul style="list-style-type: none">• Basic SIP• Single line, 2 calls/line operated with "flash" key• Mute/Unmute• Last number redial* Transfer* Forward* 3-way ad-hoc conferencing;* supports basic, generic, open-standards SIP features above (no Avaya Aura® Advanced SIP Telephony features are supported)
User Interface	<ul style="list-style-type: none">• Monochrome 128x40 pixel display (2¾" x 1"), with three rows• Three context-sensitive softkeys• Status indicators
Software compatibility	<ul style="list-style-type: none">• Avaya Aura® platform R6.2 Feature Pack 3 and above• Avaya IP Office 9.0.3 and above
Connections	<ul style="list-style-type: none">• Dual 10/100 Ethernet ports• Headset jack (RJ9 connector)
Power Requirements	<ul style="list-style-type: none">• Compatible with Power over Ethernet (PoE); requires PoE Class 1 settings• For customers requiring AC power, international AC power adapters sold separately
Languages	Support for the following languages**: English, French, German, Italian, Polish, Portuguese, Spanish, Russian, and Simplified Chinese

* The Avaya E129 SIP Deskphone does not provide Avaya Aura® SIP Telephony. The SIP technology provided is open, standards-based Session Initiation Protocol (SIP).

** Currently, the administrator documentation and web user interface are available in English only.

Learn More

To learn more and to obtain additional information such as white papers and case studies about the E100 Series of devices, please contact your Avaya Account Manager or Authorized Partner, or visit us at www.avaya.com.

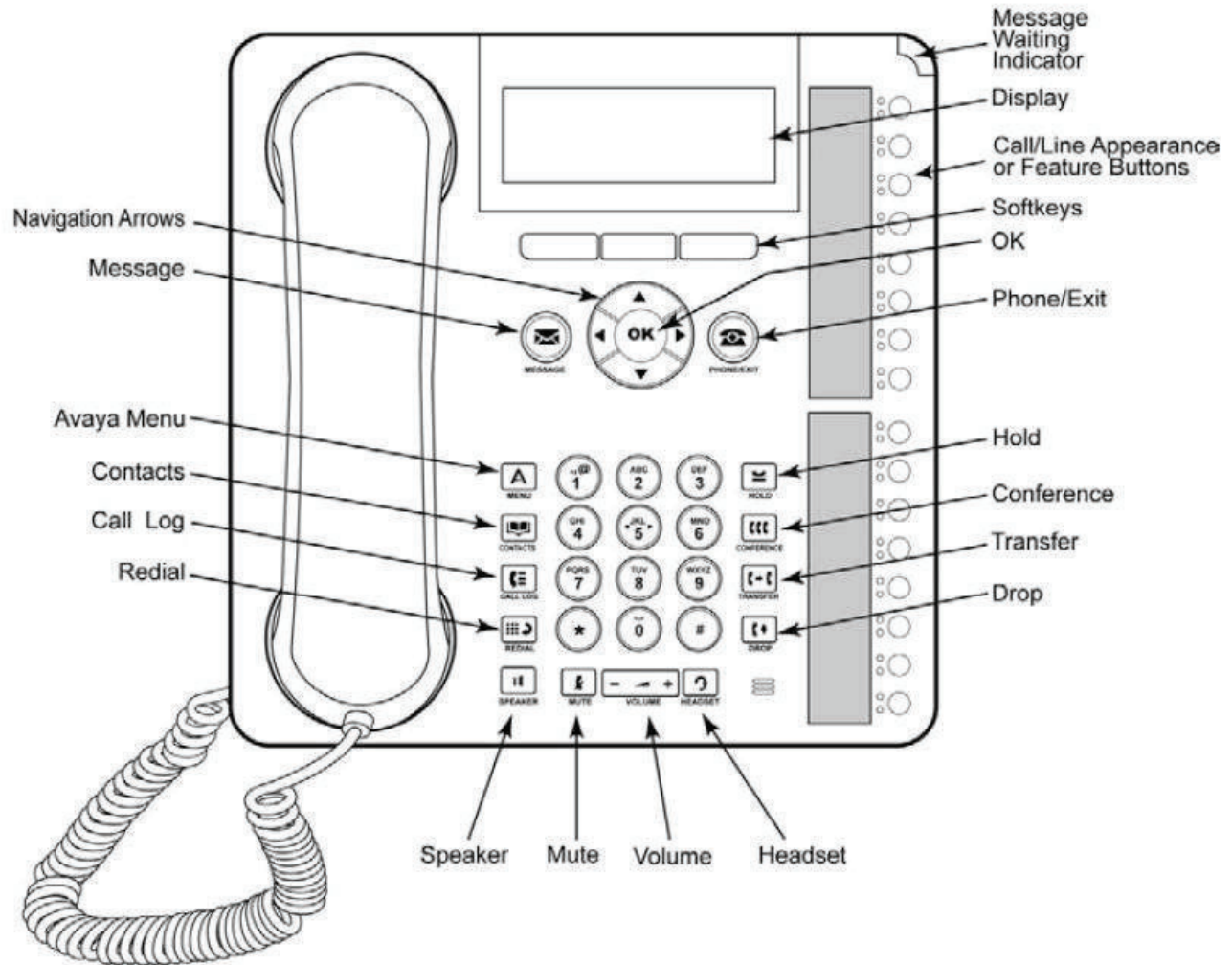
© 2015 Avaya Inc. All Rights Reserved.

Avaya and the Avaya logo are trademarks of Avaya Inc. and are registered in the United States and other countries. All other trademarks identified by ®, TM, or SM are registered marks, trademarks, and service marks, respectively, of Avaya Inc.

11/15 • SME7492-01



Avaya one-X™ Deskphone Value Edition



For More Information

Go to www.avaya.com/support for latest support information, including user guide, administrator guide, installation and maintenance guide, interactive document, and software downloads.

Contacts

Calling a person from the contacts list

1. Press the **CONTACTS** button.
2. Scroll up or down to select the person or number you want to call.
3. Press the **OK** button or the call soft key.

Adding a new contact

1. Press the **CONTACTS** button.
2. Press the **More** soft key.
3. Press the **New** soft key.
4. Enter the name using the dial pad. To enter characters using the dial pad:
 - a. Repeatedly press the number key that corresponds to the letter or number you want to enter until the letter or number is displayed.
 - b. Pause before entering the next characters if the characters are on the same key.
 - c. To enter a space, press 0.
 - d. Enter remaining letters or numbers.
 - e. Press the **Bksp** soft key to delete the last character.
5. Press the **OK** button or the **OK** soft key.
6. Enter the telephone number.
7. Press the **Save** soft key or the **OK** button.

Editing a contact

1. Press the **CONTACTS** button.
2. Scroll to the contact you want to edit.
3. Press the **Details** soft key.
4. Press the **Edit** soft key.
5. Scroll up or down to choose the field you want to edit.
6. Use the dial pad and soft keys to make changes to the contact information.
7. Press the **Save** soft key or the **OK** button to save your changes.

Avaya Menu

You can use the Avaya Menu to adjust and customize phone settings, select the display language, view network settings, and log out. The Avaya Menu has six sub-menus:

- **Screen/Sound** - lets you adjust the display brightness and contrast, select your ringing pattern, turn button click sounds on and off, and turn error tones on and off.
- **Call Settings** - Lets you turn the call timer display, visual alerting, and show incoming calls on or off; set the redial option; and set the audio path to speakerphone or headset.
- **Applications** - Lets you turn call logging on and off as well as turn logging of bridged calls, line calls, and line calls answered by others on and off.

Changing the language

1. Press the **A** button.
2. Scroll to **Advanced Options**. Press the **Select** soft key or the **OK** button.
4. Select **Language**. Press the **Select** soft key or the **OK** button.
6. Scroll up or down to select a display language.
7. Press the **Select** soft key or the **OK** button to change to the selected language.
8. Press the **OK** button to confirm selection.

LEDs

Call Appearance Button LEDs	
Steady green	Call appearance connected/in use.
Slow blinking green	Call appearance is ringing/alerting.
Fast blinking green	Call appearance is on hold.
Steady red	Call appearance in use or is selected and will be used when you go off-hook.
Off	Call appearance free/not in use.
Feature Button LEDs	
Steady green	Feature is active.
Blinking green	Feature is pending (request is being processed and not immediately available).
Blinking red	Feature is shown on the phone display.
Off	Feature is not available

Scrolling and Navigation

A navigation icon appears in the phone display to indicate that you can scroll to more options or information. Use the up and down navigation arrows to scroll up or down through lists. Use the right and left navigation arrows to go to other screens or to move the cursor right or left when entering text. When you scroll to a line on the display, that line is selected.

The soft key labels will change according to the options available for the selected line. The **OK** button is a shortcut for the default action. For example, when you select an entry in your contacts list, pressing the **OK** button places a call to that person.

Answering and Making a Call

Answering a Call

- If you are not already on a call, lift the handset. If you are already on a call, press the alerting call appearance button (slow flashing green lamp) puts the existing call on hold and answers the alerting call.
- To answer the call on speakerphone, press the **SPEAKER** button.
- To answer the call using a headset, press the **HEADSET** button.

Making a Call

1. Dial the number you want to call.
2. When answered, either lift the handset or continue on speakerphone.

Putting a Call on Hold

1. While connected to the call, press **HOLD**.
2. To resume the call, press the call appearance for the held call (fast flashing green lamp).

Transferring a Call

1. While connected to the call you want to transfer, press **TRANSFER**.
2. Dial the telephone number.
3. Press **TRANSFER** again to complete the transfer.

Conference Calls

Making a conference call

1. While active on a call, press the **CONFERENCE** button. The call is put on hold.
2. Call the person you want to add to a conference.
3. When they answer, if they want to join the conference press the **CONFERENCE** button again. If they do not want to join the conference, press the **DROP** button. Then press the fast flashing green button.

Adding a person to a conference call

1. Press the **HOLD** button to put the conference on hold.
2. Call the person you want to add to a conference.
 - When they answer, if they want to join the conference press the **CONFERENCE** button again.
 - If they do not want to join the conference, press the **DROP** button. Then press the fast flashing green button to rejoin the conference.

Advanced Telephone Features

The features that are available to you depend on what your administrator has assigned to your telephone. A few of the most commonly administered features are explained below. For more information about all the features that are available for your extension, contact your system administrator.

Forwarding a call

1. Press the **CFwrd** feature button. You hear a dial tone prompting you to dial the forwarding number.
2. Dial the number you want to forward your calls to. After you dial the number, you hear a confirmation tone.
3. To turn call forwarding off, press the **CFwrd** feature button.

Send all calls

1. Press the **SAC** feature button to send all calls to coverage.
2. To turn the feature off, press the **SAC** feature button.

Call Log

Calling a person from the call log

1. Press the **CALL LOG** button.
2. Scroll to the left or right to view a separate list of all, missed, answered, or outgoing calls.
3. Scroll up or down to select the person or number you want to call.
4. Press the **OK** button or the **Call** soft key.

Adding an entry from the call log to your contacts list

1. Press the **CALL LOG** button.
2. Scroll to the number that you want to add to your contacts list.
3. Press the **Details** soft key.
4. Press the **+Contact** soft key.
5. To edit the name or number, scroll up or down and edit as appropriate.
6. Press the **Save** soft key or the **OK** button.

FEATURES:

- UTILIZES STANDARD CAT 3, 5, OR 6 CABLE
- EXCELLENT VOICE AND MUSIC REPRODUCTION
- BUILT-IN ACCESSIBLE VOLUME CONTROL PER INPUT
- ADDITIONAL POP-ON, POP-OFF KNOB INCLUDED
- WIDE SOUND DISPERSION
- ELECTRICALLY, ACOUSTICALLY MATCHED COMPONENTS
- STURDY STEEL GRILLE



DESCRIPTION:

Ceiling flush mount 8" speaker assembly, complete with speaker, amplifier, built-in volume control and round grille.

Specifications:

SPEAKER ELEMENT

Cone Diameter: 8" (20.32 cm)
Voice Coil Impedance: 45 Ohms

INPUTS

Impedance: > 600 Ohms nominal
Signal Level : -15dBm line level

OUTPUT

Rating: > 96 dB @ 4' (1.22 m)
Signal/Noise Ratio: -70

FREQUENCY RESPONSE

80 Hz to 15 kHz

POWER REQUIREMENTS

50 mA @ -24 Vdc

ENVIRONMENT

Temperature: -4 ° to +131 °F (-20 to +55 °C)
Humidity: 0-95% Non-Condensing

HOUSING AND FINISH

Steel grille finished in semi-gloss white enamel. The backbox is acoustically treated. The metal backbox and support bridge are finished for rust prevention and are available separately.

DIMENSIONS AND WEIGHT

13.0 "Dia x 3.0 "D (33.02 cm x 7.62 cm)
Weight: 2.5 lbs (1.125 kg)
Shipping Weight: 3.5 lbs (1.575 kg)

MOUNTING ACCESSORIES

V-9914M Support Bridge (order in multiples of 5)
V-9915M Backbox (order in multiples of 5)
V-9916M Bridge and Backbox Assembly

ARCHITECTS' AND ENGINEERS

The ceiling flush mounted 8" (20.32 cm) amplified speaker, Model V-1020C, shall include a speaker, amplifier, volume control and round grille. The speaker assembly, amplifier module, housing and hardware shall be electrically and acoustically matched for a frequency response of 80 Hz to 15 kHz. The assembly shall be FCC part 68 Registered. The registration number shall be BAF917-69358-KX-N.

The speaker element shall be cone type with 5 oz (142 g) ceramic magnet. Diameter of speaker cone shall be 8.0" (20.32 cm). Voice coil diameter shall be .75" (1.91 cm). Voice coil impedance shall be 45 ohms.

The amplifier shall have a frequency response of 80 Hz to 15 kHz. Distortion shall be less than 1.5% at rated output of 1 watt RMS. Signal to noise ratio shall be -70 dB. The amplifier shall operate on a -24 Vdc nominal power supply. Operating current shall be 50 mA at -24 Vdc. Operating temperature shall be -4 to +131 °F (-20 to +55 °C).

A screwdriver adjustable volume control shall be provided at the center of the grille. The externally accessible volume control shall make it possible to adjust volume level of speaker without removal of unit.

The grille shall be constructed of steel, finished in semi-gloss white enamel.

The V-9915M-5 Backbox and V-9914M-5 Support Bridge shall be constructed of steel and finished for rust prevention.

The backbox shall be acoustically treated. Both the backbox and support bridge shall be available separately in quantities of five (5) or assembled together singly as the V-9916M

The maximum dimensions shall be: Speaker and Grille - 13.0 "Dia x 3.0 "D (33.02 cm x 7.62 cm). Backbox: 4.0 "H x 12.3 "Dia (10.16 cm x 31.242 cm). Support Bridge: 23.75 "H x 14.5 "W x 1.5 "D (60.325 cm x 36.83 cm x 3.81 cm).

Weight shall be approximately: Speaker and Grille: 2.5 lbs (1.13 kg). Support Bridge: 1.0 lb (0.45 kg). Backbox 1.8 lbs (0.81 kg). Bridge and Backbox Assembly 2.5 lbs (1.13 kg).

LIMITED WARRANTY

Valcom, Inc. warrants its products to be free from defects in materials and workmanship under conditions of normal use and service for a period of one year from the date of shipment. The obligation under this warranty shall be limited to the re-placement, repair or refund of any such defective device within the warranty period, provided that:

1. inspection by Valcom, Inc. indicates the validity of the claim,
2. the defect is not the result of damage, misuse, or negligence after the original shipment,
3. the product has not been in any way repaired by others and that factory sealed units are unopened (A service charge plus parts and labor will be applied to units defaced or physically damaged).
4. freight charges for the return of products to Valcom, Inc. are prepaid,
5. all units "out of warranty" are subject to a service charge. The service charge will cover minor repairs (major repairs will be subject to additional charges for parts and labor)

This warranty is in lieu of and excludes all other warranties expressed or implied, and in no event shall Valcom, Inc. be liable for any anticipated profits, consequential damages, loss of time or other losses incurred by the buyer in connection with the purchase, operation or use of the product.

This warranty specifically excludes damage incurred in shipment. In the event a product is received in damaged condition, the carrier should be notified immediately. Claims for such damage should be filed with the carrier involved in accordance with the F.O.B. point.



Video Decoder built-in 32ch*1 Network Disk Recorder


Key Features

- H.264 and JPEG multi format
- 16 network cameras can be connected and recorded as default. Up to 32*1 network cameras can be connected and recorded.
- Quick setup by automatic camera detection and simple setup wizard without the use of PC
- "Referenced recording days" is automatically calculated by frame rate, image quality and HDD capacity.
- Simple mouse operation by new GUI without the use of PC
- Quick intuitive search with calendar and timeline
- Live images from up to 32*1 cameras can be displayed simultaneously.
- Supports the Full HD output (HDMI) that can display recorded images and live images in high definition
- Various alarm sources include 9x Terminal inputs, 32x Camera alarm, Panasonic Alarm Protocol. Flexible alarm actions include Alarm recording, E-mail notification, Alarm message, Camera positioning, Terminal output, Panasonic alarm protocol output, Buzzer and Indicator.
- Camera Control: Pan/Tilt, Zoom, Focus, Brightness, Preset Position, Auto mode (depending on camera model)
- Audio from the i-PRO network cameras can be recorded and played back, G.726 (ADPCM) 32 kbps.
- Flexible Playback Controls: Go to Date (Jump to specific time/date), Go to Last (Jump to 30 s before the record end)
- Various Display Modes: Spot, Multiscreen (4 / 16 split screen display, 4 / 6 / 9 / 12 / 16 / 24 / 32*1 split screen display on a full screen)
- Various Recording Modes: Schedule, Event (Pre/Post)
- Filtered Search: Time & Date, Event Type, Camera number, Timeline
- Recorded images can be downloaded to a PC.
- Downloadable viewer software allows playback of images downloaded from the Recorder.
- Equipped with a SD memory card slot and USB memory I / F. It realizes a simple local copy.
- Built-in network interface (10Base-T / 100Base-TX / 1000Base-T) for recording and client access
- Up to 8 clients can monitor image and control WJ-NV300 simultaneously.
- Up to 2 HDDs can be installed. (8.89 cm (3.5 inch) Serial ATA HDD)
- HDD capacity is expandable up to 20 HDD slots (2 HDD slots in the main unit and 2 optional WJ-HDE400 Hard Disk Extension Units each with 9 HDD slots).
- RAID5/6 redundant recording for data security (with WJ-HDE400)


- User authentication, 3 user levels and User level - Camera partitioning setup for user management of up to 16 user registrations
- Multi-recorder, Multi-site system can be made with optional WV-ASM200 i-PRO Management Software.
- ONVIF client, conformance to ONVIF Profile S.

*1 Two Additional Camera Kits WJ-NVE30 are necessary.

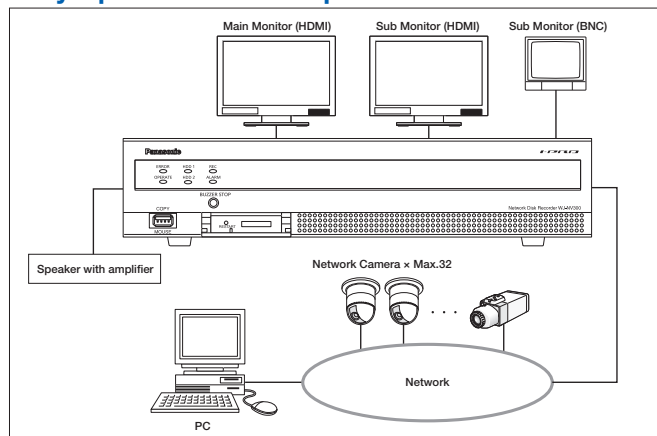
Optional Accessory

Hard Disk Extension Unit WJ-HDE400 	Power Source : 120 V AC, 60 Hz (NTSC)
	Power Consumption: approx. 130 W
Additional Camera Kit WJ-NVE30	Dimensions : 430 mm (W) x 132 mm (H) x 400 mm (D) (16-15/16" (W) x 5-3/16" (H) x 15-12/16" (D)) (excluding rubber feet and projections)
	Weight : 13.5 kg (29.8 lbs.) (When no HDD exist) 20 kg (44.15 lbs.) (When 9 HDDs are installed)

Additional Kit

Additional Camera Kit WJ-NVE30	Additional Business Intelligence Kit WJ-NVF30 
---	--

Easy Operation and Setup without PC



Specifications

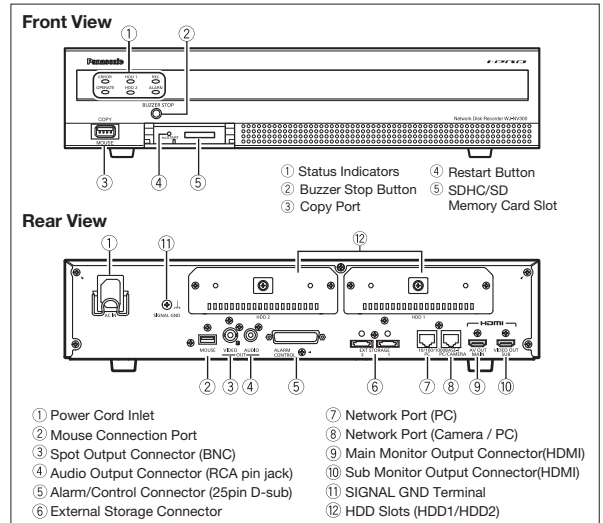
TV System	NTSC
Supported Cameras	Panasonic i-PRO series Network cameras Onvif NVT conformant camera and encoder camera
Supported Image Format	H.264, MJPEG
Supported Image Resolution	Aspect ratio [4:3]: QXGA (2048x1536), SXVGA (1,280 x 960), SVGA (800 x 600), VGA (640 x 480), QVGA (320 x 240) Aspect ratio [16:9]: 1,920 x 1,080, 1,280 x 720, 640 x 360, 320 x 180* Depending on the camera
Supported Audio Format	G.726 (ADPCM) 32 kbps
Maximum Number of Cameras	MAX. 32 ¹ (Default Number of Cameras : 16)
Recording	
Recording Mode	Event, Schedule
Pre-alarm Recording	Up to 15 seconds (Up to 10 seconds at 1,920 x 1080 resolution and up to 5 seconds at QXGA)
Scheduled Recording Mode	4 programs, 3 time zones/day, Independent setup for each day of the week
Frame Rate/Camera	Up to 60fps (Depending on the Camera)
Main Unit Functions	
Camera Control	Pan/Tilt, Zoom, Focus, Brightness, Preset position call and program (up to 256), Auto mode, Click centering, Wheel zoom, Zoom reset, Auto Back Focus
Multiscreen Mode	MainMonitor 4/16 split screen display, 4/6/9/12/16/24/32* split screen display on a full screen (* 24-/32-multiscreen is available when sub monitor isn't on.) SubMonitor 1 screen sequence / 4 split screen sequence / 9(16) split screen display
Playback Control	PLAY, Rev PLAY, Pause, Stop, FF, FR, Prev Record, Next Record, Prev Image, Next Image, Go to Date, Go to Last (30 s)
Search Mode	Search criteria: Time date, Playback by designating a timeline, VMD
Copy	Recorded data of selected cameras and time date range can be copied to the SD (SDHC) card and USB media.
Camera Title	Up to 14 characters
Clock Display	Time: 12H/24H, Date: 5 formats
Digital Zoom	Live: 2x, 4x, 8x (only for 1-screen or 4-screen) Play: 2x, 4x, 8x
System Log	Operator access (100), Network error (100), Error (1,000), Event (750)
System Setup	Setup page in English, French, Italian, Spanish, German, Russian, Portuguese, Japanese
360 Camera Dewarp	Only 1ch display mode.
re-encoding	1Client
Real Time Face Matching	Camera 1Ch, 100 registered face images
Browser GUI	
Camera Control	Pan/Tilt, Zoom, Focus, Brightness, Preset position call and program (up to 256), Auto mode, Click centering, Wheel zoom, Zoom reset
Playback Control	REC, PLAY, Rev PLAY, Pause, Stop, FF, FR, Prev Record, Next Record, Prev Image, Next Image, Go to Date, Go to Last (30 s)
Search Mode	Search criteria: Time date, Event type, VMD, Camera number
Display Mode	1 / 4 screen
Image Download	Recorded data of selected camera and time range can be downloaded to a PC. Viewer software can be downloaded separately.
SD Memory Data Download	N/A
Copy	Recorded data of selected cameras and time date range can be copied to the SD (SDHC) card.
Camera Title	Up to 14 characters
Clock Display	On the browser. Time: 12H/24H, Date: 5 formats
Alarm Control	Reset
Digital Zoom	Live/Play: 2x, 4x (only for 1-screen)
System Log	Operator access (100), Network error (100), Error (1,000), Event (750)
GUI Language	English, French, Italian, Spanish, German, Russian, Portuguese, Japanese
Supported OS	Microsoft® Windows® 8.1, Microsoft® Windows® 7, Microsoft® Windows Vista®.
Supported Browser	Windows® Internet Explorer® 11 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 10 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 9 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 8 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 7 (32 bit)
Required PC	CPU: Intel® Core™ i7-920 or faster, RAM: 3 GB or more, VRAM: 128 MB or more (Min. 64 MB), Microsoft® DirectX® 9.0c or later
Alarm/Event	
Alarm Source	9x Terminal inputs, 32x Camera alarms (Panasonic Alarm Protocol), 128x Command alarms
Event Mode	Off/On
Alarm Action	Alarm recording, e-mail notification, Alarm message, Camera positioning, Terminal output, Panasonic alarm protocol output, Buzzer, Indicator
Alarm Control	Reset
Event log	750
Input / Output	
Spot Output Connector	1x 1 V [p-p] / 75 Ω (BNC)
Monitor (HDMI) Connector	2x HDMI 1920x1080p /60Hz, 1920x1080p /50Hz, 1920x1080i /60Hz, 1920x1080i /50Hz, 720x576p /50Hz, 720x480p /60Hz
Audio Output Connector	1x -10 dBv, 600 Ω, Unbalanced (RCA)
Alarm / Control Connector / D-sub 25pin	Alarm input 1 ~ 9 ² , Alarm output ³ , Alarm reset input ² Time adjustment input ² , +5 V output ⁴ Network error output ³ , HDD error output ³ , Camera error output ³ , Recorder error output ³ , Recording error output ³
Mouse Connection Port	1x
Network Port	2x 10BASE-T / 100BASE-TX / 1000BASE-T (RJ-45)
USB Memory	Only USB2.0 Memory
SDHC/SD Memory Card Slot	SDHC/SD memory cards applicable (miniSD cards and microSD cards not applicable)
External Storage	2x HDE400
Network	
Network Interface	2x 10BASE-T / 100BASE-TX / 1000BASE-T (RJ-45)
Maximum Recording Rate	128 Mbps or less
Maximum Band Width	Total 160 Mbps or less
Supported Protocol	TCP/IP, UDP/IP, HTTP, FTP, SMTP, DNS, NTP, SNMP, RTP
E-mail	Upon Alarm or Warning
FTP Client	1
No. of Simultaneous Users	8 or less
User Registration	Up to 16 users
User Level	3 Levels (Programmable)
Partitioning	User level - Camera (View & Control, No Access)
Security Method	User authentication (ID and Password), Alteration detection

- All TV pictures are simulated.
- Masses and dimensions are approximate.
- Specifications are subject to change without notice.
- All product pictures are NTSC models.

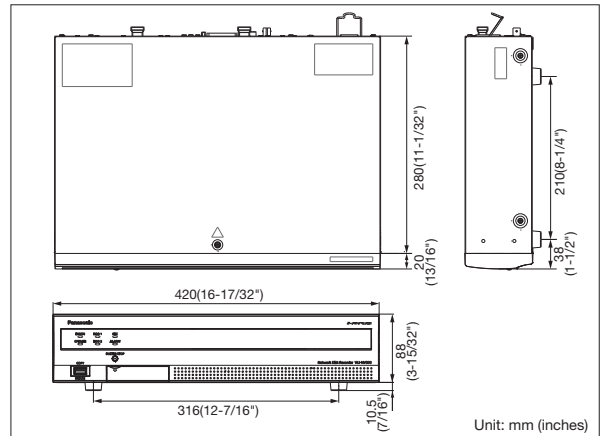
TV System	NTSC
Other Functions	Time Synchronization Terminal (Slave), NTP (Server/Client) Summer Time User definable (using menu setup)
HDD	Remote Monitoring on Smartphone/Tablet 1Client *Panasonic Security Viewer v.2.1 or later is required on smartphone/tablet PC. Type WJ-NV300: 8.89 cm (3.5 inch) Serial ATA HDD, Up to 2x HDDs can be installed. Maximum Capacity 4TB ⁵ RAID Single, RAID1, 5 ⁶ , 6 ⁶
Viewer Software	Playback Control Play, Rev Play, Pause, FF, FR, Prev Record, Next Record, Prev Image, Next Image Additional Functions Alteration detection, Save as JPEG, Two times zoom, Print, Copy Supported OS, Language Language of the software will be English
General Specifications	Safety / EMC Standard UL (UL60065), FCC (Part15 ClassA), C-UL (CAN/CSA C22.2 No.60065),DOC (ICES003 ClassA) Power Source 120 V AC, 60 Hz Power Consumption approx. 55 W (with 4TBHDDx2) Ambient Operating Temperature Main body: +5 °C ~ +45 °C (41 °F ~ 113 °F) Mouse (provided): +5 °C ~ +40 °C (41 °F ~ 104 °F) Ambient Operating Humidity 5 % ~ 90 % (without condensation) Maximum Operating Altitude 2,000 m (6,562 feet) above sea level Dimensions 420 mm (W) x 88 mm (H) x 300 mm (D) (16-17/32" (W) x 3-15/32" (H) x 11-13/16" (D)) (excluding rubber feet and projections) Mass (approx.) 5.3 kg (11.70 lbs), without HDD 6.0 kg (13.25 lbs), with 1 HDD, 6.7 kg (14.79 lbs.) with 2 HDDs

- *1: Two Additional Camera Kits WJ-NVE30 are necessary. *2: Non-voltage make contact input, 50 kΩ +5 V DC pull-up
- *3: Open collector output, 24 V DC, 100 mA max. *4: 200 mA max. *5: Please check the following URL for the latest information.
- <http://security.panasonic.com/ps/security/library/library.html > *6: Hard Disk Extension Unit WJ-HDE400 is necessary.

Part Names and Functions



Appearance



Trademarks and registered trademarks

- Microsoft, and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and other countries.
- UniPhier is a registered trademark of Panasonic Corporation.
- "i-PRO SmartHD" logo is trademarks or registered trademarks of Panasonic Corporation.
- ONVIF and the ONVIF logo are trademarks of ONVIF Inc.

Important

- Safety Precaution: Carefully read the Important Information, Installation Guide and operating instructions before using this product.
- Panasonic cannot be responsible for the performance of the network and/or other manufacturers' products used on the network.

DISTRIBUTED BY:

Panasonic

<http://security.panasonic.com>

<http://www.facebook.com/PanasonicNetworkCamera>

(2A-117A)

ZERO DISTANCE MANAGEMENT

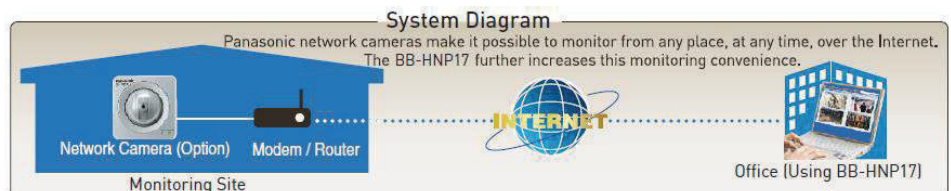
Live and recordable image and sound features for improved security and marketing research



Features

- H.264, MPEG-4 and Motion JPEG Recording & Monitoring
- Supports resolutions of 1280 x960
- Flexible Layout
 - Full Screen Display
 - Single Monitoring Screen Display
 - Multi-Monitoring window
 - Auto Scan Display under Multi-Monitoring
- Remote Access Function
- Time Specified Color Night View
- Multi-Sensor-Activated Recording
 - Motion Detection Recording
 - Built-in Sensor Detection Recording
 - Sound Detection Recording
 - Shock Detection Recording
 - Alarm Recording
- Pop-up display with Event Detection
- Timer Recording
- Timer Recording with Preset Position
- Converting Recorded Images to JPG/WAV/ASF/AVI formats
- Audio Transmission
- Snap Shot

See There
 When You Can't Be There



System Requirements for your PC

OS	Microsoft® Windows Vista® Microsoft® Windows® XP Microsoft® Windows Server® 2003 Microsoft Windows 7 Microsoft® Windows Server® 2008
Web browse	Internet Explorer® 6/7/8(32bit)
Resolution	SXGA (1280 x 1024 pixels; 16,770,000 colors)
File system	NTFS (NT File System)
Audio*1	Audio output feature (Speaker or Headphones) Audio input feature (Microphone)

Hardware specification

- Recording condition**
- When 10 network camera units are connected CPU: Intel® Pentium® 4 3GHz or greater, or equivalent compatible processor, RAM: 1024 MB or more*2
 - When 2 network camera units are connected CPU: Intel® Pentium® 4 2.6GHz or greater, or equivalent compatible processor, RAM: 512 MB or more*2

Voice Audio output function (including speaker or headphone)

*1 When using a camera that supports audio

*2 This specification is required for using all network cameras to simultaneously record at a resolution of 320 x 240 in standard image quality, while monitoring with all registered cameras at a frame rate of 2 fps.

BB-HNP17 The recommended PC specification for number of recording camera*1.

CPU	Intel Core 2 quad Q9650		
Clock	3.00 GHz		
Memory	4 GB		
OS	Windows 7		
Audio	No		
Compression Format	H.264		
Frame rate	30fps		
Resolution	640 x 480	1280 x 960	
Number of camerast	20	Both recording and live monitoring works well as specified. No frame rate change happens.	This case hasn't been tested.
	2	This case hasn't been tested.	Both recording and live monitoring works well as specified. No frame rate change happens.
	1	This case hasn't been tested.	Both recording and live monitoring works. Frame rate control (reduced) happens for live monitoring, but there is no influence for the recording at all.

*1 The data shows the result based on an example case that only BB-HNP17 is running on the PC as an application. It is strongly recommended not to run other software while running this software for the best result.

Still and motion image data size

BB Series

JPEG Data size for 1 image frame (image only), Data format: JPEG

resolution (dot)	favor clarity size(KB)	standard size(KB)	favor motion size(KB)
1280 x 960	approx.120	approx.77	approx.60
640 x 480	approx.50	approx.35	approx.27
320 x 240	approx.25	approx.16	approx.10
194 x 144	approx.10	approx.7	approx.5

MPEG-4/H.264 Data size for 1 second of motion images(images only)

MPEG-4/H.264 bitrate(kbps)	Data size/hour(MB)
2,048	900
1,536	675
1,024	450
768	338
512	225
384	169
256	113
192	84

WV Series (i-PRO SmartHD)

JPEG Data size for 1 second of motion images(images only), Data format: JPEG

resolution (dot)	Low size(KB)	Normal size(KB)	Fine size(KB)	Super Fine size(KB)
1280 x 960	58	154	307	346
640 x 480	26	52	103	138
320 x 240	10	29	48	53

MPEG-4 Data size for 1 second of motion images(images only), Data format: MPEG-4

resolution (dot)	MPEG-4 bitrate(kbps)	Data size/hour(MB)
640 x 480	2,048	900
320 x 240	1,024	450

H.264 Data size for 1 second of motion images(images only), Data format: H.264

resolution (dot)	fps	H.264 bitrate(kbps)	Data size/hour(MB)
1280 x 960	30	2,048	900
	15	1,536	675
640 x 480	30	1,024	450
	15	768	338
320 x 240	30	512	225
	15	384	169

* JPEG Data Size

The approximate recording capacity is calculated by using the following formula:
Size (KB) x Frame rate (images/sec) x Recording time (sec)

Example

- The calculation for a 1-hour recording of 640 x 480 resolution images at a frame rate of 5 images/sec in Favor Clarity mode is as follows:
50 KB x 5 images/sec x 3,600 sec (1 hour) = 900,000 KB ≈ 879 MB
- In case of images with voices, 4 KB is added per each second:
900,000 KB + 4 KB x 3,600 sec = 914,400 KB ≈ 893 MB

* A version upgrade from BB-HNP11 and BB-HNP15 is not supported.

* Camera control depends on the control specifications supported by the network camera.

* The number of camera units allowed for simultaneous recording varies depending on the PC performance.

* MPEG-4 bit rate: This depends on the value set at the camera for MPEG-4 bit rate for image distribution.

The approximate recording capacity is calculated by using the following formula:

MPEG-4 bit rate (Kbps)/8 bits x time (sec).

Example

- The calculation for 640 x 480 resolution images at an MPEG-4 bit rate of 768 Kbps is as follows:
768 Kbps/8 bits x 3,600 seconds (1 hour) = 345,600 KB ≈ 337.5 MB
- In case of images with voices, 4 KB is added per each second:
345,600 KB + 4 KB x 3,600 sec = 360,000 KB ≈ 352 MB

* H.264 bit rate: This depends on the value set at the camera for H.264 bit rate for image distribution.

The approximate recording capacity is calculated by using the following formula:

H.264 bit rate (Kbps)/8 bits x time (sec).

Example

- The calculation for 640 x 480 resolution images at an H.264 bit rate of 1536 Kbps is as follows:
1536 Kbps/8 bits x 3,600 seconds (1 hour) = 691,200 KB ≈ 675 MB
- In case of images with voices, 8 KB is added per each second:
691,200 KB + 8 KB x 3,600 sec = 720,000 KB ≈ 704 MB

Feel Safer with Panasonic

Clear image and innovative sound recording functions provide excellent monitoring for your business

Support for H.264, MPEG-4 and Motion JPEG Images and Sound

Images with sound from a LAN- or internet-connected network camera or network camera server can easily be recorded and replayed from a remote PC. Images together with sound can be recorded, which gives a sense of actually being on site, something that cannot be conveyed with images alone. It is also possible to record images from multiple network cameras simultaneously. In addition to MPEG-4 and Motion JPEG, H.264 for high compression and smooth movement is also supported, and mode can be selected according to application and environment.



*Corresponding Model Types

BB/BL Series

[H.264] BB-HCM735/HCM715/HCM705/HCM701/BL-C230/C210

[MPEG-4] BB-HCM735/HCM715/HCM705/HCM701/HCM581

/HCM580/HCM547/HCM531/HCM527/HCM511/BL-C230/C210/C160

/C140/C131/C111/C121/C101

[JPEG] BB-HCM735/HCM715/HCM705/HCM701/HCM581/HCM580

/HCM547/HCM531/HCM527/HCM511/HCM371A/HCM110A/BL-C230

/C210/C160/C140/C131/C111/C121/C101/C1

i-PRO(WV) Series*

[H.264] WV-SC385/SP105/SP102/SP306/SP305/SP302/SF336

/SF335/SF332/NP502(Ver.1.02 or later)/NW502S(Ver.1.02 or later)

[MPEG-4] WV-SC385/SP306/SP305/SP302/SF336/SF335/SF332

/NP502(Ver.1.02 or later)/NW502S(Ver.1.02 or later)

[JPEG] WV-SC385/SP105/SP102/SP306/SP305/SP302/SF336

/SF335/SF332/NP502(Ver.1.02 or later)/NW502S(Ver.1.02 or later)

* WV series network cameras connected over the Internet can only display JPEG images.

WV series network cameras connected to the network camera recorder software on the same network(LAN) can display MPEG-4 and H.264 images.

* The WV series network cameras cannot record audio for MPEG-4 and H.264 images. When [MPEG-4] or [H.264] is selected in [Data Format], [Audio and Image] is displayed as inoperable.

* When WV series cameras are registered to this software and used, some of the procedures and specifications for using the WV series network cameras will differ to those listed in this spec sheet.

Please refer to the following site. <http://panasonic.net/pcc/products/netwcam/lineup/bb-hnp17/>

Support for 1280 x 960 Resolution Recording and Monitoring

Recording and monitoring of high resolution 1280 x 960 camera images is possible. In operating situations where detailed images are necessary, high quality images can be stored in a PC with the same high resolution.

Time-specified Color Night View

Color Night View can be set using a timer. Cameras are switched between normal and Color Night View modes from HNP17. By switching between normal mode for bright daylight conditions, and Color Night View for nighttime when there is darkness, camera images can be recorded or monitored using the most appropriate mode for a given time period. By saving normal mode shutter speed, after a return from Color Night View mode to normal mode, shutter speed can be returned to its original value.



Flexible Layout Setup Possible with Multi-monitoring Screen

It is possible to monitor from up to 16 cameras simultaneously on one screen. In case more than 16 cameras are registered, images from up to 64 cameras can be displayed on up to 128 pages with switching between screens. Switching can be done to provide full-screen display of camera images, and switching to single-screen view can be done by double-clicking on the camera image you wish to view.

Full Screen Display

A camera image is displayed on the full screen of your PC.

Single Monitoring Screen Display

If you double-click an image from the network camera, the screen display on your PC is switched into Single Monitoring / Multi-Monitoring screen for the user's convenience.

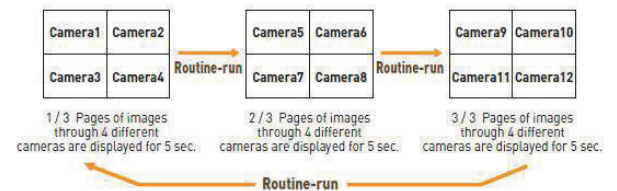


Flexible Layout

The multi-monitoring screen layout can be changed flexibly. For example it is possible to change the number of images displayed vertically and horizontally and increase the size of an image that you wish to give special attention to.

Auto Scan Display under Multi-Monitoring

This function shows different multi-monitoring images at certain intervals and can switch into different pages of those images.



Specifications

Camera registration monitoring

No. of registrable camera units	Up to 64 camera units. Note that the actual number of registrable camera units varies depending on the performance of the PC used.
Camera image view	Sequential display, Up to 16 multi-camera display, full screen display, layout change
Image display size	Automatically adjusted to match the camera layout.
Camera setup*1	Each camera can be set up individually (camera name, resolution, image quality setting, recording format, timer setting, etc.)
Selected camera image display	Automatically adjusted to match the camera layout.
Image zoom in/out*1	3 types of zoom functions: the camera zoom functions [Optical zoom, Ex zoom, and digital zoom], as well as the network camera recorder software's digital zoom.
Preset	Preset functions set in cameras can be used
Camera control*1	Control of basic camera functions [pan/tilt/zoom, brightness, resolution, image quality, sound level]
Preset Sequence*1	Periodically scans and displays the locations registered in the camera presets. (Only for cameras with preset sequence feature)
Time specified color night view*1	Color night view activation/deactivation can be registered in a schedule

Recording

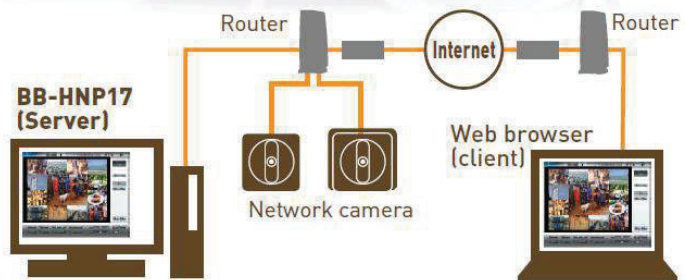
Recording file format	Original file format: Images and voices are recorded continuously in a moving image file.
Recording media	Hard disk, network drive*2
Recording resolution*1	H.264: 1920x1080/1280x960/1280x720/800x600/640x480/640x360/320x240/320x180 MPEG-4: 1280x960/640x480/320x240/192x144 M-JPEG: 2048x1536/1920x1080/1280x960/1280x720/800x600/640x480/640x360/320x240/320x180/192x144/160x120
Image quality (JPEG only)	BB Series: Favor clarity, Standard, Favor motions WV Series: Super Fine - Low (10 Levels)
No. of camera units for simultaneous recording	Dependent on camera type and performance of PC. See the hardware specifications "System Requirements for your PC".
Recording capacity limit function	Maximum recording capacity value can be set for individual camera units (Whether to save new data by overwriting or to stop recording when the set capacity is reached can be selected). In addition to a capacity limit for each camera, there is also a capacity limit for the entire storage media.
Motion detection recording (JPEG only)	The unit can be set to activate recording when motion is detected (sensitivity and threshold value can be adjusted) or to record for a certain time length before and after motion detection.*3 Motion detection can be disabled in specified areas. Motion detection can be confirmed on-screen.
Shock detection recording*1 (JPEG only)	Starts recording with shock detection recording when the camera detects a shock. The recording time for shock detection recording (and so on) is set using this software.



Remote Access Function

For host-side PCs installed with BB-HNP17, access is possible using a web browser for monitoring and checking of recorded data. It is not necessary for BB-HNP17 to be installed in the client-side PC. Three levels of access authority can be set for users, and administrator authority configurations can be set, including the addition of new image recording conditions.

- * The first time the server is accessed via a client PC web browser, the remote client recording program is automatically downloaded and installed.
- * When used with H.264, the accessing client-side PC must also have an H.264 user license (BB-HCAB).
- * When used with MPEG-4, the accessing client-side PC must also have an MPEG-4 user license (BB-HCA5).
- * Internet Explorer (Windows version) is the only web browser supported.
- * When BB-HNP17 (server) is accessed through the Internet using a web browser, a setting is necessary to permit access by an outside computer installed with HNP17.



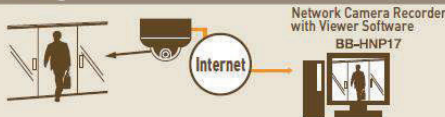
Multi-sensor-activated Recording/ Timer Recording with Preset Position

Detection by sensors mounted on network cameras can be used to activate recording. There is also a built-in timer recording function to start and end recording at preset times. By combining these functions, it is possible for sensor-activated recording to operate only within preset time periods. For each camera, 10 timer settings are possible. So for example, operation can start and end at times set differently for weekdays and weekends. The angle of a camera lens can be changed to a preset position, according to recording start time.*

* BB-HCM735/HCM715/HCM705 only

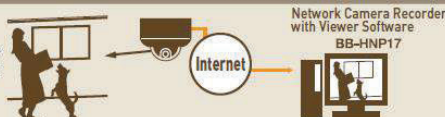
Motion Detection Recording

Recording starts when any movement in the image of the entrance or other place is sensed.



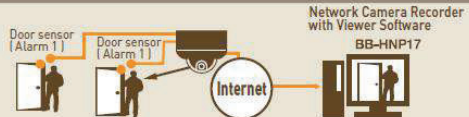
Built-in Sensor Detection Recording * BL-C230/C210/C160/C131/C111 only

Recording starts the moment the system detects temperature differences within its range that are emitted naturally by people animals etc.



Alarm Recording

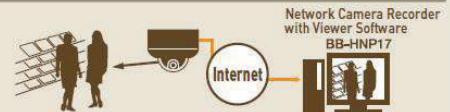
Recording starts when any movement of the door or other items is sensed.



*Only Alarm 1 is available in case of BB-HCM705/HCM701

Timer Recording

Recording the inside of your shop or other places at intervals



Shock Detection Recording * BB-HCM735/HCM715/HCM705/HCM701 only

Recording starts the moment the system detects any shocks on the camera; someone is trying to damage the camera or something hits the camera, etc.



Sound Detection Recording * BB-HCM735/HCM715/HCM705/HCM701 only

Recording starts the moment a big sound happens in the place; the sound of collapse of things in a warehouse, etc.



Pop-up Display with Event Detection

This system is designed to enlarge the image (stationary image) at the time of the sensor detection by popping it out on the screen for notifying purpose.



Built-in Sensor Detection Recording*1 (JPEG only)	When the signal of a sensor that is attached to the camera is detected, sensor recording starts.
Sound detection recording*1 (JPEG only)	The unit can be set to activate recording when sound is detected (Loudness and threshold value can be adjusted) or to record for a certain time length before and after motion detection. Sound detection can be confirmed on-screen.
Timer recording	Scheduled start and stop timer based on day of week and time. Key word can also be set for recording. (10 schedules can be registered per camera).
Timer recording with preset position	Specifying the display location of timer start/stop times
Alarm recording (JPEG only)	Recording is triggered by the reaction of a sensor mounted to the camera. A certain time length before and after the sensor reaction can also be recorded.
Disk capacity limit function	Monitors the free space on the specified recording disk, and stops recording when the free space becomes smaller than the set value.

*1 Depends on Camera's Spec.

*2-1 Folders on the network allotted to the drive can be specified for saving data.

*2-2 When a network drive is specified as a folder for saving data, the amount of data flowing over the network increases.

This may remarkably degrade the operating performance for watching or recording camera images, watching previously recorded images, etc., and may also result in errors. It is recommended that a folder on a local disk be specified for saving data.

Image search

Recorded image search function Search recorded images in 1-day units using the recording time, or using a key word set before recording. Searching can also be done for particular, desired folders.

Image operation

Continuous play back Playback of images with voices, playback of image files. Playback speed can be varied. Playback in reverse is possible. Simultaneous playback of images from multiple cameras is also possible.

Recorded image view A list of recorded image files, or a graphical list can also be displayed.

Operation of recorded images Recorded images can be copied or deleted.

Format conversion All or part of the recorded images can be converted to MPEG-1, MPEG-4, or JPEG format files, or only the audio portion can be converted to WAV files.

Language

BB-HNP17A (For USA): English / Japanese
BB-HNP17CE (For Other Regions): English / Germany / Spanish / Italian

*3 The detection level varies depending on the camera resolution, image quality setting, subject conditions, network conditions, etc.



HD/1,280 x 960 H.264 True Day/Night Network Camera with ABF (Auto Back Focus)

Key Features

- 720p HD images up to 30 fps
- Newly developed 1.3 Megapixel high sensitivity MOS Sensor
- Multiple H.264 (High profile) streams and JPEG streams ensure simultaneous real time monitoring and high resolution recording by "UniPhier", Panasonic's proprietary System LSI platform.
- Full frame (Up to 30 fps) transmission at 1,280 x 960 image size
- Wide Dynamic Range and ABS (Adaptive Black Stretch) technologies deliver wider dynamic range compared with conventional cameras.
- Face Wide Dynamic Range technology ensures clear face image.
- H.264 and MPEG-4 are selectable for system migration.
- High sensitivity with Day/Night function: 0.3 lx (Color), 0.05 lx (B/W) at F1.4
- VIQS (Variable Image Quality on Specified area) technology allows the designated area to retain higher image quality while the excluded area will have a decreased image quality, which enables to use lower image file size and bit rate.
- ABF (Auto Back Focus) ensures easy installation.
- Digital Noise Reduction: 3D-DNR ensures noise reduction in various conditions.
- Progressive scan ensures clear images with less motion blur and no tearing even when the subject is moving.
- Superior color reproduction by primary (RGB) color filter
- Electronic sensitivity enhancement: Auto (Up to 16x) / OFF
- Selectable light control modes: Outdoor / Indoor / ELC / Fixed electronic shutter
Outdoor / Indoor: Electronic shutter and ALC lens iris control are automatically controlled depending on the mode and luminance level.
ELC: Up to 1/10,000 Electronic shutter is automatically applied for a fix iris lens.
Fixed electronic shutter: Up to 1/10,000 fixed electronic shutter can be selectable.
- VMD (Video Motion Detector) with 4 programmable detection areas, 15 steps sensitivity level and 10 steps detection size
- Privacy Zone can mask up to 2 private areas, such as house windows and entrances/exits.
- 2x extra zoom at VGA resolution
- 2x, 4x digital zoom controlled by browser
- Camera title display: Up to 20 alphanumeric characters on the browser, Up to 20 alphanumeric characters embedded in the image
- Alarm sources including 1 terminal input, VMD and Panasonic alarm command can trigger actions such as SDHC/SD memory recording, FTP image transfer, E-mail notification, Indication on browser, Alarm terminal output, and Panasonic protocol output.
- Full duplex bi-directional audio allows interactive communication between camera site and monitoring site.
- JPEG Image compression ratio can be changed by alarm so that higher quality image can be provided.
- Prioritized stream control: One of the video streams can be prioritized when multiple recorders or client PCs are accessing the camera so that the recorder or the client PC can maintain the frame rate.
- SDHC/SD Memory card slot for manual recording (H.264 / JPEG), alarm recording (H.264 / JPEG) and backup upon network failure (JPEG)
- H.264/MPEG-4 max. bit rate/client and Total bit rate control allows flexible network traffic management. Frame rate priority mode controls bit rate and compression ratio to provide the specified frame rate.
- Alarm log, Manual REC log, FTP error log saved in the SDHC/SD memory card is displayed on the browser GUI and can be downloaded to the client PC. Playback or Image data download through the log is also available.
- Internet mode: H.264/MPEG-4 images can be transmitted over HTTP protocol.
- Multi-language: English / Italian / French / German / Spanish / Russian / Chinese / Japanese
- IPv4/IPv6 protocol supported
- Supports DDNS (viewnetcam, RFC2136)
- Still images (JPEG) can be viewed on mobile phones via Internet.
- Analog Monitor output for easier installation
- ONVIF compliant model
- Fog compensation

Standard Accessories

• CD-ROM*1	1 pc.	• Safety Wire Lug for Wall.....	1 pc.
• Installation Guide	1 pc.	• Wire Lug Fixing Screws (M2.5 x 8)2 pcs. (incl. 1 spare)
• Code Label*2	1 pc.		
The followings are for installation.			
• Power Cord Plug	1 pc.	*1 The CD-ROM contains the operating instructions	
• Safety Wire Plate for Ceiling.....	1 pc.	(PDFs) and different kinds of tool software programs.	
		*2 This label may be required for network management.	
		The network administrator shall retain the code label.	

Specifications

TV System	NTSC	PAL
Camera		
Image Sensor	1/3 type MOS Sensor	
Effective Pixels	Approx. 1.3 megapixel	
Scanning Mode	Progressive scan	
Scanning Area	4.8 mm (H) x 3.6 mm (V) {3/16 inches (H) x 5/32 inches (V)}	
Minimum Illumination	Color: 0.3 lx, B/W: 0.05 lx at F1.4 (Shutter: 1/30 s, AGC: High), Color: 0.019 lx, B/W: 0.003 lx at F1.4 (Shutter: 16/30 s, AGC: High)	
White Balance	AWC (2,000 ~ 10,000 K), ATW1 (2,700 ~ 6,000 K), ATW2 (2,000 ~ 6,000 K)	
Light Control Mode	Outdoor : Automatic integration of ALC and ELC Indoor [50 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC (up to 1/100 s) Indoor [60 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC (up to 1/120 s) ELC: (up to 1/10,000 s)	
Shutter Speed	Fix shutter: OFF (1/30), 3/100, 3/120, 2/100, 2/120, 1/100, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1,000, 1/2,000, 1/4,000, 1/10,000	
Wide Dynamic Range	ON / OFF	
Face Wide Dynamic Range	ON / OFF (Only at Wide Dynamic Range: ON)	
Adaptive Black Stretch	ON / OFF (Only at Wide Dynamic Range: OFF)	
AGC	ON (LOW, MID, HIGH) / OFF	
Electronic Sensitivity UP	OFF / AUTO (Max. 2x (2/30 s), 4x (4/30 s), 6x (6/30 s), 10x (10/30 s), 16x (16/30 s))	
Black and White Mode	Mode: AUTO1 / AUTO2 / ON / OFF, Level: High / Low, with external control	
Digital Noise Reduction	High / Low	
Video Motion Detection	4 areas, Sensitivity: 15 steps, Detection size: 10 steps	
Privacy Zone	Up to 2 zones, Gray	
VIQS	ON / OFF	
Camera Title (OSD)	Up to 20 alphanumeric characters	
Back Focus Adjustment	ABF/MANUAL, ABF mode upon CL/BW switching: AUTO / PRESET / FIX	
Browser GUI		
Camera Control	Brightness, AUX ON / OFF	
Display Mode	Spot, Quad: Image from 16 cameras can be displayed in 4 different Quad screens or 16 split screen (JPEG only). 20 characters camera title available.	
Digital Zoom	1x, 2x, 4x controlled by browser GUI	
Camera Title	Up to 20 alphanumeric characters	
Clock Display	Time: 12H/24H, Date: 5 formats on the browser, Summer time (Auto / Manual)	
Alarm Control	Reset	
One Shot Capture	A still picture will be displayed on a newly opened window.	
Audio	Mic (Line) Input: ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High, Audio Output: ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High	
SD Memory Data Download	Still or motion Images recorded in the SDHC/SD memory card can be downloaded.	
GUI/Setup Menu Language	English, Italian, French, German, Spanish, Russian, Chinese, Japanese	
System Log	Up to 100 (Internal), Up to 4,000 (SDHC/SD memory when the recording format is set to JPEG.) error logs	
Supported OS	Microsoft® Windows® 8, Microsoft® Windows® 7, Microsoft® Windows Vista®, Microsoft® Windows® XP SP3	
Supported Browser	Windows® Internet Explorer® 10.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 9.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 8.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 7.0 (32 bit), Microsoft® Internet Explorer® 6.0 SP3	
Network		
Network IF	10Base-T / 100Base-TX, RJ-45 connector	
Image Resolution	Aspect ratio:	H.264: 1,280 x 960 / VGA (640 x 480) / QVGA (320 x 240), up to 30 fps [4 : 3] MPEG-4: VGA (640 x 480) / QVGA (320 x 240), up to 30 fps JPEG: 1,280 x 960 / VGA (640 x 480) / QVGA (320 x 240), up to 30 fps
	Aspect ratio:	H.264: 1,280 x 720 / 640 x 360 / 320 x 180, up to 30 fps [16 : 9] JPEG: 1,280 x 720 / 640 x 360 / 320 x 180, up to 30 fps
H.264/ MPEG-4	Transmission Mode	Constant bitrate / Framerate priority / Best effort / Advanced VBR
	Frame Rate	1 / 3 / 5 / 7.5 / 10 / 12 / 15 / 20 / 30 fps
	Bit Rate/ Client	64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 1,536 / 2,048 / 3,072 / 4,096 / 8096* kbps / Unlimited * H.264 mode only
	Image Quality	LOW / NORMAL / FINE
	Refresh Interval	0.2 s / 0.25 s / 0.33 s / 0.5 s / 1 s / 2 s / 3 s / 4 s / 5 s
	Transmission Type	UNICAST / MULTICAST
JPEG	Image Quality	10 steps
	Transmission Type	PULL / PUSH
Audio Compression	G.726 (ADPCM) 32 kbps / 16 kbps, G.711 64 kbps	
Audio Mode	OFF / Mic (Line) input / Audio output / Interactive (Half duplex) / Interactive (Full duplex)	
Authentication for Audio	Level 1 only / Level 2 higher / All users	
Total Bit Rate	64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 2,048 / 4,096 / 8,192 kbps / Unlimited	
Supported Protocol	IPv6: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, RTP, FTP, SMTP, DNS, NTP, SNMP, DHCPv6, ICMPv6 IPv4: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, RTSP, RTP, RTP/RTCP, FTP, SMTP, DHCP, DNS, DDNS, NTP, SNMP, UPnP, IGMP, ICMP, ARP	
FTP Client	Alarm image transfer, Periodic image transfer, Active/Passive selectable (When the FTP periodic transmission is failed, backup on an optional SDHC/SD memory card is available.)	
No. of Simultaneous Users	Up to 14 users (Depends on network conditions)	

Trademarks and registered trademarks

- Microsoft, and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and other countries.
- iPad, iPhone and iPod touch are registered trademarks of Apple Inc.
- UniPhier is a registered trademark of Panasonic Corporation.
- "i-PRO SmartHD" logo is trademarks or registered trademarks of Panasonic Corporation.
- ONVIF and the ONVIF logo are trademarks of ONVIF Inc.

Important

- Safety Precaution: Carefully read the operating instructions and installation manual before using this product.
- Panasonic cannot be responsible for the performance of the network and/or other manufacturers' products used on the network.

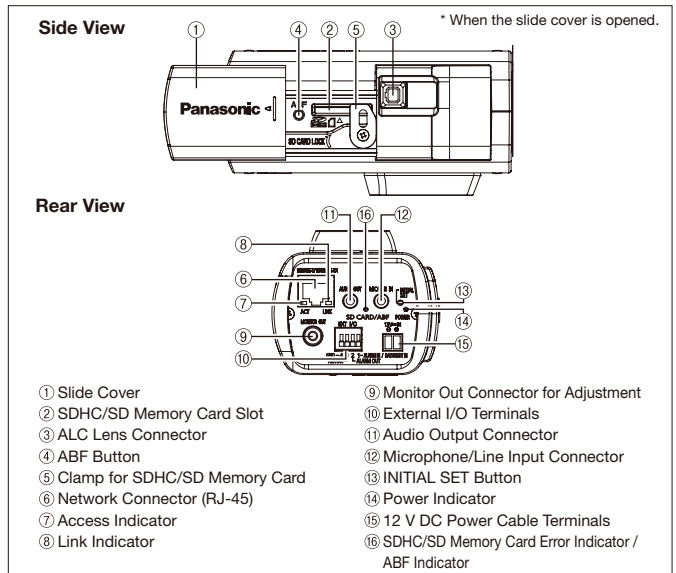
TV System	NTSC	PAL
Network	SDHC/SD Memory Card (Option)	H.264 recording: Manual REC / Alarm REC (Pre/Post) JPEG recording: Manual REC / Alarm REC (Post) / Backup upon network failure Compatible SD (SDHC) card: Panasonic 256 MB, 512 MB, 1 GB, 2 GB, 4 GB*, 8 GB*, 16 GB*, 32 GB* model * SDHC card
	Cellular Phone Compatibility	Mobile Terminal Compatibility ³ iPad, iPhone, iPod touch (iOS 4.2.1 or later), Android™ mobile terminals
Alarm	Alarm Source	1 terminal input, VMD, Command alarm
	Alarm Actions	SDHC/SD memory recording, E-mail notification, Alarm terminal output, Indication on browser, FTP image transfer, Panasonic protocol output
	Alarm Log	With SDHC/SD memory card: 5,000 logs, without SDHC/SD memory card: 1,000 logs
	Schedule	Alarm / VMD / Access permission / H.264 recording
Input/ Output	Monitor Output (for adjustment)	1.0 V [p-p] / 75 Ω, NTSC composite, RCA Jack
	Microphone/Line Input	1.0 V [p-p] / 75 Ω, PAL composite, RCA Jack
	Audio Output	MIC IN and Line IN are selectable. ø3.5 mm stereo mini jack (monaural input) (Applicable microphone; Plug-in power type) Supply voltage: 2.5 V ±0.5 V input impedance: approx. 2 kΩ
	External I/O Terminals	ø3.5 mm stereo mini jack (monaural output) Line level ALARM IN / DAY/NIGHT IN, ALARM OUT, AUX OUT
General	Safety/EMC Standard	UL (UL60065), FCC (Part15 ClassA), CE (EN55022 ClassB, EN55024) C-UL (CAN/CSA C22.2 No.60065), DOC (ICES003 ClassA)
	Power Source and Consumption	12 V DC: 350 mA, PoE (IEEE 802.3af): 4.4 W (Class 2 device)
	Ambient Operating Temperature/Humidity	-10 °C ~ +50 °C (14 °F ~ 122 °F), Less than 90 % (no condensation)
	Dimensions	75 mm (W) x 65 mm (H) x 132.5 mm (L) (2-31/32" (W) x 2-9/16" (H) x 5-1/4" (L))
	Mass (approx.)	410 g (0.9 lbs.)

*1 H.264 and MPEG-4 are alternative.

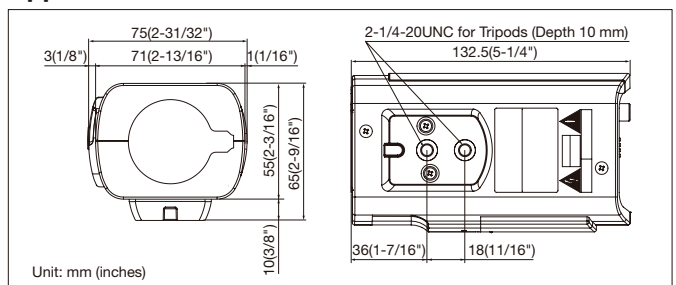
*2 [4 : 3] and [16 : 9] are alternative.

*3 For further information about compatible devices, refer to our website (<http://security.panasonic.com/pss/security/support/info.html>).

Part Names and Functions



Appearance



- All TV pictures are simulated.
- Masses and dimensions are approximate.
- Specifications are subject to change without notice.
- These products may be subject to export control regulations.
- All product pictures are NTSC models.

DISTRIBUTED BY:

Panasonic

<http://security.panasonic.com>

<http://www.facebook.com/PanasonicNetworkCamera>

Printed in Japan (2A-057JL)



HD / 1,280 x 960 H.264 Network Camera featuring *Super Dynamic*

Key Features

- 720p HD images up to 30 fps
- Newly developed 1.3 Megapixel high sensitivity MOS Sensor
- Multiple H.264 (High profile) streams and JPEG streams ensure simultaneous real time monitoring and high resolution recording by "UniPhier[®]", Panasonic's proprietary System LSI platform.
- Full frame (Up to 30 fps) transmission at 1,280 x 960 image size
- **Super Dynamic** and ABS (Adaptive Black Stretch) technologies deliver 128x wider dynamic range compared to conventional cameras.
- **Face Super Dynamic** Range technology ensures clear face image.
- H.264 and MPEG-4 are selectable for system migration.
- High sensitivity with Day/Night (IR) function:
WV-SW316L : 0.3 lx (Color), 0 lx (B/W) at F1.3 (Wide) when the IR LED is lit
WV-SW316 : 0.3 lx (Color), 0.05 lx (B/W) at F1.3 (Wide)
- Motorized varifocal lens equipped:
The zoom ratio can be changed and adjusted to an optional photographic area through the operation buttons on this unit and the setup menu.
- IR LED equipped: The equipped infrared LED makes it possible to take pictures at zero lx.(WV-SW316L)
- VIQS (Variable Image Quality on Specified area) technology allows the designated area to retain higher image quality while the excluded area will have a decreased image quality, which enables to use lower image file size and bit rate.
- ABF (Auto Back Focus) ensures easy installation.
- Digital Noise Reduction: 3D-DNR ensures noise reduction in various conditions.
- Electronic sensitivity enhancement: Auto (Up to 16x) / OFF
- Up to 6.4x Extra Optical Zoom at VGA resolution.
3.1-10 mm, 3.2x vari-focal auto iris lens (3.1-20 mm (equivalent), 6.4x with Extra Optical Zoom (at VGA))
- VMD (Video Motion Detector) with 4 programmable detection areas, 15 steps sensitivity level and 10 steps detection size
- Privacy Zone can mask up to 2 private areas, such as house windows and entrances/exits.
- Alarm sources including 1 terminal input, VMD and Panasonic alarm command can trigger actions such as SDHC/SD memory recording, FTP image transfer, E-mail notification, Indication on browser, Alarm terminal output, and Panasonic protocol output.
- Full duplex bi-directional audio allows interactive communication between camera site and monitoring site.

- JPEG image compression ratio can be changed by alarm so that higher quality image can be provided.
- Prioritized stream control: One of the video streams can be prioritized when multiple recorders or client PCs are accessing the camera so that the recorder or the client PC can maintain the frame rate.
- SDHC/SD Memory card slot for manual recording (H.264 / JPEG), alarm recording (H.264 / JPEG) and backup upon network failure (JPEG)
- H.264/MPEG-4 max. bit rate/client and Total bit rate control allows flexible network traffic management. Frame rate priority mode controls bit rate and compression ratio to provide the specified frame rate.
- Multi-language: English / Italian / French / German / Spanish / Russian / Chinese / Japanese
- IPv4/IPv6 protocol supported
- Supports SSL, DDNS (viewnetcam, RFC2136)
- Still images (JPEG) can be viewed on mobile phones via Internet.
- ONVIF compliant model
- Analog Monitor output for easier installation
- IP66 rated water and dust resistant. Compatible with IEC60529 measurement standard.
- Dehumidification device for use in various weather conditions
- Fog compensation

Standard Accessories

• Installation Guide	1 pc.	• Camera fixing screw (M4 x 10)4 pcs. (of them, 1 for spare)
• CD-ROM ^{*1}	1 pc.	• Mount bracket cover screw (M3 x 6)3 pcs. (of them, 1 for spare)
• Code Label ^{*2}	1 pc.	• Adapter box (PAL model only).....	1 pc.
The followings are for installation.			
• 4P alarm cable.....	1 pc.	• Adapter box mounting screw	(M4 x 35) (PAL model only).....
• 2P power cable.....	1 pc.	• Mounting screws for adapter box /	camera mount bracket (M5 x 20)(PAL model only)
• Camera mount bracket	1 pc.	5 pcs. (of them, 1 for spare)
• Mount bracket cover	2 pc.		
• Waterproof tape	1 pc.		

*1 The CD-ROM contains the operating instructions (HTML, PDFs) and different kinds of tool software programs.

*2 This label may be required for network management.
The network administrator shall retain the code label.

Optional Accessory

Adapter Box
WV-Q120
(NTSC model only)



* Adapter Box is included as a standard accessory for E model (PAL area).

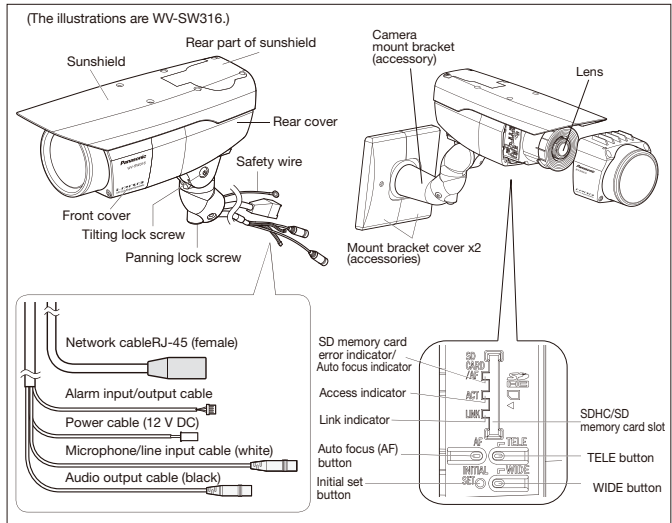
Specifications

TV System	NTSC	PAL		
Camera	Image Sensor	1/3 type MOS Sensor		
	Effective Pixels	Approx. 1.3 megapixels		
	Scanning Mode	Progressive scan		
	Scanning Area	4.80 mm (H) x 3.60 mm (V) (3/16" (H) x 5/32" (V))		
	Minimum Illumination	WV-SW316L: Color: 0.3 lx, B/W: 0 lx at F1.3 (Shutter: 1/30 s, AGC: High, when the IR LED is lit), Color: 0.019 lx, at F1.3 (Shutter: 1/30 s, AGC: High)		
		WV-SW316: Color: 0.3 lx, B/W: 0.05 lx at F1.3 (Shutter: 1/30 s, AGC: High), Color: 0.019 lx, B/W: 0.003 lx at F1.3 (Shutter: 1/30 s, AGC: High)		
	IR LED Light	WV-SW316L: Off/Auto(High/Mid/Low)		
	IR LED irradiation distance	WV-SW316L: 15 m (49.21 feet)		
	White Balance	AWC (2,000 - 10,000 K), ATW1 (2,700 - 6,000 K), ATW2 (2,000 - 6,000 K)		
	Light Control Mode	Outdoor: Automatic integration of ALC and ELC		
		Indoor [50 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC (up to 1/100 s) Indoor [60 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC (up to 1/120 s)		
	Shutter Speed	Fix shutter: 1/30, 3/100, 3/120, 2/100, 2/120, 1/100, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1,000, 1/2,000, 1/4,000, 1/10,000 (only at Super-Dynamic Off)		
	Super Dynamic	ON / OFF		
	Face Super Dynamic	ON / OFF (Only at Super Dynamic: ON)		
	Adaptive Black Stretch	ON / OFF (Only at Super Dynamic: OFF)		
	AGC	ON (LOW, MID, HIGH) / OFF		
	Electronic Sensitivity UP	OFF / AUTO (Max. 2x (2/30 s), 4x (4/30 s), 6x (6/30 s), 10x (10/30 s), 16x (16/30 s))		
	Day & Night (IR)	Mode: AUTO1 / AUTO2 / ON / OFF, Level/High / Low, with external control		
Dynamic Range	52 dB typ. (Super Dynamic: On, Light control mode: indoor scene)			
Digital Noise Reduction	High / Low			
Video Motion Detection	4 areas, Sensitivity: 15 steps, Detection size: 10 steps			
Privacy Zone	Up to 2 zones, Gray			
VIQS	ON / OFF			
Camera Title (OSD)	Up to 20 characters (alphanumeric characters, marks)			
Focus Adjustment	ABF / MANUAL			
Lens	Focal Length	3.1 mm - 10 mm - 10 mm, 3.2x (3.1-20 mm (equivalent), 6.4x with Extra Optical Zoom (at VGA))		
	Angular Field of View	H: 27.9° (TELE) - 90.6° (WIDE), V: 20.9° (TELE) - 66.9° (WIDE)		
	Maximum Aperture Ratio	1 : 1.3 (WIDE) - 1 : 3.0 (TELE)		
	Focusing Range	0.3 m - ∞		
Adjusting Angle	Horizontal: ±100° (Camera mount bracket)			
	Vertical: +30° / -90° (Camera mount bracket)			
Browser GUI	Camera Control	Brightness, AUX ON / OFF		
	Display Mode	Spot, Quad: Image from 16 cameras can be displayed in 4 different Quad screens or 16 split screen (JPEG only). 20 characters camera title available.		
	Digital Zoom	1x, 2x, 4x controlled by browser GUI		
	Camera Title	Up to 20 alphanumeric characters		
	Clock Display	Time: 12H/24H, Date: 5 formats on the browser, Summer time (Manual)		
	Alarm Control	Reset		
	One Shot Capture	A still picture will be displayed on a newly opened window.		
	Audio	Mic (Line) Input: ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High, Audio Output: ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High		
	SD Memory Data Download	Still or motion Images recorded in the SDHC/SD memory card can be downloaded.		
	GUI/Setup Menu Language	English, French, Italian, Spanish, German, Russian, Chinese, Japanese		
	System Log	Up to 100 (Internal), Up to 4,000 (SDHC/SD memory when there recording format is set to JPEG) error logs		
	Supported OS ¹⁾²⁾	Microsoft® Windows® 8, Microsoft® Windows® 7, Microsoft® Windows Vista®, Microsoft® Windows® XP SP3		
	Supported Browser	Windows® Internet Explorer® 10.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 9.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 8.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 7.0 (32 bit), Microsoft® Internet Explorer® 6.0 SP3		
	Network	Network IF	10Base-T / 100Base-TX, RJ-45 connector	
		Image Resolution ³⁾	Aspect ratio: [4 : 3]	H.264: 1,280 □ 960 / VGA (640 □ 480) / QVGA (320 □ 240), up to 30 fps MPEG-4: VGA (640 □ 480) / QVGA (320 □ 240), up to 30 fps JPEG (M-JPEG): 1,280 □ 960 / VGA (640 □ 480) / QVGA (320 □ 240), up to 30 fps
Aspect ratio: [16 : 9]			H.264: 1,280 □ 720 / 640 □ 360 / 320 □ 180, up to 30 fps JPEG (M-JPEG): 1,280 □ 720 / 640 □ 360 / 320 □ 180, up to 30 fps	
H.264/MPEG-4 ^{4 5)}		Transmission Mode	Constant bitrate / Framerate priority / Best effort / Advanced VBR	
		Frame Rate	1 / 3 / 5 / 7.5 / 10 / 12 / 15 / 20 / 30 fps	
Bit Rate/Client		64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 1,536 / 2,048 / 3,072 / 4,096 / 8,192 kbps * H.264 mode only		
		Image Quality	LOW / NORMAL / FINE	
Refresh Interval		0.2 s - 5 s		
Transmission Type		UNICAST / MULTICAST		
JPEG		Image Quality	10 steps	
		Refresh Interval	0.1 fps - 30 fps	
Transmission Type		PULL / PUSH		
Audio Compression		G.726 (ADPCM) 32 kbps / 16 kbps, G.711 64 kbps		
Audio Mode		OFF / Mic (Line) input / Audio output / Interactive (Half duplex) / Interactive (Full duplex)		
Authentication for Audio		Level 1 only / Level 2 higher / All users		
Total Bit Rate		64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 2,048 / 4,096 / 8,192 kbps / Unlimited		
Supported Protocol		IPv6: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, HTTPS, RTP, FTP, SMTP, DNS, NTP, SNMP, DHCPv6, MLD, ICMP, ARP IPv4: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, HTTPS, RTP, FTP, SMTP, DNS, NTP, SNMP, DHCP, DNS, NTP, SNMP, UPnP, IGMP, ICMP, ARP		
FTP Client		Alarm image transmission, FTP periodic transmission (When the FTP transmission is failed, backup on an optional SDHC/SD memory card is available.)		
No. of Simultaneous Users	Up to 14 users (Depends on network conditions)			
SDHC/SD Memory Card (Option)	H.264 recording: Manual REC / Alarm REC (Pre/Post) / Schedule REC JPEG recording: Manual REC / Alarm REC (Post) / Backup upon network failure Compatible SD (SDHC) card: Panasonic 256 MB, 512 MB, 1 GB, 2 GB, 4 GB*, 8 GB*, 16 GB*, 32 GB* model * SDHC card			
Cellular Phone Compatibility	JPEG image, AUX control (by access level)			
Mobile Terminal Compatibility ⁷⁾	iPad, iPhone, iPod touch (iOS 4.2.1 or later) Android™ mobile terminals			
Alarm	Alarm Source	1 terminal input, VMD, Command alarm		
	Alarm Actions	SDHC/SD memory recording, E-mail notification, Alarm terminal output, Indication on browser, FTP image transfer, Panasonic protocol output		
	Alarm Log	With SDHC/SD memory card: 5,000 logs, without SDHC/SD memory card: 1,000 logs Schedule Alarm / VMD / Access permission / H.264 recording / Forcible black & white mode (WV-SW316L)		
Input/Output	Monitor Output (for adjustment)	VBS: 1.0 V (p-p)/75 Ω, NTSC composite, RCA Jack VBS: 1.0 V (p-p)/75 Ω, PAL composite, RCA Jack		
	Microphone/Line Input	MIC IN and Line IN are selectable. ø3.5 mm stereo mini jack (monaural input) (Applicable microphone: Plug-in power type) Supply voltage: 2.5 V ±0.5 V Input impedance: approx. 2 kΩ		
	Audio Output	ø3.5 mm stereo mini jack (monaural output) Line level		
General	External I/O Terminals	ALARM IN, DAY/NIGHT IN, ALARM OUT, AUX OUT		
	Safety/EMC Standard	UL (UL60950-1), FCC (Part15 ClassA), CE (EN55022 ClassB, EN55024) C-UL (CAN/CSA C22.2 No.60950-1), DOC (ICES003 ClassA)		

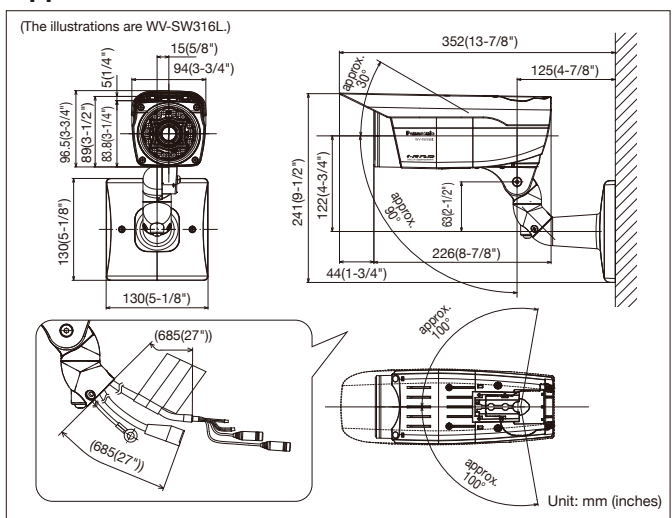
TV System	NTSC	PAL	
General	Power Source and Power Consumption	12 V DC: 850 mA * FOR UL LISTED MODEL(S), ONLY CONNECT 12 V DC CLASS 2 POWER SUPPLY. PoE (IEEE 802.3af compliant) 48 V: 200 mA (Class 0 device)	
	Ambient Operating Temperature	-40 °C - +50 °C (-40 °F to 122 °F)	
	Ambient Operating Humidity	90 % or less (without condensation)	
	Water and Dust Resistance	IP66, IEC60529 measuring standard compatible	
	Dimensions	94 mm (W) □ 89 mm (H) □ 226 mm (L) (3-7/10" (W) □ 3-1/2" (H) □ 8-7/8" (L))	
	Mass (approx.)	1.4 kg (3.09 lbs.)	
	Finish	Main body: Aluminum die cast/resin, metallic silver coating Front cover section clear part: Polycarbonate resin	

- *1 For further information about PC system requirements and precautions for when using Microsoft® Windows® 8, Microsoft® Windows® 7, Microsoft® Windows Vista®, or Windows Internet Explorer, click "Manual"- "Open" from the supplied CD-ROM and refer to "Notes on Windows / Internet Explorer versions". For information on the camera models of the supported operating systems, refer to our website (<http://security.panasonic.com/pss/security/>).
- *2 When using IPv6 for communication, use Microsoft® Windows® 8 or Microsoft® Windows® 7 or Microsoft® Windows Vista®.
- *3 MPEG-4 is not supported.
- *4 [4 : 3] and [16 : 9] are alternative.
- *5 H.264 and MPEG-4 are alternative.
- *6 Transmission for 2 streams can be individually set in the same compression method.
- *7 For further information about compatible devices, refer to our website (<http://security.panasonic.com/pss/security/support/info.html>).

Part Names and Functions



Appearance



Trademarks and registered trademarks

- Microsoft, and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and other countries.
 - iPad, iPhone and iPod touch are registered trademarks of Apple Inc.
 - UniPhier is a registered trademark of Panasonic Corporation.
 - "MEGA Super Dynamic", and "i-PRO SmartHD" logos are trademarks or registered trademarks of Panasonic Corporation.
 - ONVIF and the ONVIF logo are trademarks of ONVIF Inc.
 - All other trademarks identified herein are the property of their respective owners.
- Important**
- Safety Precaution: Carefully read the operating instructions and installation manual before using this product.
 - Panasonic cannot be responsible for the performance of the network and/or other manufacturers' products used on the network.

- Masses and dimensions are approximate.
- Specifications are subject to change without notice.
- These products may be subject to export control regulations.

DISTRIBUTED BY:

Panasonic

<http://security.panasonic.com>

<http://www.facebook.com/PanasonicNetworkCamera>

Printed in Japan (2A-086CL)



HD / 1,280 x 720 60 fps H.264 Vandal Resistant Network Camera featuring Super Dynamic

Key Features

- **720p** HD images up to **60 fps**^{*1}
- Approximate 1/3 inches, high sensitivity MOS image sensor
- Super high resolution at HD/1,280 x 720 created by high sensitivity MOS Sensor.
- **Multiple H.264 (High profile) streams (max. 4 streams)** and JPEG streams ensure simultaneous real time monitoring and high resolution recording by new enhanced “UniPhier®”, Panasonic’s proprietary System LSI platform.
- **Enhanced Super Dynamic**^{*1} and ABS (Adaptive Black Stretch) technologies deliver **133 dB** wider dynamic range compared to conventional cameras.
- **Multi process NR & 3D-DNR** ensures noise reduction in various conditions.
- High sensitivity with Day & Night(IR: WV-SFV311, Electrical: WV-SFV310) function:
WV-SFV311: 0.01 lx (Color), 0.003 lx (B/W) at F1.6
WV-SFV310: 0.01 lx (Color), 0.008 lx (B/W) at F1.6
- New camera attachment bracket allows an **easy camera installation** toward all four directions.
- **ABF (Auto Back Focus)** ensures easy installation. (WV-SFV311 only)
- **VIQS (Variable Image Quality on Specified area)** technology allows the designated **eight areas** to retain higher image quality while the excluded area will have a decreased image quality, which enables to use lower image file size and bit rate.
- Cropping function enables to provide whole image and the part image simultaneously. Up to 4 image capture areas can be specified, and it is also possible to control the sequence.
- **Face Super Dynamic** technology ensures clear face image.
- Lens distortion compensation for the distorted images can be adjusted 256 steps.
- Electronic sensitivity enhancement: Auto (Up to 16/30s) / OFF
- Selectable light control modes:
Outdoor scene, Indoor scene (50 Hz) / Indoor scene (60 Hz), Fix shutter
Indoor scene (50 Hz/60Hz):
Flicker caused by fluorescent lightning will be automatically compensated.
- 2x extra optical zoom at 640 x 360 resolution
- 2x, 4x digital zoom controlled by browser
- VMD (Video Motion Detection) with 4 programmable detection areas, 15 steps sensitivity level and 10 steps detection size
- Privacy Zone can mask up to 8 private areas, such as house windows and entrances/exits.
- Camera title display: Up to 20 alphanumeric characters on the browser
- Alarm sources including 3 terminal input, VMD and Panasonic alarm command can trigger actions such as SDXC/SDHC/SD memory recording, FTP image transfer, E-mail notification, Indication on browser, Alarm terminal output, and Panasonic alarm protocol output.
- Full duplex bi-directional audio allows interactive communication between camera site and monitoring site. (WV-SFV311 only)
- JPEG Image compression ratio can be changed by alarm so that higher quality image can be provided.
- Prioritized stream control: One of the video streams can be prioritized when multiple recorders or client PCs are accessing the camera so that the recorder or the client PC can maintain the frame rate.
- Newly developed dome cover provides clearer images above the horizontal. Thereby, it expands the tilting range of the lens.
- Face detection function detects the position of human face and the information is sent by XML or video stream. (Optional)
- Can be added new intelligent extension software (Optional) in addition to built-in VMD (Video Motion Detection), alarm function.
- **Fog compensation function** equipped as standard.
- **Super Chroma Compensation** function realizes a better color reproducibility even in low illumination.
- H.264 max. bit rate/client and Total bit rate control allows flexible network traffic management. Frame rate priority mode controls bit rate and compression ratio to provide the specified frame rate.
- Internet mode: H.264 images can be transmitted over HTTP protocol.
- Multi-language: English / Italian / French / German / Spanish / Portuguese / Russian / Chinese / Japanese
- IPv4/IPv6 protocol supported
- Supports SSL, DDNS (viewnetcam, RFC2136)
- Still images (JPEG) can be viewed on mobile phones via Internet.
- Onvif compliant model
- IP66 rated water and dust resistant. Compatible with IEC60529 measurement standard, Type 4X(UL50), NEMA 4X compliant.
- Dehumidification device for use with various weather conditions
- Vandal resistant mechanism for high reliability

^{*1} Super Dynamic function is automatically set off on 60fps mode.

Optional Accessories

Ceiling Mount Bracket WV-Q169A 	Smoke Dome Cover WV-CW7S 	Sun Shade WV-Q7118 
---	---	---

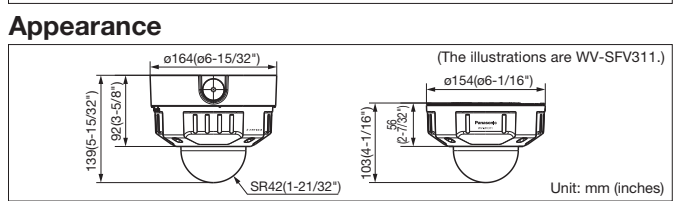
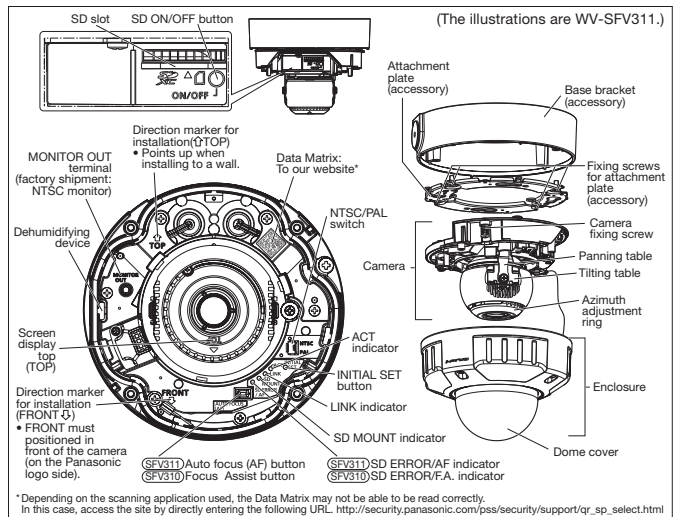
Specifications

Camera	Image Sensor	Approx. 1/3 type MOS image sensor	
	Effective Pixels	Approx. 1.3 mega pixels	
	Scanning Mode	Progressive scan	
	Scanning Area	4.864 mm (H) x 3.891 mm (V) (3/16 inches(H) x 5/32 inches(V))	
	Minimum Illumination	WV-SFV311	Color: less than 0.01 lx, BW: 0.0003 lx (F1.6, Maximum shutter: Max. 1/30s, Gain: On(High)) Color: less than 0.0007 lx, BW: 0.0002 lx (F1.6, Maximum shutter: Max. 16/30s, Gain: On(High)) ^{*1}
		WV-SFV310	Color: less than 0.01 lx, BW: 0.0008 lx (F1.6, Maximum shutter: Max.: Off (1/30s), Gain: On(High)) Color: less than 0.0007 lx, BW: 0.0005 lx (F1.6, Maximum shutter: Max. 16/30s, Gain: On(High)) ^{*1}
	White Balance	AWC (2,000 - 10,000 K), ATW1 (2,700 - 6,000 K), ATW2 (2,000 - 6,000 K)	
	Light Control Mode	Outdoor scene: Automatic integration of ALC and ELC Indoor scene [50 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC with flickerless Indoor scene [60 Hz]: Automatic integration of ALC and ELC with flickerless	
	Shutter Speed	1.3 mega pixel [16:9] [60 fps mode]	OFF(1/60), 1/100, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/10000 Other than 1.3 mega pixel [16:9] [60 fps mode]
		Other than 1.3 mega pixel [16:9] [60 fps mode]	OFF(1/30), 3/100, 3/120, 2/100, 2/120, 1/100, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/10000
	Super Dynamic ²	On(High) / On(Normal) / Off	
	Face Super Dynamic	ON / OFF (Only at Super Dynamic: ON)	
	Adaptive Black Stretch	ON / OFF (Only when Super Dynamic OFF)	
	Fog compensation	ON / OFF (Only when Super Dynamic/ Adaptive black stretch: Off)	
	AGC	ON (LOW, MID, HIGH) / OFF	
	Electronic Sensitivity UP	max. 1/1000 s, max. 1/500 s, max. 1/250 s, max. 1/100 s, max. 1/60 s, max. 1/30 s, max. 2/30 s, max. 4/30 s, max. 6/30 s, max. 10/30 s, max. 16/30 s	
	Day & Night	WV-SFV311: IR	Mode: Off/ On/ Auto1 (Normal)/ Auto2 (IR Light)/ Auto3 (SCC)
		WV-SFV310: Electrical	Mode: Off / AUTO
	Dynamic Range	133 dB type (Super Dynamic: ON, Light Control Mode: indoor)	
	Digital Noise Reduction	High / Low	
Video Motion Detection	4 areas, Sensitivity: 15 steps, Detection size: 10 steps		
Privacy Zone	Up to 8 zones		
VIQS	Up to 8 zones		
Camera Title (OSD)	Up to 20 characters (alphanumeric characters, marks)		
Electric Zoom	TELE / WIDE / Auto Coarse adjustment of Focus		
Focus Adjustment	WV-SFV311: ABF / MANUAL (HTML only) WV-SFV310: Focus Assist		
Lens Distortion Compensation	256 steps		
Lens	Vari Focal Length	2.8 - 10mm (1/8 inches - 13/32 inches)	
	Angular Field of View	[16:9 mode] Horizontal : 27.7° (TELE) - 99.0° (WIDE) Vertical : 15.6° (TELE) - 54.1° (WIDE) [4:3 mode] Horizontal : 27.7° (TELE) - 99.0° (WIDE) Vertical : 20.8° (TELE) - 72.9° (WIDE)	
Maximum Aperture Ratio	1 : 1.6 (WIDE) - 1 : 4.0 (TELE)		
Focusing Range	0.3 m - ∞		
Adjusting Angle	Horizontal: ±180°, Vertical: ±85°, Image tilt adjustment range: -225° (Left) to +120° (Right)		
Browser GUI	Cropping	H.264(1)/ H.264(2)/ H.264(3)/ H.264(4) / H.264(4) / J.264(1) / J.264(2) / J.264(3)	
	Up to 4 image capture areas can be specified		
	Camera Control	Brightness, AUX ON / OFF	
	Display Mode	Spot, Quad: Image from 16 cameras can be displayed in 4 different Quad screens or 16 split screen (JPEG only). 20 characters camera title available.	
	Digital Zoom	1x, 2x, 4x controlled by browser GUI	
	Camera Title	Up to 20 alphanumeric characters	
	Clock Display	Time: 12H/24H, Date: 5 formats on the browser, Summer time (Manual)	
	Alarm Control	Reset	
	One Shot Capture	A still picture will be displayed on a newly opened window.	
	Audio	Spot, Quad: Image from 16 cameras can be displayed in 4 different Quad screens or 16 split screen (JPEG only). 20 characters camera title available. Mic (Line) Input: ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High, Audio Output (WV-SFV311 only): ON / OFF Volume adjustment: Low / Middle / High	
	SD Memory Data Download	Still or motion Images recorded in the SDXC/SDHC/SD memory card can be downloaded.	
	GUI / Setup Menu Language	English, Italian, French, German, Spanish, Portuguese, Russian, Chinese, Japanese	
System Log	Up to 100 (Internal)		
Supported OS ³	Microsoft® Windows® 8.1, Microsoft® Windows® 8, Microsoft® Windows® 7, Microsoft® Windows Vista®		
Supported Browser	Internet Explorer® 11.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 10.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 9.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 8.0 (32 bit), Windows® Internet Explorer® 7.0 (32 bit)		
Network	Network IF	10Base-T / 100Base-TX, RJ-45 connector	
	Image Resolution	Image Capture Mode: 1.3 mega pixel [16:9] (30/60fps) 1,280 x 720 / 640 x 360 / 320 x 180 / 160 x 90 Image Capture Mode: 1.3 mega pixel [4:3] (30fps) 1,280 x 960 / 800 x 600 / 640 x 480 / 400 x 300 / 320 x 240 / 160 x 120	
	H.264 ⁴	Transmission Mode	Constant bitrate / Framerate priority / Best effort / Advanced VBR
		Frame Rate	1/3 / 5 / 7.5 / 10 / 12 / 15 / 20 / 30 / 60 fps
		Bit Rate/Client	64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 1,536 / 2,048 / 3,072 / 4,096 / 6,144 / 8,192 / 10,240 / 12,288 / 14,336 / 16,384 / 20,480 / 24,576 kbps
		Image Quality	LOW / NORMAL / FINE
		Refresh interval	0.2 / 0.25 / 0.33 / 0.5 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5s
	JPEG	Transmission Type	UNICAST / MULTICAST
		Image Quality	10 steps
		Refresh interval	0.1 fps - 30 fps (JPEG frame rate will be restricted when displaying both JPEG and H.264 images.)
	Transmission Type	PULL / PUSH	
	Audio Compression	G.726 (ADPCM) 32 kbps / 16 kbps, G.711 64 kbps / AAC-LC	
	Audio Mode	OFF / Mic (Line) input / Audio output / Interactive (Half duplex) / Interactive (Full duplex)	
	Authentication for Audio	Level 1 only / Level 2 higher / All users	
	Total Bit Rate	64 / 128 / 256 / 384 / 512 / 768 / 1,024 / 1,536 / 2,048 / 3,072 / 4,096 / 6,144 / 8,192 kbps / Unlimited	
Supported Protocol	IPv6: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, DNS, NTP, SNMP, DHCPv6, RTP, MLD, ICMP, ARP		
	IPv4: TCP/IP, UDP/IP, HTTP, HTTPS, RTSP, RTP, RTP/RTCP, FTP, SMTP, DHCP, DNS, DDNS, NTP, SNMP, UPnP, IGMP, ICMP, ARP		
FTP Client	Alarm image transmission, FTP periodic transmission (When the FTP transmission is failed, backup on an optional SDXC/SDHC/SD memory card is available.)		
No. of Simultaneous Users	Up to 14 users (Depends on network conditions)		

Network	SDXC/SDHC/SD Memory Card (Option)	H.264 recording: Manual REC / Alarm REC (Pre/Post) / Schedule REC/ Backup upon network failure failure Compatible(JPEG only)
	* Manufactured by Panasonic (SD speed class 4 or higher)	JPEG recording: Manual REC / Alarm REC (Pre/Post) / Backup upon network failure Compatible SD (SDHC/SDXC) card: Panasonic 2 GB, 4 GB*, 8 GB*, 16 GB*, 32 GB*, 64GB** model
Alarm	Cellular Phone Compatibility	JPEG image, AUX control (by access level)
	Mobile Terminal Compatibility	iPad, iPhone, iPod touch (iOS 4.2.1 or later), Android™ Terminal
Input/Output	Monitor Output (for adjustment)	VBS: 1.0 V [p-p]/75Ω, NTSC / PAL composite, ø3.5mm mini jack MONITOR OUT conversion plug included
	Microphone/Line Input (WV-SFV311 only)	MIC IN and Line IN are selectable. ø3.5 mm monoaural mini jack (monoaural input) (Applicable microphone: Plug-in power type) Supply voltage: 2.5 V ±0.5 V Input impedance: Approx. 2 kΩ (unbalanced)
	Audio Output(WV-SFV311 only)	ø3.5 mm stereo mini jack (monoaural output) Output impedance: Approx. 600 Ω (unbalanced)
	External I/O Terminals	WV-SFV311 ALARM IN 1/DAY/NIGHT IN, ALARM IN 2/ALARM OUT, ALARM IN 3/AUX OUT WV-SFV310 ALARM IN 1, ALARM IN 2/ALARM OUT,ALARM IN 3/AUX OUT
General	Safety	UL (UL60950-1), C-UL (CAN/CSA C22.2 No.60950-1), CE, IEC60950-1
	EMS	FCC (Part15 ClassA), ICES003 ClassA, EN55022 ClassB, EN55024
	Power Source and Power Consumption	WV-SFV311 DC power supply: 12 V DC/710 mA/Approx. 8.5 W PoE Device: 48 V DC/250 mA/Approx. 12 W (Class 0 device) WV-SFV310 DC power supply: 12 V DC/660 mA/Approx. 7.9 W PoE Device: 48 V DC/240 mA/Approx. 11.5 W(Class 0 device) * ONLY CONNECT 12V DC CLASS 2 POWER SUPPLY.
	Ambient Operating Temperature	-40 °C - +50 °C (-40 °F - 122 °F)
	Ambient Operating Humidity	20 - 90 % (no condensation)
	Impact Protection	IEC 60068-2-75 test Eh, 50 J / IEC 62262 IK10
	Water and Dust Resistance	IP66, IEC60529 measuring standard compatible, Type 4X(UL50), NEMA 4X compliant
	Shock Resistance	Compliant with 50 J IEC60068-2-75
	Dimensions	ø164 mm x 139 mm (H) (ø6-15/32 inches x 5-15/32 inches (H)) * Installing using the base bracket Dome radius 42 mm (1-21/32 inches)
	Mass (approx.)	1.6 kg (3.53 lbs.)
	Finish	Main body : Aluminum die cast, light gray / Dome section: Clear polycarbonate resin

- *1 Converted value
- *2 Super Dynamic function is automatically set off on 60fps mode.
- *3 Refer to "Notes on Windows Vista® / Windows® 7 / Windows® 8" on the provided CD-ROM for further information about system requirements for a PC and precautions when using Microsoft® Windows® 8 or Microsoft® Windows® 7 or Microsoft® Windows Vista®.
- *4 Transmission for 4 streams can be individually set.

Part Names and Functions



Trademarks and registered trademarks
 - Microsoft, and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and other countries.
 - UniPhier is a registered trademark of Panasonic Corporation.
 - "i-PRO SmartHD" logo is trademark or registered trademark of Panasonic Corporation.
 - ONVIF and the ONVIF logo are trademarks of ONVIF Inc.

Important
 - Safety Precaution: Carefully read the Important Information, Installation Guide and operating instructions before using this product.
 - Panasonic cannot be responsible for the performance of the network and/or other manufacturers' products used on the network.

• Masses and dimensions are approximate. • Specifications are subject to change without notice.

DISTRIBUTED BY :

Panasonic

<http://security.panasonic.com>

<http://www.facebook.com/PanasonicNetworkCamera>



MOTOTRBO™

Enhanced Data Applications



MOTOTRBO™ Location Services

Enables **dispatcher-based location tracking** of people and vehicles with no monthly fees or external GPS devices

Uses a **GPS modem and receiver** integrated within portable and mobile radios

MOTOTRBO Location Services software enables a computer to **display maps and the location of each GPS-enabled radio**

Tracking users via the mapping client allows you to **more efficiently manage your fleet** or mobile workforce as well as optimize schedules, route planning, and dispatching

GPS updates can be sent at preconfigured intervals, on demand by the dispatcher, or upon press of the emergency button

Enables **definition of multiple geofences** with real-time, on-screen indications when a radio enters or exits them

Supports **historic data playback**—the system logs the GPS location data for the radios being tracked and can be played back at any time

Location Services integrates with the MOTOTRBO Text Messaging Services application and allows features such as **sending text directions to radios**

MOTOTRBO™ Text Messaging Services

Provides **fast and flexible text-format communication** between radios and dispatch systems, between radios and email-addressable devices, and to remote PC clients attached to radios

Create, reply to, forward, edit and save messages

Send and receive messages to selected group of radios, an individual radio, a fixed client or a mobile client

Enable an **alternate means of communication**—a user can read a text message in a loud environment where

voice is difficult to hear or when sensitive information is being communicated

Provision for messaging with **SMTP address** (external emails)

Web-based administration utility for **convenient address book management**

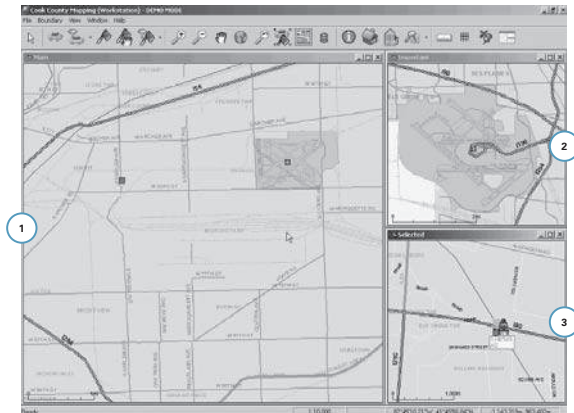
Ability to **connect a laptop** to any field radio creating a mobile dispatch client

Reduce operating costs by consolidating communication devices—no need for two-way pagers

Accelerate performance.

The next-generation professional two-way radio communications solution is here, with more performance, productivity and value—thanks to digital technology that delivers increased capacity and spectrum efficiency, integrated data communications and enhanced voice communications.

MOTOTRBO offers you a private, standards-based, cost-effective solution that can be tailored to meet your unique coverage and feature needs. This versatile portfolio provides a complete system of portable radios, mobile radios, repeaters, accessories and data applications.



MOTOTRBO™ Location Services

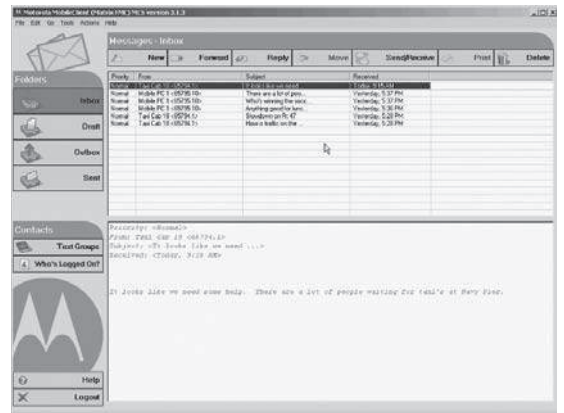
With Location Services, dispatchers can take advantage of flexible configuration and views. Emergency calls automatically display in the “Important” window, and remain on the screen until acknowledged by the dispatcher.

1. Main window
2. Important window
3. Selected window

Installs easily into a PC operating Windows XP or Windows 2000.

Standard package includes:

- MotoLocator (server software)
- Mapping client software
- Documentation and utilities CD
- High-level map of the United States or Canada (customer then chooses up to 9 counties in the US or 50 Postal Codes in Canada of detailed custom map data)
- One radio license (tracks a single user—additional licenses are required for each radio tracked)
- One mapping client license (enables mapping client software—licenses are required for each additional client)
- One unique serial number



MOTOTRBO™ Text Messaging Services

MOTOTRBO Text Messaging Services provides an easy to use, intuitive interface.

A simple configuration enables PC-to-radio text messaging.



Installs easily into a PC operating Windows XP or Windows 2000.

Standard package includes:

- Text Messaging server software
- Text Messaging client software*
- Documentation and utilities CD
- One radio license (allows text messaging to a single user—additional licenses are required for each radio that will send/receive text messages from the PC)
- One unique serial number

*Mobile client(s) software is sold separately





INCOMPARABLES CAPACIDADES DE DATOS TRANSFORMAN
EL RADIO DE DOS VÍAS MÁS ALLÁ DE LA VOZ.

RADIOS PORTÁTILES DIGITALES DE DOS VÍAS SERIE DGP™8000 / DGP™5000 MOTOTRBO™



Desde el operario de una fábrica hasta el equipo a cargo de la reparación de rutas y caminos, MOTOTRBO transforma su empresa, haciendo más inteligente y segura la interacción de sus empleados. Nuestras incomparables funcionalidades de datos y la mejor calidad de audio de la industria lo ayudan a potenciar a su personal como nunca antes.

Versátil y potente, MOTOTRBO combina lo mejor de la funcionalidad de radio de dos vías con los últimos avances en tecnología digital. Los radios Serie DGP™8000 / DGP™5000 integran voz y datos sin limitación; ofrecen funciones optimizadas fáciles de usar, y aportan beneficios de operaciones empresariales críticas, como Bluetooth® integrado y Audio Inteligente.

La Serie DGP™8000 / DGP™5000 viene a reinventar su lugar de trabajo y la manera en la que la gente colabora para ayudarlo a incrementar la eficiencia de su organización.

CALIDAD DE AUDIO SUPERIOR A LA ESPERADA

En lo que a claridad de audio respecta, la calidad de la tecnología digital es indiscutible. Los radios portátiles Serie DGP™8000 / DGP™5000 le ofrecen rendimiento de audio digital en toda su área de cobertura, además de exclusivas funcionalidades que ayudarán a sus empleados a escuchar y ser escuchados más claramente, independientemente del entorno en el que se encuentren.

La función de Audio Inteligente automáticamente ajusta el volumen del radio según el ruido de fondo, de modo tal que el trabajador no tenga que estar constantemente ajustando el volumen de su radio para evitar perder llamadas en entornos altamente ruidosos o molestar a los demás al ingresar en áreas silenciosas. La función optimizada de supresión de ruido de fondo ayuda a filtrar el ruido externo no deseado, incluso el ruido de maquinaria pesada y motores en marcha.

La función de audio Bluetooth® viene integrada al radio, de modo que no se requiere adaptador alguno para el uso de accesorios inalámbricos. Además, los accesorios de audio IMPRES™ optimizan la función de supresión de ruido y mejoran la inteligibilidad de la voz, experimentando así los accesorios más inteligentes de su clase.

FUNCIONALIDAD DE DATOS LÍDER EN LA INDUSTRIA

Integrada a la serie DGP™8000 y ofrecida como función premium para DGP™5000, la funcionalidad de datos Bluetooth integrados permite que los equipos de trabajo abocados a su tarea envíen información a la oficina en tiempo real, en vez de tener que esperar hasta el final del turno, ayudando así a ahorrar valiosísimas horas y a optimizar el proceso de toma de decisiones. Además, la función GPS integrada a los dispositivos de Serie DGP™8000 le permiten localizar a su fuerza de trabajo móvil y enviarle mensajes de texto en los casos en los que no se pueden establecer comunicaciones de voz. Y su completa pantalla color de 5 líneas y grandes dimensiones opera en modo día/noche, facilitando la visualización de listas de contactos, mensajes de texto y tickets de órdenes de trabajo, incluso con luz solar directa.

El Programa de Desarrolladores de Aplicaciones de MOTOTRBO ofrece aplicaciones de datos personalizadas que le permiten adaptar sus radios según las necesidades de su empresa. Con el Programa de Desarrolladores más importante de la industria, las aplicaciones de datos lo ayudan a alcanzar sus objetivos, desde administración de tickets de órdenes de trabajo hasta integración de telefonía y mucho más.

RENDIMIENTO DE ALTA POTENCIA

MOTOTRBO emplea tecnología digital TDMA. Es por ello que usted obtiene voz y datos integrados, el doble de capacidad de llamada y comunicaciones de voz más claras. Y en lo que respecta a rendimiento de batería, los radios MOTOTRBO ofrecen hasta un 40% más de autonomía entre carga y carga, en comparación con los radios de tecnología analógica.

COMPLETAS FUNCIONALIDADES

Los radios Serie DGP™8000 / DGP™5000 ofrecen muchas de las funciones que su empresa necesita, incluidas señalización de llamada optimizada, encriptación básica y mejorada para mayor privacidad, expandibilidad de placa opcional

y suite de interrupción de transmisión para priorización de comunicaciones críticas cuando más lo necesita. También ofrecen visualización en pantalla de las funciones del botón programable, pudiendo acceder a ellas más fácil y rápidamente. Y para los casos en los que no se puede distraer al trabajador, la función personalizable de anuncio por voz ofrece una confirmación audible para cambios de zona o canal y funciones de botón programable, eliminando la necesidad de tener que mirar la pantalla.

COBERTURA Y CAPACIDAD EXTENDIDAS

Su fuerza de trabajo está permanentemente abocada a su tarea todos los días, levantando cargas, reparando rutas y caminos, proporcionando seguridad, atendiendo solicitudes de huéspedes o restableciendo el suministro de energía eléctrica después de una tormenta.

Como función integrada a la Serie DGP™8000 y opción premium para DGP™5000, IP Site Connect ayuda a mejorar considerablemente el servicio de atención al cliente y su productividad utilizando Internet para ampliar la cobertura y crear así una red de área extendida, extender la cobertura en un solo sitio o unir áreas geográficamente dispersas. Usted puede actualizar el DGP 8000 o el DGP 5000 con Capacity Plus que agrega funcionalidad trunking de un solo sitio para extender la capacidad del sistema sin la necesidad de incluir nuevas frecuencias. Puede agregar también Linked Capacity Plus que combina la capacidad de extensión de Capacity Plus con la cobertura de área amplia IP Site Connect, proporcionando una solución de trunking de área amplia de sitios múltiples de alta capacidad y costo eficaz. Ya sea que desee cobertura en un solo sitio o en sitios múltiples, MOTOTRBO puede ser escalado para satisfacer las necesidades de su negocio y de su presupuesto.

MIGRE SU SISTEMA A SU PROPIO RITMO


Mantener sus operaciones en perfecto funcionamiento ante un cambio en los sistemas de comunicaciones es vital para su empresa. Con nuestros radios Serie DGP™8000 / DGP™5000, es muy fácil migrar a digital, ya que funcionan tanto en modo analógico como digital. Y para facilitar aún más este proceso de transición, la funcionalidad de repetidor de modo combinado dinámico optimiza la conmutación automática entre llamadas analógicas y digitales. De modo que usted puede comenzar a utilizar radios y repetidores MOTOTRBO en su sistema analógico actual e ir migrando el sistema a su propio ritmo cuando el tiempo y el presupuesto se lo permitan.

DURABILIDAD SIN LÍMITES

Los radios Serie DGP™8000 / DGP™5000 cumplen con las especificaciones más exigentes, incluidas IP57 sobre inmersión en agua y los Estándares Militares de los EE.UU. 810 C, D, E, F y G, obteniendo un nivel de durabilidad excepcional. La opción para que el radio sea FM certificado, debe ser solicitada a la fábrica, junto con todos los accesorios relevantes en el momento de hacer la compra.




MANTENGA LA CONTINUIDAD OPERATIVA DE SU NEGOCIO CON APLICACIONES DE NIVEL EMPRESARIAL:


 **Localización:** Localice a sus trabajadores móviles de modo que puedan responder inmediatamente; ante una emergencia, usted puede localizar a su personal de seguridad con total precisión y enviar al lugar del incidente a los oficiales que más cerca se encuentren del área en cuestión

 **Bluetooth® integrado** para compartir datos de manera inalámbrica e instantánea entre distintos dispositivos

 **Consolas de despacho** para comunicación centralizada

 **Gateways de correo electrónico** para acceder a sus casillas de correo desde su radio

 **Monitoreo de red** para maximizar la capacidad de utilización del sistema

 **Aplicaciones de hombre herido** para que el radio mismo pida ayuda cuando el usuario no pueda hacerlo

 **Telefonía** para comunicación entre radios y teléfonos de línea fija o celulares

 **Mensajería de texto** para comunicaciones rápidas y discretas

 **Tickets de órdenes de trabajo** para agilizar la respuesta al cliente

ESPECIFICACIONES DE LA SERIE DGP™8000 / DGP™5000

ESPECIFICACIONES GENERALES									
DGP 8550 Y DGP 5550 CON PANTALLA Y TECLADO				DGP 8050 Y DGP 5050 SIN PANTALLA O TECLADO					
		VHF	UHF	800/900	VHF	UHF	800/900		
Capacidad de canal		1000			32				
Frecuencia		136-174 MHz	350-400 MHz 403-527 MHz	806-825 MHz	136-174 MHz	350-400 MHz 403-527 MHz	806-825 MHz		
				851-870 MHz			851-870 MHz		
				896-902 MHz			896-902 MHz		
				935-941 MHz			935-941 MHz		
Batería de ion de litio IMPRES de alta capacidad de 2150 mAh (PMNN4409)	(A X A X L)	130,3 mm / 55,2 mm / 41,1 mm 5,13" / 2,17" / 1,62"			130,3 mm / 55,2 mm / 39,6 mm 5,13" / 2,17" / 1,56"				
	Peso	355,5 g (12,54 oz)		350 g (12,35 oz)	323 g (11,39 oz)		318 g (11,20 oz)		
Batería de ion de litio IMPRES delgada de 1500 mAh (PMNN4407)	(A X A X L)	130,3 mm / 55,2 mm / 35,8 mm 5,13" / 2,17" / 1,41"			130,3 mm / 55,2 mm / 34,3 mm 5,13" / 2,17" / 1,35"				
	Peso	335,5 g (11,83 oz)		330 g (11,64 oz)	303 g (10,69 oz)		298 g (10,49 oz)		
Batería de ion de litio IMPRES FM de alta capacidad de 2300 mAh (NNTN8129)	(A X A X L)	130,3 mm / 55,2 mm / 41,1 mm 5,13" / 2,17" / 1,62"			130,3 mm / 55,2 mm / 39,6 mm 5,13" / 2,17" / 1,56"				
	Peso	365,5 g (12,89 oz)		360 g (12,70 oz)	333 g (11,75 oz)		328 g (11,55 oz)		
Fuente de alimentación		7,5 V (Nominal)							
Temperatura de funcionamiento		-30 ~ +60°C ¹							
Código FCC		ABZ99FT3085	ABZ99FT4086	ABZ99FT5014	ABZ99FT3085	ABZ99FT4086	ABZ99FT5014		
Código IC		109AB-99FT3085	109AB-99FT4086	109AB-99FT5014	109AB-99FT3085	109AB-99FT4086	109AB-99FT5014		
BATERÍA									
Vida útil promedio de batería			Ciclo de operación 5/5/90 con supresión de ruido del portador y transmisor en alta potencia ²						
Batería de ion de litio Core delgada de 1500mAh		Analogico: 7,7 hs/ Digital: 11,3 hs.		9,5 hrs / 12,0 hrs	Analogico: 8 hs/ Digital: 11,8 hs.		9,7 hrs / 12,5 hrs		
Batería de ion de litio IMPRES delgada de 1500 mAh		Analogico: 7,7 hs/ Digital: 11,3 hs.		9,5 hrs / 12,0 hrs	Analogico: 8 hs/ Digital: 11,8 hs.		9,7 hrs / 12,5 hrs		
Batería de ion de litio IMPRES de alta capacidad de 2150 mAh		Analogico: 11,1 hs/ Digital: 16,2 hs.		13,5 hrs / 17,0 hrs	Analogico: 11,5 hs/ Digital: 17 hs.		14,0 hrs / 17,8 hrs		
Batería de ion de litio IMPRES FM de alta capacidad de 2300 mAh		Analogico: 11,9 hs/ Digital: 17,3 hs.		14,5 hrs / 18,2 hrs	Analogico: 12,3 hs/ Digital: 18,1 hs.		15,0 hrs / 19,0 hrs		
RECEPTOR				TRANSMISOR					
		VHF	UHF	800/900			VHF	UHF	800/900
Frecuencias		136-174 MHz	350-400 MHz 403-527 MHz	806-941 MHz	Frecuencias		136-174 MHz	350-400 MHz 403-527 MHz	806-941 MHz
Espaciamiento de canal		12,5/25kHz			Espaciamiento de canal		12,5/25 kHz		
Estabilidad de frecuencia (Ref. -30°C, +60°C, +25°C)		± 0,5 ppm			Estabilidad de frecuencia		± 0,5 ppm		
Sensibilidad analógica (12dB SINAD)		0,3uV 0,22uV (típica)			Baja potencia de salida		1W	1W	1W
Sensibilidad digital		0,25 uV (0,19 uV típica)			Alta potencia de salida		5W	4W	2,5W
Intermodulación (TIA603D)		70 dB			Restricción de modulación		± 2,5kHz @ 12,5 kHz / ± 5,0kHz @ 25 kHz		
Selectividad de canal adyacente (TIA603A) - 1T		60dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 25 kHz			Interferencia y ruido en FM		-40dB @ 12,5 kHz / -45dB @ 25 kHz		
Selectividad de canal adyacente (TIA603D) - 2T		45dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 25 kHz			Emisión conducida/radiada		-36 dBm < 1GHz / -30 dBm > 1GHz		
Rechazo espúreo (TIA603D)		70 dB			Potencia de canal adyacente		60dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 25 kHz		
Audio nominal		0,5W			Respuesta acústica		TIA603D		
Distorsión de audio en audio nominal		5% (3% típica)			Distorsión de audio		3%		
Interferencia y ruido		-40dB @ 12,5 kHz / -45dB @ 25 kHz			Modulación FM		12,5 kHz: 11K0F3E 25 kHz: 16K0F3E		
Respuesta acústica		TIA603D			Modulación digital 4FSK		12,5 kHz – Datos: 7K60F1D & 7K60FXD		
Emisión espúrea conducida (TIA603D)		-57dBm					12,5 kHz – Voz: 7K60F1E & 7K60FXE		
							Combinación de voz y datos (12,5 kHz): 7K60F1W		
					Tipo de vocodificador digital		AMBE+2™		
					Protocolo digital		ETSI TS 102 361-1, -2, -3		

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

RADIOS PORTÁTILES SERIE DGP™8000 / DGP™5000 MOTOTRBO™

GPS (SOLAMENTE PARA LA SERIE DGP™8000)

Especificaciones sobre precisión para seguimiento a largo plazo (95° valor percentil >5 satélites visibles con una intensidad de señal nominal de -130 dBm).

TTFF (Tiempo para el primer punto fijo) - Arranque en frío < 60 segundos

TTFF (Tiempo para el primer punto fijo) - Arranque en caliente < 10 segundos

Precisión horizontal < 5 metros

BLUETOOTH

Versión Admite Bluetooth® 2.1 + Especificación EDR

Alcance Clase 2; 10 metros

APROBACIONES FACTORY MUTUAL

Los radios portátiles Serie DGP™8000 / DGP™5000 MOTOTRBO pueden ser ordenados con la certificación FM según los Códigos de los Estados Unidos como intrínsecamente seguros para uso en Clase I, II, III, División 1, Grupos C, D, E, F, G. Para recibir esta certificación el nuevo radio debe ser usados con las baterías Motorola con la debida certificación FM. También han sido certificados para uso en Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D.

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

Temperatura de funcionamiento -30°C/+60°C

Temperatura de almacenamiento -40°C/+85° C

Choque térmico Según MIL-STD

Humedad Según MIL-STD

ESD IEC 61000-4-2 Nivel 3

Ingreso de agua y polvo IEC 60529 - IP57

Prueba de embalaje MIL-STD 810D y E

Las pruebas se ejecutaron sobre radio portátil con batería y antena.

¹ Solo radio - batería de ion de litio -10C.

² El tiempo de duración real de la batería depende del uso de ciertas funcionalidades tales como GPS, Bluetooth y aplicaciones basadas en tarjeta de expansión.

Para más detalles sobre el tiempo de duración de batería esperado según los parámetros de configuración de su radio, contáctese con un representante de ventas de Motorola local.

ESTÁNDARES MILITARES

	810C		810D		810E		810F		810G	
MIL-STD APLICABLE	MÉTODO	PROCEDIMIENTOS	MÉTODO	PROCEDIMIENTOS	MÉTODO	PROCEDIMIENTOS	MÉTODO	PROCEDIMIENTOS	MÉTODO	PROCEDIMIENTOS
Baja presión	500.1	I	500.2	II	500.3	II	500.4	II	500.5	II
Alta temperatura	501.1	I, II	501.2	I/A1, II/A1	501.3	I/A1, II/A1	501.4	I/Hot, II/Hot	501.5	I-A1, II
Baja temperatura	502.1	I	502.2	I/C3, II/C1	502.3	I/C3, II/C1	502.4	I-C3, II/C1	502.5	I, II
Choque térmico	503.1	-	503.2	I/A1/C3	503.3	I/A1/C3	503.4	I	503.5	I-C
Radiación solar	505.1	II	505.2	I	505.3	I	505.4	I	505.5	I-A1
Lluvia	506.1	I, II	506.2	I, II	506.3	I, II	506.4	I, III	506.5	I, III
Humedad	507.1	II	507.2	II	507.3	II	507.4	-	507.5	II
Niebla salina	509.1	-	509.2	-	509.3	-	509.4	-	509.5	-
Polvo	510.1	I	510.2	I	510.3	I	510.4	I	510.5	I
Vibración	514.2	VIII/F, Curve-W	514.3	I/10, II/3	514.4	I/10, II/3	514.5	I/24	514.6	II/5
Golpes	516.2	I, II	516.3	I, IV	516.4	I, IV	516.5	I, IV	516.6	I, IV, VI

Para más información acerca de cómo fortalecer sus operaciones de voz móvil, visite www.motorolasolutions.com/americalatina/mototrbo

Especificaciones sujetas a cambios sin notificación previa. Todas las especificaciones incluidas en este documento son especificaciones típicas.

El radio cumple con todos los requerimientos regulatorios vigentes.

MOTOROLA, MOTO, MOTOROLA SOLUTIONS y el logotipo de la M estilizada son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Motorola Trademark Holdings, LLC y son utilizadas bajo licencia. Todas las demás marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios. © 2014 Motorola Solutions, Inc. Todos los derechos reservados.

MOTOTRBO
REINVENTANDO
DIGITAL

Cisco Catalyst 3750 Series Switches

Product Overview

The Cisco® Catalyst® 3750 Series Switches (Figures 1 through 4) are innovative switches that improve LAN operating efficiency by combining industry-leading ease of use and high resiliency for stackable switches. This product series features Cisco StackWise™ technology, a 32-Gbps stack interconnect that allows customers to build a unified, highly resilient switching system, one switch at a time.

Figure 1. Cisco Catalyst 3750 Series Switches for 10/100 and 10/100/1000 Access and Aggregation

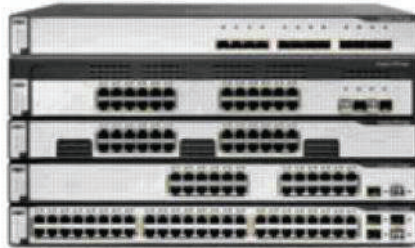


Figure 2. Cisco Catalyst 3750-24PS and Cisco Catalyst 3750-48PS Switches with IEEE 802.3af Power



Figure 3. Cisco Catalyst 3750G-16TD Switch



Figure 4. Cisco Catalyst 3750G-48TS Switch, Cisco Catalyst 3750G-48PS Switch with IEEE 802.3af Power, Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U Switch, and Cisco Catalyst 3750G-24PS Switch with IEEE 802.3af Power



For midsized organizations and enterprise branch offices, the Cisco Catalyst 3750 Series eases deployment of converged applications and adapts to changing business needs by providing configuration flexibility, support for converged network patterns, and automation of intelligent network services configurations. In addition, the Cisco Catalyst 3750 Series is optimized for high-density Gigabit Ethernet deployments and includes a diverse range of switches that meet access, aggregation, or small-network backbone-connectivity requirements.

Configurations

The Cisco Catalyst 3750 Series includes the following configurations:

- Cisco Catalyst 3750G-24TS-24 Ethernet 10/100/1000 ports and four Small Form-Factor Pluggable (SFP) uplinks
- Cisco Catalyst 3750G-24T-24 Ethernet 10/100/1000 ports
- Cisco Catalyst 3750G-12S-12 Gigabit Ethernet SFP ports
- Cisco Catalyst 3750-48TS-48 Ethernet 10/100 ports and four SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750-24TS-24 Ethernet 10/100 ports and two SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750-48PS-48 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard Power over Ethernet (PoE) and four SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750-24PS-24 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE and two SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750-24FS-24 100BASE-FX Ethernet ports and two SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U-24 Ethernet 10/100/1000 ports and four SFP uplinks, 1-rack unit (RU) height
- Cisco Catalyst 3750G-24PS-24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE and four SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750G-48TS-48 Ethernet 10/100/1000 ports and four SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750G-48PS-48 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE and four SFP uplinks
- Cisco Catalyst 3750G-24WS-24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af, Cisco prestandard PoE and two SFP uplinks and an integrated wireless LAN controller

The Cisco Catalyst 3750 Series is available with either the IP Base image or the IP Services image. The IP Base image feature set includes advanced quality of service (QoS), rate-limiting, access control lists (ACLs), static routing, Routing Information Protocol (RIP) and EIGRP stub routing, capabilities. The IP Services image provides a richer set of enterprise-class features, including advanced hardware-based IPv6 and multicast routing.

Cisco StackWise Technology offers Stackable Resiliency

Cisco StackWise technology is a stacking architecture optimized for Gigabit Ethernet. This technology is designed to respond to additions, deletions, and redeployment while maintaining constant performance. Cisco StackWise technology unites up to nine individual switches into a single logical unit, using special stack-interconnect cables and stacking software. The individual switches can be any combination of Cisco Catalyst 3750 and Cisco Catalyst 3750-E Series Switches. The stack behaves as a single switching unit that is managed by a master switch, elected from one of the member switches. The master switch automatically creates and updates all the switching and optional routing tables. A working stack can accept new members or delete old ones without service interruption.

Cisco EnergyWise Technology

Cisco EnergyWise is an innovative architecture, added to the Cisco Catalyst 3750 switches, promoting companywide sustainability by reducing energy consumption across an entire corporate infrastructure and affecting more than 50 percent of global greenhouse gas emissions created by worldwide building infrastructure, a much greater effect than the 2 percent generated by the IT industry. Cisco EnergyWise enables companies to measure the power consumption of network infrastructure and network-attached devices and manage power consumption with specific policies, reducing power consumption to realize increased cost savings, potentially affecting any powered device.

EnergyWise encompasses a highly intelligent network-based approach to communicate messages that measure and control energy between network devices and endpoints. The network discovers Cisco EnergyWise manageable devices, monitors their power consumption, and takes action based on business rules to reduce power consumption. EnergyWise uses a unique domain-naming system to query and summarize information from large sets of devices, making it simpler than traditional network management capabilities. Cisco EnergyWise's management interfaces allow facilities and network management applications to communicate with endpoints and each other using the network as a unifying fabric. The management interface uses standard SNMP or SSL to integrate Cisco and third-party management systems.

Cisco EnergyWise extends the network as a platform for the power control plane for gathering, managing, and reducing power consumption of all devices, resulting in companywide optimized power delivery and reduced energy costs.

Primary Features and Benefits

Ease of Use: "Plug-and-Play" Configuration

A working stack is self-managing and self-configuring. When switches are added or removed, the master switch automatically loads the Cisco IOS® Software revision running on the stack to the new switch, loads the global configuration parameters, and updates all the routing tables to reflect changes. Upgrades are applied universally and simultaneously to all members of the stack.

The Cisco Catalyst 3750 Series stacks up to nine switches as a single logical unit for a total of 468 Ethernet or PoE 10/100 ports, or 468 Ethernet 10/100/1000 ports or PoE 10/100/1000 ports, or nine 10 Gigabit Ethernet ports. Additional port combinations can be created by connecting the Cisco Catalyst 3750-E Series Switches to the stack. Individual 10/100, 10/100/1000, and 10 Gigabit Ethernet units can be joined in any combination to evolve with network needs.

Return on Investment Through Lower Operations Costs

The automatic Cisco IOS Software version checking and loading of the global configuration parameters provide the first level of operational time saving. The second level is added during the event of an outage. When you remove a troubled switch from an existing stack of switches and replace it with another switch, the master switch will recognize this as a maintenance outage and automatically reload the port-level configuration that was on the previous switch without user intervention. This allows IT managers to have local personnel in remote locations perform maintenance tasks instead of sending costly technicians out for a few minutes of work, thus saving thousands of dollars in operational costs.

Mix-and-Match Switch Types: Pay as You Expand Your Network

Stacks can be created with any combination of Cisco Catalyst 3750 and Cisco Catalyst 3750-E switches. Customers who need a mixture of 10/100 and 10/100/1000 ports, PoE, and wiring-closet aggregation capability can incrementally develop the access environment, paying only for what they need. When uplink capacity needs to be increased, you can easily upgrade your bandwidth by adding a 10 Gigabit Ethernet version to the stack and upgrade your Gigabit Ethernet links with 10 Gigabit Ethernet on the existing fiber.

Integrated Wireless LAN Controller

The Cisco Catalyst 3750G Integrated Wireless LAN Controller integrates wireless LAN controller functions into the Cisco Catalyst 3750G Series Switches and delivers improved operating efficiency and WLAN security, mobility, and ease of use for business-critical wireless LANs. The Cisco Catalyst 3750G Integrated Wireless LAN Controller delivers centralized security policies, wireless intrusion prevention system (IPS) capabilities, award-winning RF management, QoS, and Layer 3 fast secure roaming for WLANs. As a core component of the Cisco Unified Wireless Network, the Cisco Catalyst 3750G Integrated Wireless LAN Controller provides the control, security, redundancy, and reliability that network managers need to scale and manage their wireless networks as easily as they scale and manage their traditional wired networks.

Availability: Uninterrupted Performance at Layer 2 and Layer 3

The Cisco Catalyst 3750 Series increases availability for stackable switches. Each switch can operate as both a master controller and a forwarding processor. Each switch in the stack can serve as a master, creating a 1:N availability scheme for network control. In the unlikely event of a single unit failure, all other units continue to forward traffic and maintain operation.

Smart Multicast: A New Level of Efficiency for Converged Networks

With Cisco StackWise technology, the Cisco Catalyst 3750 Series offers greater efficiency for multicast applications such as video. Each data packet is put onto the backplane only once, which provides more effective support for more data streams.

Superior Quality of Service Across the Stack and at Wire Speed

The Cisco Catalyst 3750-E and 3750 Series offer Gigabit and 10 Gigabit Ethernet speed with intelligent services that keep everything flowing smoothly, even at 10 times the normal network speed. Mechanisms for marking, classification, and scheduling deliver best-in-class performance for data, voice, and video traffic, all at wire speed.

Network Security: Granular Control for the Access Environment

The Cisco Catalyst 3750 Series supports a comprehensive set of security features for connectivity and access control, including ACLs, authentication, port-level security, and identity-based network

services with 802.1x and extensions. This set of comprehensive features not only helps prevent external attacks, but also defends the network against “man-in-the-middle” attacks, a primary concern in today’s business environment.

Single IP Management: Many Switches, One Address

Each Cisco Catalyst 3750 Series stack is managed as a single object and has a single IP address. Single IP management is supported for activities such as fault detection, VLAN creation and modification, network security, and QoS controls.

Jumbo Frames: Support for High-Demand Applications

The Cisco Catalyst 3750 Series supports jumbo frames on the 10/100/1000 configurations for advanced data and video applications requiring very large frames. All Cisco Catalyst 3750-E Series switch models also support jumbo frames.

IPv6 Support

The Cisco Catalyst 3750 Series supports IPv6 routing in hardware for maximum performance. As network devices grow and the need for larger addressing and higher security becomes critical, the Cisco Catalyst 3750 Series will be ready to meet the requirement.

Standard PoE Support: Graceful Addition of IP Communications

The Cisco Catalyst 3750 and 3750G PoE models support Cisco IP phones and Cisco Aironet® wireless LAN (WLAN) access points, as well as any IEEE 802.3af-compliant end device. The Cisco Catalyst 3750 and 3750G 24-port versions can support 24 simultaneous full-powered PoE ports at 15.4W for maximum powered device support. The 48-port versions can deliver the necessary power to support 24 ports at 15.4W, 48 ports at 7.7W, or any combination in between.

10 Gigabit Ethernet Support: Increased Uplink Bandwidth for Gigabit Ethernet Deployments

The Cisco Catalyst 3750 Series allows network managers to incrementally add IEEE 802.3ae-compliant 10 Gigabit Ethernet connectivity in their wiring closets or grid clusters, further facilitating and enhancing Gigabit Ethernet networks. This provides investment protection to customers who want to use their existing fiber plant, add uplink bandwidth capacity to their switching stacks, and provide higher performance to applications and users. The Cisco Catalyst 3750-E Series offers an even greater variety of 10 Gigabit Ethernet port configuration switches.

Management Options

The Cisco Catalyst 3750 Series (Figure 5) offers both a superior command-line interface (CLI) for detailed configuration and Cisco Network Assistant Software, a Web-based tool for quick configuration based on preset templates. In addition, CiscoWorks supports the Cisco Catalyst 3750 Series for networkwide management. Table 1 lists the features and benefits of the Cisco Catalyst 3750 Series.

Figure 5. Cisco Catalyst 3750 Series Switches**Table 1.** Features and Benefits

Feature	Benefit
Ease of Use and Deployment	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconfiguration of new stack units eliminates reconfiguration. • Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) autoconfiguration of multiple switches through a boot server eases switch deployment. • Automatic Cisco IOS Software version checking and updating help ensure that all stack members have the same software version. • Automatic QoS (AutoQoS) simplifies QoS configuration in voice over IP (VoIP) networks by issuing interface and global switch commands to detect Cisco IP phones, classify traffic, and help enable egress queue configuration. • Master configuration management helps ensure that all switches are automatically upgraded when the master switch receives a new software version. • Autosensing on each non-SFP port detects the speed of the attached device and automatically configures the port for 10-, 100-, or 1000-Mbps operation, easing switch deployment in mixed 10, 100, and 1000BASE-T environments. • Autonegotiating on all ports automatically selects half- or full-duplex transmission mode to optimize bandwidth. • Dynamic Trunking Protocol (DTP) facilitates dynamic trunk configuration across all switch ports. • Port Aggregation Protocol (PAgP) automates the creation of Cisco Fast EtherChannel® groups or Gigabit EtherChannel groups to link to another switch, router, or server. • Link Aggregation Control Protocol (LACP) allows the creation of Ethernet channeling with devices that conform to IEEE 802.3ad. This feature is similar to Cisco EtherChannel technology and PAgP. • DHCP Relay allows a DHCP relay agent to broadcast DHCP requests to the network DHCP server. • IEEE 802.3z-compliant 1000BASE-SX, 1000BASE-LX/LH, 1000BASE-ZX, 1000BASE-T, and CWDM physical-interface support through a field-replaceable SFP module provides unprecedented flexibility in switch deployment. • There is a default configuration to help ensure that the switch can be quickly connected to the network and can pass traffic with minimal user intervention. This default configuration exists even if there is no configuration stored in Flash memory. • Automatic media-dependent interface crossover (MDIX) automatically adjusts transmit and receive pairs if an incorrect cable type (crossover or straight-through) is installed.
Cisco EnergyWise	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco EnergyWise for greenhouse gas emissions and operational cost optimization by measuring, reporting, and reducing energy consumption across the entire corporate infrastructure, well beyond the scope of IT.
Availability and Scalability	
Superior Redundancy for Fault Backup	<ul style="list-style-type: none"> • 1:N master redundancy allows each stack member to serve as a master, providing the highest reliability for forwarding. • Cisco CrossStack UplinkFast (CSUF) technology provides increased redundancy and network resiliency through fast spanning-tree convergence (less than 2 seconds) across a switch stack with Cisco StackWise technology. • Cross-Stack EtherChannel provides the ability to configure Cisco EtherChannel technology across different members of the stack for high resiliency. • IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) provides rapid spanning-tree convergence independent of spanning-tree timers and also offers the benefit of distributed processing. • Stacked units behave as a single spanning-tree node. • Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+) allows rapid spanning-tree reconvergence on a per-VLAN spanning-tree basis, without requiring the implementation of spanning-tree instances. • Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP) is supported to create redundant, failsafe routing topologies. • Unidirectional Link Detection Protocol (UDLD) and Aggressive UDLD allow unidirectional links caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults to be detected and disabled on fiber-optic interfaces.

	<ul style="list-style-type: none"> • Switch-port autorecovery (errdisable) automatically attempts to reactivate a link that is disabled because of a network error. • Cisco RPS 2300 and RPS 675 Redundant Power Systems support provides superior power-source redundancy for up to 6 Cisco networking devices, resulting in improved fault tolerance and network uptime. • Equal-cost routing for load balancing and redundancy. • Bandwidth aggregation up to 16 Gbps through 10 Gigabit EtherChannel technology, 8 Gbps through Gigabit EtherChannel technology, and up to 800 Mbps through Fast EtherChannel technology enhances fault tolerance and offers higher-speed aggregated bandwidth between switches and to routers and individual servers. • Uplink bandwidth can be easily upgraded by adding a 10 Gigabit Ethernet version to a wiring-closet stack and replacing the Gigabit Ethernet uplinks with 10 Gigabit Ethernet without having to change fiber pairs.
High-Performance IP Routing	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Express Forwarding hardware routing architecture delivers extremely high-performance IP routing. • Basic IP unicast routing protocols (static, Routing Information Protocol Version 1 [RIPv1], RIPv2 and RIPv6) are supported for small-network routing applications. • IPv6 routing (OSPFv6 and EIGRPv6) support in hardware for maximum performance. The IP Services License is required. • Advanced IP unicast routing protocols (Open Shortest Path First [OSPF], Interior Gateway Routing Protocol [IGRP], Enhanced IGRP [EIGRP], Border Gateway Protocol Version 4 [BGPv4, IS-ISv4]) are supported for load balancing and constructing scalable LANs. The IP Services image is required. • Policy-based routing (PBR) allows superior control by facilitating flow redirection regardless of the routing protocol configured. The IP Services image is required. • HSRP provides dynamic load balancing and failover for routed links; up to 32 HSRP links supported per unit or stack. • Inter-VLAN IP routing for full Layer 3 routing between 2 or more VLANs. • Protocol Independent Multicast (PIM) for IP multicast routing is supported, including PIM sparse mode (PIM-SM), PIM dense mode (PIM-DM), and PIM sparse-dense mode. The IP Services image is required. • Routing is possible across the stack. • 128 switch virtual interfaces (SVIs) are recommended. Maximum of 1000 are supported (depending on the number of routes and multicast entries). 468 routed ports are supported per stack.
Integrated Cisco IOS Software Features for Bandwidth Optimization	<ul style="list-style-type: none"> • Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control prevents faulty end stations from degrading overall systems performance. • IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol support for redundant backbone connections and loop-free networks simplifies network configuration and improves fault tolerance. • PVST+ allows for Layer 2 load sharing on redundant links to efficiently use the extra capacity inherent in a redundant design. • IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol allows a spanning-tree instance per VLAN, for Layer 2 load sharing on redundant links. • Equal-cost routing facilitates Layer 3 load balancing and redundancy across the stack. • Local Proxy Address Resolution Protocol (ARP) works in conjunction with Private VLAN Edge to minimize broadcasts and maximize available bandwidth. • VLAN1 minimization allows VLAN1 to be disabled on any individual VLAN trunk link. • VLAN Trunking Protocol (VTP) pruning limits bandwidth consumption on VTP trunks by flooding broadcast traffic only on trunk links required to reach the destination devices. • Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping provides fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors. • Multicast VLAN Registration (MVR) continuously sends multicast streams in a multicast VLAN while isolating the streams from subscriber VLANs for bandwidth and security reasons. • Up to 48 EtherChannel groups are supported per stack.
Scalable Stacking	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco StackWise stacking creates a 32-Gbps switch interconnection. Stacking does not require user ports. Up to 9 units can be stacked together for a maximum of 468 10/100 ports, 468 10/100/1000 ports, 108 optical aggregation ports, nine 10 Gigabit Ethernet ports, or any mix thereof. Additional port combinations can be created by stacking together the Cisco Catalyst 3750 Series Switches and the Cisco Catalyst 3750-E Series Switches.
QoS and Control	
Advanced QoS	<ul style="list-style-type: none"> • Cross-stack QoS allows QoS to be configured across the entire stack. • 802.1p class of service (CoS) and differentiated services code point (DSCP) field classification is provided, using marking and reclassification on a per-packet basis by source and destination IP address, source and destination MAC address, or Layer 4 Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol (TCP/UDP) port number. • Cisco control-plane and data-plane QoS ACLs on all ports help ensure proper marking on a per-packet basis. • 4 egress queues per port help enable differentiated management of up to 4 traffic types across the stack. • Shaped Round Robin (SRR) scheduling helps ensure differential prioritization of packet flows by intelligently servicing the ingress queues and egress queues. • Weighted Tail Drop (WTD) provides congestion avoidance at the ingress and egress queues before

	<p>a disruption occurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strict priority queuing helps ensure that the highest-priority packets are serviced ahead of all other traffic. • There is no performance penalty for highly granular QoS capability.
Granular Rate Limiting	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco committed information rate (CIR) function provides bandwidth in increments as low as 8 Kbps. • Rate limiting is provided based on source and destination IP address, source and destination MAC address, Layer 4 TCP/UDP information, or any combination of these fields, using QoS ACLs (IP ACLs or MAC ACLs), class maps, and policy maps. • Asynchronous data flows upstream and downstream from the end station or on the uplink are easily managed using ingress policing and egress shaping. • Up to 64 aggregate or individual policers are available per Fast Ethernet or Gigabit Ethernet port.
Network Security	
Networkwide Security Features	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x allows dynamic, port-based security, providing user authentication. • IEEE 802.1x with VLAN assignment allows a dynamic VLAN assignment for a specific user regardless of where the user is connected. • IEEE 802.1x with voice VLAN permits an IP phone to access the voice VLAN irrespective of the authorized or unauthorized state of the port. • IEEE 802.1x and port security are provided to authenticate the port and manage network access for all MAC addresses, including that of the client. • IEEE 802.1x with an ACL assignment allows for specific identity-based security policies regardless of where the user is connected. • IEEE 802.1x with guest VLAN allows guests without 802.1x clients to have limited network access on the guest VLAN. • Cisco security VLAN ACLs on all VLANs prevent unauthorized data flows from being bridged within VLANs. • Cisco standard and extended IP security router ACLs define security policies on routed interfaces for control-plane and data-plane traffic. • Port-based ACLs for Layer 2 interfaces allow security policies to be applied on individual switch ports. • Secure Shell (SSH) Protocol, Kerberos, and Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3) provide network security by encrypting administrator traffic during Telnet and SNMP sessions. SSH Protocol, Kerberos, and the cryptographic version of SNMPv3 require a special cryptographic software image because of U.S. export restrictions. • Private VLAN Edge provides security and isolation between switch ports, which helps ensure that users cannot snoop on other users' traffic. • Dynamic ARP Inspection helps ensure user integrity by preventing malicious users from exploiting the insecure nature of the ARP protocol. • DHCP Snooping prevents malicious users from spoofing a DHCP server and sending out bogus addresses. This feature is used by other primary security features to prevent a number of other attacks such as ARP poisoning. • IP source guard prevents a malicious user from spoofing or taking over another user's IP address by creating a binding table between client's IP and MAC address, port, and VLAN. • Bidirectional data support on the Switched Port Analyzer (SPAN) port allows a Cisco Intrusion Detection System (IDS) to take action when an intruder is detected. • TACACS+ and RADIUS authentication facilitate centralized control of the switch and restrict unauthorized users from altering the configuration. • MAC address notification allows administrators to be notified of users added to or removed from the network. • DHCP Snooping helps administrators with consistent mapping of IP to MAC addresses. This can be used to prevent attacks that attempt to poison the DHCP binding database and to rate-limit the amount of DHCP traffic that enters a switch port. • Port security secures the access to an access or trunk port based on MAC address. • After a specific timeframe, the aging feature removes the MAC address from the switch to allow another device to connect to the same port. • Trusted boundary provides the ability to trust the QoS priority settings if an IP phone is present and to disable the trust setting in the event that the IP phone is removed, thereby preventing a malicious user from overriding prioritization policies in the network. • Multilevel security on console access prevents unauthorized users from altering the switch configuration. • The user-selectable address-learning mode simplifies configuration and enhances security. • Bridge protocol data unit (BPDU) guard shuts down Spanning Tree PortFast-enabled interfaces when BPDUs are received to avoid accidental topology loops. • Spanning Tree Root Guard (STRG) prevents edge devices not in the network administrator's control from becoming Spanning Tree Protocol root nodes. • IGMP filtering provides multicast authentication by filtering out nonsubscribers and limits the number of concurrent multicast streams available per port. • Dynamic VLAN assignment is supported through implementation of VLAN Membership Policy Server client capability to provide flexibility in assigning ports to VLANs. Dynamic VLAN facilitates the fast assignment of IP addresses. • Cisco CMS Software security wizards ease the deployment of security features for restricting user access to a server as well as to a portion or all of the network.

	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 access control entries (ACEs) are supported.
Manageability	
Superior Manageability	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco IOS Software CLI support provides common user interface and command set with all Cisco routers and Cisco Catalyst desktop switches. • Switching Database Manager templates for access, routing, and VLAN deployment allow the administrator to easily maximize memory allocation to the desired features based on deployment-specific requirements. • VLAN trunks can be created from any port, using either standards-based 802.1Q tagging or the Cisco Inter-Switch Link (ISL) VLAN architecture. • Up to 1005 VLANs per switch or stack and up to 128 spanning-tree instances per switch are supported. • 4000 VLAN IDs are supported. • Voice VLAN simplifies telephony installations by keeping voice traffic on a separate VLAN for easier administration and troubleshooting. • Cisco VLAN Trunking Protocol (VTP) supports dynamic VLANs and dynamic trunk configuration across all switches. • Cisco Group Management Protocol server functions allow a switch to serve as the Cisco Group Management Protocol router for client switches. • IGMP snooping provides fast client joins and leaves of multicast streams and limits bandwidth-intensive video traffic to only the requestors. • Remote Switch Port Analyzer (RSPAN) allows administrators to remotely monitor ports in a Layer 2 switch network from any other switch in the same network. • For enhanced traffic management, monitoring, and analysis, the Embedded Remote Monitoring (RMON) software agent supports 4 RMON groups (history, statistics, alarms, and events). • Layer 2 traceroute eases troubleshooting by identifying the physical path that a packet takes from source to destination. • All 9 RMON groups are supported through a SPAN port, which permits traffic monitoring of a single port, a group of ports, or the entire stack from a single network analyzer or RMON probe. • Domain Name System (DNS) provides IP-address resolution with user-defined device names. • Trivial File Transfer Protocol (TFTP) reduces the cost of administering software upgrades by downloading from a centralized location. • Network Timing Protocol (NTP) provides an accurate and consistent timestamp to all intranet switches. • Multifunction LEDs per port for port status; half-duplex and full-duplex mode; and 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T indication as well as switch-level status LEDs for system, redundant-power supply, and bandwidth utilization provide a comprehensive and convenient visual management system. • SPAN works across all the ports in a stack.
Cisco Network Assistant Software	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Network Assistant Software provides an easy-to-use, Web-based management interface through a standard Web browser. • Simplified port configuration via Cisco Smartports. • Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data) wizards need just a few user inputs to automatically configure the switch to optimally manage different types of traffic: voice, video, multicast, and high-priority data. • A security wizard is provided to restrict unauthorized access to applications, servers, and networks. • Cisco Network Assistant Software allows management of a small network of Cisco Catalyst 3750-E, 3750, 3560-E, 3560, 3550, 2960, and 2950 Series Switches through a single IP address, without the limitation of being physically located in the same wiring closet. Full backward compatibility helps ensure any combination of these switches can be managed with a Cisco Catalyst 3750 Series Switch. • Drag-and-Drop Cisco IOS Software upgrade simplifies the process of upgrading Cisco IOS Software by not involving a Trivial File Transfer Protocol (TFTP) server. • The software upgrade feature allows one-click software upgrade of multiple switches in a community of Cisco Catalyst 3750-E, 3750, 3560-E, 3560, 3550, 2960, and 2950 Series Switches. Configuration cloning facilitates rapid deployment of networks. The master switch automatically upgrades each stack. • Cisco Network Assistant Software has been extended to include multilayer feature configurations such as routing protocols, ACLs, and QoS parameters. • Cisco clustering now supports member discovery and cluster creation across a single Cisco Catalyst 3750 Series Switch routed hop, allowing the entire LAN to be managed through a single Web interface (and with a single IP address, if desired). • Cisco Network Assistant Software Guide Mode assists in the configuration of powerful advanced features by providing step-by-step instructions. • Cisco Network Assistant Software provides enhanced online help for context-sensitive assistance. • The easy-to-use graphical interface provides both a topology map and front-panel view of the cluster and stacks. • Multidevice and multipoint configuration capabilities allow administrators to save time by configuring features across multiple switches and ports simultaneously. • Web-based management for a Cisco Aironet wireless access point is launched by clicking the

	<ul style="list-style-type: none"> relevant icon in the topology map. The user-personalized interface allows modification of polling intervals, table views, and other settings within Cisco CMS Software and retains these settings. Alarm notification provides automated e-mail notification of network errors and alarm thresholds.
Smartports	<ul style="list-style-type: none"> Simple macros help enable advanced QoS features with one command instead of multiple commands in the configuration file.
Easy Web Setup	<ul style="list-style-type: none"> Web-browser setup utility allows one-click initialization for IP addresses and passwords.
CiscoWorks Support	<ul style="list-style-type: none"> CiscoWorks network-management software provides management capabilities on a per-port and per-switch basis, providing a common management interface for Cisco routers, switches, and hubs. Stacking is supported. SNMPv1, v2c, and v3 and Telnet interface support delivers comprehensive in-band management, and a CLI-based management console provides detailed out-of-band management. Cisco Discovery Protocol versions 1 and 2 help enable a CiscoWorks network-management station for automatic switch discovery. The CiscoWorks 2000 LAN Management Solution provides support.

Product Specifications

Table 2 lists product specifications for the Cisco Catalyst 3750 Series.

Table 2. Descriptions and Specifications

Description	Specification
Performance	<ul style="list-style-type: none"> 32-Gbps switching fabric Stack-forwarding rate of 38.7 mpps for 64-byte packets Forwarding rate: 6.5 mpps (Cisco Catalyst 3750-24TS, 3750-24FS, and 3750-24PS), 13.1 mpps (Cisco Catalyst 3750-48TS and 3750-48PS), 17.8 mpps (Cisco Catalyst 3750G-12S), 35.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24T), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS and 3750G-24WS), 35.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-16TD), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-24PS), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-48TS), 38.7 mpps (Cisco Catalyst 3750G-48PS) 128 MB DRAM and 16 MB Flash memory (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, and 3750G-16TD) 128 MB DRAM and 32 MB Flash memory (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U, 3750G-24WS, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750-24FS) Configurable up to 12,000 MAC addresses (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750G-16TD) Configurable up to 20,000 unicast routes (Cisco Catalyst 3750G-12S) and up to 11,000 unicast routes (Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750G-16TD) Configurable up to 1000 IGMP groups and multicast routes (Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24WS, 3750G-24T, 3750G-12S, 3750-24TS, 3750-24FS, 3750-24PS, 3750-48TS, 3750-48PS, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, 3750G-48TS, 3750G-48PS, and 3750G-16TD) Configurable maximum transmission unit (MTU) of up to 9000 bytes, with a maximum Ethernet frame size of 9018 bytes (jumbo frames) for bridging on Gigabit Ethernet ports, and up to 1546 bytes for bridging and routing on Fast Ethernet ports
Connectors and Cabling	<ul style="list-style-type: none"> 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 3 (Cat-3), 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 100BASE-FX ports: MT-RJ connectors, 50/125 or 62.5/125 micron multimode fiber 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 1000BASE-T SFP-based ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5 UTP cabling 1000BASE-SX, -LX/LH, -ZX, and CWDM SFP-based ports: LC fiber connectors (single-mode, or multimode fiber) 10GBASE-ER XENPAK-based port (single-mode) 10GBASE-LR XENPAK-based port (single-mode) Cisco StackWise stacking ports: copper-based Cisco StackWise cabling that is also compatible with the StackWise Plus technology in the Cisco Catalyst 3750-E Series Switches. Management console port: RJ-45-to-DB9 cable for PC connections
Power Connectors	<ul style="list-style-type: none"> Customers can provide power to a switch by using either the internal power supply or a redundant power system (Cisco RPS 2300 or the Cisco RPS 675). The connectors are located at the back of the switch. Internal power supply connector

	<ul style="list-style-type: none"> • The internal power supply is an autoranging unit. • The internal power supply supports input voltages between 100 and 240VAC. • Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet. • Cisco RPS Connector • The connector offers connection for an optional Cisco RPS 2300 or RPS 675 that uses AC input and supplies DC output to the switch. • The connector automatically senses when the internal power supply of a connected device fails and provides power to the failed device, preventing loss of network traffic. • Only the Cisco RPS 2300 (model PWR-RPS2300) or the Cisco RPS 675 (PWR675-AC-RPS-N1=) should be attached to the redundant-power-supply receptacle.
Indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Per-port status LEDs: link integrity, disabled, activity, speed, and full-duplex indications • System-status LEDs: system, RPS, and bandwidth-utilization indications
Dimensions (H x W x D)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.59 x 17.5 x 11.6 in. (6.6 x 44.5 x 29.5 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24TS) • 2.59 x 17.5 x 11.6 in. (6.6 x 44.5 x 29.5 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24WS) • 1.73 x 17.5 x 12.8 in. (4.4 x 44.5 x 32.6 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24T) • 1.73 x 17.5 x 12.8 in. (4.4 x 44.5 x 32.6 cm) (Cisco Catalyst 3750G-12S) • 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-48TS) • 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24TS) • 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24FS) • 1.73 x 17.5 x 14.8 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750-48PS) • 1.73 x 17.5 x 11.8 in. (4.4 x 44.5 x 30 cm) (Cisco Catalyst 3750-24PS) • 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-16TD) • 1.73 x 17.5 x 14.9 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) • 1.73 x 17.5 x 14.9 in. (4.4 x 44.5 x 37.8 cm) (Cisco Catalyst 3750G-24PS) • 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-48TS) • 1.73 x 17.5 x 16.1 in. (4.4 x 44.5 x 40.9 cm) (Cisco Catalyst 3750G-48PS)
Weight	<ul style="list-style-type: none"> • 12.5 lb (5.7 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24TS) • 21 lb (9.5 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24WS) • 10.0 lb (4.6 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24T, Cisco Catalyst 3750G-12S) • 9.1 lb (4.1 kg) (Cisco Catalyst 3750-48TS, Cisco Catalyst 3750G-12S-SD) • 8.0 lb (3.6 kg) (Cisco Catalyst 3750-24TS) • 13.2 lb (6.0 kg) (Cisco Catalyst 3750-48PS) • 11.3 lb (5.1 kg) (Cisco Catalyst 3750-24PS) • 12.5 lb (5.7 kg) (Cisco Catalyst 3750G-16TD) • 12 lb (5.5 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) • 13.5 lb (6.1 kg) (Cisco Catalyst 3750G-24PS) • 14 lb (6.4 kg) (Cisco Catalyst 3750G-48TS) • 15.5 lb (7.0 kg) (Cisco Catalyst 3750G-48PS)
Environmental Ranges	<ul style="list-style-type: none"> • Operating temperature: 32 to 113°F (0 to 45°C) • Storage temperature: -13 to 158°F (-25 to 70°C) • Operating relative humidity: 10 to 85% (noncondensing) • Operating altitude: up to 10,000 ft (3049 m) • Storage altitude: up to 15,000 ft (4573 m)
Acoustic Noise	<ul style="list-style-type: none"> • International Organization for Standardization (ISO) 7779: bystander position operating to an ambient temperature of 30°C
Non-PoE Models	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Catalyst 3750G-24TS: 42 dB • Cisco Catalyst 3750G-24WS: 42 dB • Cisco Catalyst 3750G-24T: 42 dB • Cisco Catalyst 3750G-12S: 42 dB • Cisco Catalyst 3750-48TS: 42 dB • Cisco Catalyst 3750-24TS: 42 dB • Cisco Catalyst 3750-24FS: 38 dB • Cisco Catalyst 3750G-16TD: 42 dB • Cisco Catalyst 3750G-48TS: 48 dB • Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U: 42 dB
PoE Models (Levels Increase with Amount of Active PoE ports)	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco Catalyst 3750-48PS: 42-48 dB • Cisco Catalyst 3750-24PS: 38-42 dB • Cisco Catalyst 3750G-48PS: 52-58 dB • Cisco Catalyst 3750G-24PS: 38-44 dB

Mean Time Between Failure (MTBF)	<ul style="list-style-type: none"> • 188,574 hours (Cisco Catalyst 3750G-24TS) • 209,170 hours (Cisco Catalyst 3750G-24WS) • 210,936 hours (Cisco Catalyst 3750G-24T) • 215,000 hours (Cisco Catalyst 3750G-12S) • 259,729 hours (Cisco Catalyst 3750G-12S-SD) • 217,824 hours (Cisco Catalyst 3750-48TS) • 294,928 hours (Cisco Catalyst 3750-24TS) • 269,011 hours (Cisco Catalyst 3750-24FS) • 166,408 hours (Cisco Catalyst 3750-48PS) • 209,170 hours (Cisco Catalyst 3750-24PS) • 184,422 hours (Cisco Catalyst 3750G-16TD) • 165,243 hours (Cisco Catalyst 3750G-48TS) • 141,005 hours (Cisco Catalyst 3750G-48PS) • 221,150 hours (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) • 182,373 hours (Cisco Catalyst 3750G-24PS)
---	---

Table 3. Power Specifications

Description	Specification		
Power Supply Rated Maximum	Cisco Catalyst 3750 Series	Maximum	Total Output BTU
	3750G-24TS	190W	650 BTU/hour
	3750G-24WS	254.94W	171 BTU/hour
	3750G-24T	165W	536 BTU/hour
	3750G-12S	120W	409 BTU/hour
	3750G-12S-SD	72W	250 BTU/hour
	3750-24TS	50W	171 BTU/hour
	3750-24FS	125W	426 BTU/hour
	3750-48TS	75W	256 BTU/hour
	3750-24PS	495W	426 BTU/hour
	3750-48PS	540W	580 BTU/hour
	3750G-24TS-1U	100W	314 BTU/hour
	3750G-24PS	540W	534 BTU/hour
	3750G-48TS	160W	500 BTU/hour
3750G-48PS	590W	690 BTU/hour	
Measured 100% Throughput Power Consumption	Cisco Catalyst 3750 Series	Switch Power	Total Output BTU
	3750G-24TS	169W	576 BTU/hour
	3750G-24T	98W	333 BTU/hour
	3750G-12S	100W	340 BTU/hour
	3750G-12S-SD	72W	245 BTU/hour
	3750-24TS	45W	151 BTU/hour
	3750-24FS	61W	208 BTU/hour
	3750-48TS	66W	225 BTU/hour
	3750-24PS	57W	194 BTU/hour
	3750-48PS	89W	302 BTU/hour
	3750G-24TS-1U	94W	319 BTU/hour
	3750G-24PS	103W	348 BTU/hour
	3750G-48TS	152W	516 BTU/hour
3750G-48PS	142W	482 BTU/hour	
Measured 5% Throughput Power Consumption	Cisco Catalyst 3750 Series	Switch Power	Total Output BTU
	3750G-24TS	134W	455 BTU/hour
	3750G-24T	86W	293 BTU/hour

	3750G-12S	75W	253 BTU/hour	
	3750G-12S-SD	61W	207 BTU/hour	
	3750-24TS	41W	139 BTU/hour	
	3750-24FS	59W	201 BTU/hour	
	3750-48TS	60W	205 BTU/hour	
	3750-24PS	55W	186 BTU/hour	
	3750-48PS	84W	285 BTU/hour	
	3750G-24TS-1U	82W	278 BTU/hour	
	3750G-24PS	94W	320 BTU/hour	
	3750G-48TS	134W	455 BTU/hour	
	3750G-48PS	131W	447 BTU/hour	
Measured 100% Throughput Power Consumption <i>(with maximum possible PoE loads)</i>	Cisco Catalyst 3750 Series	Switch Power	PoE Power	Total Output BTU
	3750-24PS	462W	370W	311 BTU/hour
	3750-48PS	489W	370W	404 BTU/hour
	3750G-24PS	492W	370W	414 BTU/ hour
	3750G-48PS	541W	370W	581 BTU/hour
Measured 5% Throughput Power Consumption <i>(with 50% PoE loads)</i>	Cisco Catalyst 3750 Series	Switch Power	PoE Power	Total Output BTU
	3750-24PS	264W	186W	266 BTU/hour
	3750-48PS	288W	187W	345 BTU/hour
	3750G-24PS	294W	179W	392 BTU/ hour
	3750G-48PS	331W	174W	536 BTU/hour
AC Input Voltage and Frequency	<ul style="list-style-type: none"> • 100-240VAC, 1.5-2.3A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-24TS) • 100-240VAC, 4.0-8.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-24WS) • 100-240VAC, 0.9-1.6A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-24T) • 100-240VAC, 0.6-1.2A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-12S) • 100-240VAC, 0.6-1.2A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750-24TS) • 100-240VAC, 1.5-3.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750-24FS) • 100-240VAC, 0.6-1.2A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750-48TS) • 100-240VAC, 2.9-4.5A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750-24PS) • 100-240VAC, 4.0-8.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750-48PS) • 100-240VAC, 0.9-1.6A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-16TD) • 100-240VAC, 1.5-3.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) • 100-240VAC, 4.0-8.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-24PS) • 100-240VAC, 1.5-3.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-48TS) • 100-240VAC, 4.0-8.0A, 50-60 Hz (Cisco Catalyst 3750G-48PS) 			
DC Input Voltages	<ul style="list-style-type: none"> • -36 to -72VDC, 3.0 - 1.5A (Cisco Catalyst 3750G-12S-SD) • RPS input • +12V at 17A (Cisco Catalyst 3750G-24TS and 3750G-16TD) • +12V at 13A (Cisco Catalyst 3750G-24T and 3750G-12S) • +12V at 8.5A (Cisco Catalyst 3750-48 and 3750-24) • +12V at 7.5A (Cisco Catalyst 3750-48PS and 3750-24PS) • +12V at 10.5A (Cisco Catalyst 3750G-24TS-1U) • +12V at 17.5A (Cisco Catalyst 3750G-48TS) • +12V at 14A (Cisco Catalyst 3750G-48PS and 3750G-24PS) 			

Note:

Disclaimer: All power consumption numbers were measured under controlled laboratory conditions and are provided as an estimate.

The wattage rating on the power supply does not represent actual power draw. It indicates the maximum power draw possible by the power supply. This rating can be used for facility capacity

planning. For PoE switches, cooling requirements are smaller than the actual power consumption as a significant portion of PoE loads are dissipated in the endpoints.

Non-PoE Power Consumption

100 Percent Throughput Switch Power Consumption

The numbers indicate the power consumed by a typical switch under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar, and relative humidity from 30 to 75 percent. Typically such power draws are only seen when encountering a 100 percent traffic load made up entirely of 64-byte packets on the switch and the uplinks.

5 Percent Throughput Switch Power Consumption

The numbers indicate the power consumed by a typical switch under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar, and relative humidity from 30 to 75 percent. The numbers below indicate a 5 percent traffic load on the switch and its uplinks.

PoE Power Consumption

100 Percent Throughput Switch Power Consumption (no PoE loads)

The numbers indicate the power consumed by a typical switch under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar, and relative humidity from 30 to 75 percent. Typically such power draws are only seen when encountering a 100 percent traffic load made up entirely of 64-byte packets with no PoE loads on the switch and uplinks.

Measured 5 Percent Throughput Switch Power Consumption (no PoE loads)

The numbers indicate the power consumed by a typical switch under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar and relative humidity from 30 to 75 percent. The numbers below indicate a 5 percent traffic load on the switch and its uplinks

100 Percent Throughput Switch Power Consumption (with maximum PoE loads)

The numbers indicate the power consumed by a typical system (the switch and the corresponding PoE loads) under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar and relative humidity from 30 to 75 percent. Typically this power draw is realized when a switch is running 100 percent traffic load of 64 byte sized packets on all its ports and uplinks and also drawing 100 percent PoE load .

5 Percent Throughput Switch Power Consumption (with 50 percent PoE loads).

The numbers indicate the power consumed by a typical system (the switch and the corresponding PoE loads) under normal conditions. Normal conditions signify a temperature of 25 degrees Celsius, atmospheric pressure in the range of 860 to 1060 mbar and relative humidity from 30 to 75 percent. The numbers below indicate a 5 percent traffic load and 50 percent PoE load on the switch and its uplinks.

Table 4 lists the management and standards support for the Cisco Catalyst 3750 Series.

Table 4. Management and Standards

Description	Specification
Management	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB • CISCO-CDP-MIB • CISCO-CLUSTER-MIB • CISCO-CONF-MAN-MIB • CISCO-ENTITY-FRU-CONTROL-MIB • CISCO-ENVMON-MIB • CISCO-FLASH-MIB • CISCO-FTP-CLIENT-MIB • CISCO-HSRP-MIB • CISCO-HSRP-EXT-MIB • CISCO-IGMP-FILTER-MIB • CISCO-IMAGE-MIB • CISCO-L2L3-INTERFACE-CONFIG-MIB • CISCO-MAC-NOTIFICATION-MIB • CISCO-MEMORY-POOL-MIB • CISCO-PAGP-MIB • CISCO-PING-MIB • CISCO-PROCESS-MIB • CISCO-RTTMON-MIB • CISCO-STACK-MIB • CISCO-STACKMAKER-MIB • CISCO-STACKWISE-MIB • CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB • CISCO-SYSLOG-MIB • CISCO-TCP-MIB • CISCO-VLAN-IFTABLE-RELATIONSHIP-MIB • CISCO-VLAN-MEMBERSHIP-MIB • CISCO-VTP-MIB • ENTITY-MIB • ETHERLIKE-MIB • IF-MIB • IGMP-MIB • IPMROUTE-MIB • OLD-CISCO-CHASSIS-MIB • OLD-CISCO-FLASH-MIB • OLD-CISCO-INTERFACES-MIB • OLD-CISCO-IP-MIB • OLD-CISCO-SYS-MIB • OLD-CISCO-TCP-MIB • OLD-CISCO-TS-MIB • OSPF-MIB (RFC 1253) • PIM-MIB • RFC1213-MIB • RFC1253-MIB • RMON-MIB • RMON2-MIB • SNMP-FRAMEWORK-MIB • SNMP-MPD-MIB • SNMP-NOTIFICATION-MIB • SNMP-TARGET-MIB • SNMPv2-MIB • TCP-MIB • UDP-MIB

Standards	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1s • IEEE 802.1w • IEEE 802.1x • IEEE 802.3ad • IEEE 802.3af • IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1p CoS classification • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T • IEEE 802.3u 100BASE-T • IEEE 802.3ab 1000BASE-T • IEEE 802.3z 1000BASE-X
------------------	---

Table 5 lists the safety and compliance information for the Cisco Catalyst 3750 Series.

Table 5. Safety and Compliance

Description	Specification
Safety Certifications	<ul style="list-style-type: none"> • UL to UL 60950, Third Edition • C-UL to CAN/CSA C22.2 No. 60950-00, Third Edition • TUV/GS to EN 60950:2000 • CB to IEC 60950 with all country deviations • NOM to NOM-019-SCFI • CE Marking
Electromagnetic Emissions Certifications	<ul style="list-style-type: none"> • FCC Part 15 Class A • EN 55022: 1998 (CISPR22) • EN 55024: 1998 (CISPR24) • VCCI Class A • AS/NZS 3548 Class A • CE • CNS 13438 Class A • MIC
Telco	CLEI code
Warranty	Limited lifetime warranty

Cisco Services for Access Switching

Cisco and our partners can help you create a robust, dependable Cisco Access Switching solution. The Cisco lifecycle approach to services defines the requisite activities at each phase of the solution lifecycle. Assessments help align your solution to business goals and gauge readiness to support new technology. Effective planning and design expedite solution adoption. Award-winning technical support increases operational efficiency, and optimization improves performance, resiliency, stability, and predictability and prepares your network and teams for change. For more information, visit <http://www.cisco.com/go/services>.

Table 6. Service and Support

Service and Support	Features	Benefits
Advanced Services		
Cisco Total Implementation Solutions (TIS), Available Directly from Cisco Cisco Packaged TIS, Available Through Resellers	<ul style="list-style-type: none"> • Project management • Site survey, configuration, and deployment • Installation, text, and cutover • Training • Major moves, adds, and changes • Design review and product staging 	<ul style="list-style-type: none"> • Supplement existing staff • Help ensure functions meet needs • Mitigate risk

Cisco SMARTnet® Support and SMARTnet Onsite Support, Available Directly from Cisco Cisco Packaged SMARTnet Support, Available Through Resellers	<ul style="list-style-type: none"> • 24-hour access to software updates • Web access to technical repositories • Telephone support through the Cisco Technical Assistance Center (TAC) • Advance replacement of hardware parts 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitate proactive or expedited issue resolution • Lower TCO by taking advantage of Cisco expertise and knowledge • Minimize network downtime
--	--	---

Ordering Information

Table 7 lists the ordering information for the Cisco Catalyst 3750 Series. To place an order, visit the Cisco Ordering homepage at

http://www.cisco.com/en/US/ordering/or13/or8/order_customer_help_how_to_order_listing.html.

Table 7. Ordering Information

Part Number	Description
WS-C3750G-24TS-E1U	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-24TS-S1U	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-24TS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1.5 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-24TS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1.5 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-24WS-S25	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • Integrated Wireless LAN Controller • Supports up to 25 Lightweight Access Points • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 2 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-24WS-S50	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports

	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated Wireless LAN Controller • Supports up to 50 Lightweight Access Points • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 2 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-24T-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-24T-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-12S-E	<ul style="list-style-type: none"> • 12 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-12S-S	<ul style="list-style-type: none"> • 12 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-12S-SD	<ul style="list-style-type: none"> • 12 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable multilayer switch • DC Power Supply • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-16TD-E	<ul style="list-style-type: none"> • Sixteen 10/100/1000 Gigabit Ethernet ports • One IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet XENPAK port • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing • IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet port is 1.25:1 oversubscribed
WS-C3750G-16TD-S	<ul style="list-style-type: none"> • Sixteen 10/100/1000 Gigabit Ethernet ports • One IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet XENPAK port • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable multilayer switch • Delivers enterprise-class intelligent services to the network edge • IP Base software feature set (IPB) • IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet port is 1.25:1 oversubscribed
WS-C3750G-24PS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE

	<ul style="list-style-type: none"> • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-24PS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100/1000 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-48TS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-48TS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100/1000 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750G-48PS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100/1000 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750G-48PS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100/1000 with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)

WS-C3750-48PS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750-48PS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750-48TS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750-48TS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 48 Ethernet 10/100 ports • 4 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750-24PS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750-24PS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports with IEEE 802.3af and Cisco prestandard PoE • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750-24TS-E	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Services software feature set (IPS) • Provides full IPv6 dynamic routing
WS-C3750-24TS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Ethernet 10/100 ports • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge

	<ul style="list-style-type: none"> • IP Base software feature set (IPB)
WS-C3750-24FS-S	<ul style="list-style-type: none"> • 24 100BASE-FX ports • 2 SFP-based Gigabit Ethernet ports • 32-Gbps, high-speed stacking bus • Innovative stacking technology • 1 RU stackable, multilayer switch • Enterprise-class intelligent services delivered to the network edge • IP Base software feature set (IPB)
PWR-RPS2300	Cisco Redundant Power System 2300
BLNK-RPS2300=	Spare Bay Insert for Cisco Redundant Power System 2300
ACC-RPS2300=	Spare Accessory Kit for Cisco Redundant Power System 2300
CAB-RPS2300=	Spare RPS Cable for Cisco Redundant Power System 2300
CAB-RPS2300-E=	Spare RPS Cable RPS 2300 Cisco Catalyst 3750-E/356-E Series Switches
BLWR-RPS2300=	Spare 45CFM Blower for Cisco Redundant Power System 2300
PWR675-AC-RPS-N1=	675W Redundant Power Supply with 1 connector cable
CAB-RPS-1614=	1 RPS 675 connector cable 16/14
CD-3750G-EMI=	<ul style="list-style-type: none"> • IP Services image upgrade kit for standard versions of the Cisco Catalyst 3750G-24TS, 3750G-24T, 3750G-24TS-1U, 3750G-24PS, and 3750G-12S switches • Provides advanced IP routing
CD-3750G-48EMI=	<ul style="list-style-type: none"> • IP Services image upgrade kit for standard versions of the Cisco Catalyst 3750G-48TS and 3750G-48PS switches • Provides advanced IP routing
CD-3750-EMI=	<ul style="list-style-type: none"> • IP Services image upgrade kit for standard versions of the Cisco Catalyst 3750-48TS and 3750-24TS switches • Provides advanced IP routing
CAB-STACK-50CM=	Cisco StackWise 50-cm stacking cable
CAB-STACK-1M=	Cisco StackWise 1-m stacking cable
CAB-STACK-3M=	Cisco StackWise 3-m stacking cable
RCKMNT-3550-1.5RU=	Spare rack-mount kit for the Cisco Catalyst 3750G-24TS
RCKMNT-1RU=	Spare rack-mount kit for the Cisco Catalyst 3750-24TS, 3750-48TS, and 3750G-24T
RCKMNT-REC-1.5RU=	1.5 RU recessed rack-mount kit for the Cisco Catalyst 2970, 3550, and 3750
RCKMNT-REC-1RU=	1 RU recessed rack-mount kit for the Cisco Catalyst 2970, 3550, and 3750
GLC-LH-SM=	GE SFP, LC connector, LH transceiver
GLC-SX-MM=	GE SFP, LC connector, SX transceiver
GLC-ZX-SM=	GE SFP, LC connector, ZX transceiver
GLC-BX-D=	1000Base BX SFP, 1490 nm IEEE 802.3ah single-mode fiber
GLC-BX-U=	1000Base BX SFP, 1310 nm IEEE 802.3ah single-mode fiber
GLC-T=	GE SFP, RJ-45 connector, 10/100/1000BASE-T transceiver
GLC-BX-D=	1000Base BX SFP, 1490 nm IEEE 802.3ah single-mode fiber
GLC-BX-U=	1000Base BX SFP, 1310 nm IEEE 802.3ah single-mode fiber
GLC-GE-100FX=	100FX SFP on GE SFP ports for DSBU switches
CWDM-SFP-1470=	Cisco CWDM SFP 1470 nm; GE and 1G/2G FC (Grey)
CWDM-SFP-1490=	Cisco CWDM SFP 1490 nm; GE and 1G/2G FC (Violet)
CWDM-SFP-1510=	Cisco CWDM SFP 1510 nm; GE and 1G/2G FC (Blue)
CWDM-SFP-1530=	Cisco CWDM SFP 1530 nm; GE and 1G/2G FC (Green)
CWDM-SFP-1550=	Cisco CWDM SFP 1550 nm; GE and 1G/2G FC (Yellow)
CWDM-SFP-1570=	Cisco CWDM SFP 1570 nm; GE and 1G/2G FC (Orange)
CWDM-SFP-1590=	Cisco CWDM SFP 1590 nm; GE and 1G/2G FC (Red)
CWDM-SFP-1610=	Cisco CWDM SFP 1610 nm; GE and 1G/2G FC (Brown)

DWDM-SFP-3033=	DWDM SFP 1530.33 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3112=	DWDM SFP 1531.12 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3190=	DWDM SFP 1531.90 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3268=	DWDM SFP 1532.68 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3425=	DWDM SFP 1534.25 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3504=	DWDM SFP 1535.04 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3582=	DWDM SFP 1535.82 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3661=	DWDM SFP 1536.61 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3819=	DWDM SFP 1538.19 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3898=	DWDM SFP 1538.98 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-3977=	DWDM SFP 1539.77 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-4056=	DWDM SFP 1540.56 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-4214=	DWDM SFP 1542.14 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-4294=	DWDM SFP 1542.94 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-4373=	DWDM SFP 1543.73 nm SFP (100 GHz ITU grid)
DWDM-SFP-4453=	DWDM SFP 1544.53 nm SFP (100 GHz ITU grid)
C3-XENPAK-10GB-LR=	10GBASE-LR, up to 10 km single mode fiber
XENPAK-10GB-ER	10GBASE-ER, up to 40 km single-mode fiber
CSS5-CABLX-LCSC=	CSS11500 10 m single-mode fiber, LX LC-to-SC connectors
CSS5-CABSX-LC=	CSS11500 10 m multimode fiber, SX LC connectors
CSS5-CABSX-LCSC=	CSS11500 10 m multimode fiber, SX LC-to-SC connectors
CAB-SM-LCSC-1M	1 m single-mode fiber, LC-to-SC connectors
CAB-SM-LCSC-5M	5 m single-mode fiber, LC-to-SC connectors
CAB-MCP-LC=	Mode-conditioning patch cable; LC connector



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV
Amsterdam, The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

CCDE, CCENT, CCSI, Cisco Eos, Cisco HealthPresence, Cisco IronPort, the Cisco logo, Cisco Lumin, Cisco Nexus, Cisco Nurse Connect, Cisco StackPower, Cisco StadiumVision, Cisco TelePresence, Cisco Unified Computing System, Cisco WebEx, DCE, Flip Channels, Flip for Good, Flip Mino, Flip Video, Flip Video (Design), Flipshare (Design), Flip Ultra, and Welcome to the Human Network are trademarks; Changing the Way We Work, Live, Play, and Learn, Cisco Store, and Flip Gift Card are service marks; and Access Registrar, Aironet, AsyncOS, Bringing the Meeting To You, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCIP, CCNA, CCNP, CCSP, CCVP, Cisco, the Cisco Certified Internetwork Expert logo, Cisco IOS, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, the Cisco Systems logo, Cisco Unity, Collaboration Without Limitation, EtherFast, EtherSwitch, Event Center, Fast Step, Follow Me Browsing, FormShare, GigaDrive, HomeLink, Internet Quotient, IOS, iPhone, iQuick Study, IronPort, the IronPort logo, LightStream, Linksys, MediaTone, MeetingPlace, MeetingPlace Chime Sound, MGX, Networkers, Networking Academy, Network Registrar, PCNow, PIX, PowerPanels, ProConnect, ScriptShare, SenderBase, SMARTnet, Spectrum Expert, StackWise, The Fastest Way to Increase Your Internet Quotient, TransPath, WebEx, and the WebEx logo are registered trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the United States and certain other countries.

All other trademarks mentioned in this document or website are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (0907R)

Cisco Catalyst 2960-X Series Switches

Product Overview

Cisco® Catalyst® 2960-X Series Switches are fixed-configuration, stackable Gigabit Ethernet switches that provide enterprise-class access for campus and branch applications (Figure 1). Designed for operational simplicity to lower total cost of ownership, they enable scalable, secure and energy-efficient business operations with intelligent services and a range of advanced Cisco IOS® Software features.

Figure 1. A Cisco Catalyst 2960-X Series Switch Family



Product Highlights

Cisco Catalyst 2960-X switches feature:

- 24 or 48 Gigabit Ethernet ports with line-rate forwarding performance
- Gigabit Small Form-Factor Pluggable (SFP) or 10G SFP+ uplinks
- FlexStack Plus for stacking of up to 8 switches with 80 Gbps of stack throughput (optional)
- Power over Ethernet Plus (PoE+) support with up to 740W of PoE budget
- 24-port PoE fanless switch for deployment outside the wiring closet
- Reduced power consumption and advanced energy management features
- USB and Ethernet management interfaces for simplified operations
- Application visibility and capacity planning with integrated NetFlow-Lite
- LAN Base or LAN Lite Cisco IOS® software features
- Enhanced limited lifetime warranty (E-LLW) offering next-business-day hardware replacement

Cisco Catalyst 2960-XR models also offer:

- Power resiliency with optional dual field-replaceable power supplies
- IP Lite Cisco IOS® software with dynamic routing and Layer 3 features

Switch Models and Configurations

Catalyst 2960-X switches include a single fixed power supply and are available with either the Cisco IOS LAN Base or LAN Lite feature set. Catalyst 2960-XR switch models include a field-replaceable modular power supply and can accommodate a second power supply. Catalyst 2960-XR is available only with the Cisco IOS IP Lite feature set.

Table 1. Cisco Catalyst 2960-X Configurations

Model	10/100/1000 Ethernet Ports	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Image	Available PoE Power	FlexStack-Plus Capability
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	740W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	24	2 SFP+	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	48	2 SFP+	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	24	2 SFP+	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	48	4 SFP	LAN Base	740W	Y
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	48	4 SFP	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	24	4 SFP	LAN Base	370W	Y
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	24 (8PoE)	2 SFP, 2 10/100/1000BT	LAN Base	110W	-
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	48	4 SFP	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	24	4 SFP	LAN Base	-	Y
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	48	2 SFP	LAN Lite	-	-
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	24	2 SFP	LAN Lite	-	-

Table 2. Cisco Catalyst 2960-XR Configurations

Model	10/100/1000 Ethernet Ports	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Image	Available PoE Power	Power Supply
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	48	2 SFP+	IP Lite	740W	1025WAC
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	48	2 SFP+	IP Lite	370W	640WAC
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	24	2 SFP+	IP Lite	370W	640WAC
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	48	2 SFP+	IP Lite	-	250WAC
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	24	2 SFP+	IP Lite	-	250WAC
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	48	4 SFP	IP Lite	740W	1025WAC
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	48	4 SFP	IP Lite	370W	640WAC
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	24	4 SFP	IP Lite	370W	640WAC
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	48	4 SFP	IP Lite	-	250WAC
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	24	4 SFP	IP Lite	-	250WAC

Catalyst 2960-X series Software Features

All Catalyst 2960-X Series Switches use a single Universal Cisco IOS Software Image for all SKUs. Depending on the switch model, the Cisco IOS image automatically configures the LAN Lite, LAN Base, or IP Lite feature set.

LAN Lite models have reduced functionality and scalability for small deployments with basic requirements. Cisco Catalyst 2960-X Family of Switches are available with the LAN Base and LAN Lite feature sets and Catalyst 2960-XR Family of switches are available IP Lite feature sets.

Note that each switch model is tied to a specific feature level; LAN Lite cannot be upgraded to LAN Base and LAN Base cannot be upgraded to IP Lite.

For more information about the features included in the LAN Lite, LAN Base and IP Lite feature sets, refer to Cisco Feature Navigator: <http://tools.cisco.com/ITDIT/CFN/jsp/index.jsp>.

Cisco Catalyst 2960-XR IP-Lite High-Performance Routing

The Cisco hardware routing architecture delivers extremely high-performance IP routing in the Cisco Catalyst 2960-XR IP-Lite Switches:

- **IP unicast routing protocols (Static, Routing Information Protocol Version 1 [RIPv1], RIPv2, RIPv6, and EIGRP-Stub)** are supported for network routing applications.
- **Advanced IP unicast routing protocols (OSPF for Routed Access)** are supported for load balancing and constructing scalable LANs. IPv6 routing (OSPFv3) is supported in hardware for maximum performance.
- **EIGRPv3-Stub and PIMv6-Stub are supported as a part of the IPv6 routing suite.**
- **Equal-cost routing** facilitates Layer 3 load balancing and redundancy across the stack.
- **Policy-based routing (PBR)** allows superior control by facilitating flow redirection regardless of the routing protocol configured (for both IPv4 and IPv6).
- **Hot Standby Routing Protocol (HSRP) and Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)** provides dynamic load balancing and failover for routed links.
- **Protocol Independent Multicast (PIM)** for IP multicast is supported, including PIM sparse mode (PIM-SM), PIM dense mode (PIM-DM), PIM sparse-dense mode and Source Specific Multicast (SSM).

Network Security

The Cisco Catalyst 2960-X Series Switches provide a range of security features to limit access to the network and mitigate threats, including:

- **MAC-based VLAN assignment enables** different users to authenticate on different VLANs. This feature enables each user to have a different data VLAN on the same interface.
- **Cisco TrustSec uses SXP** to simplify security and policy enforcement throughout the network. For more information about Cisco TrustSec security solutions, visit cisco.com/go/TrustSec.
- **Comprehensive 802.1X** Features to control access to the network, including Flexible Authentication, 802.1x Monitor Mode, and RADIUS Change of Authorization.
- **IPv6 First-Hop Security** enhances Layer-2 and Layer-3 network access from proliferating IPv6 devices especially BYOD devices. It protects against rogue router advertisements, address spoofing, fake DHCP replies and other risks introduced by IPv6 technology.
- **Device Sensor and Device Classifier** enable seamless versatile device profiles including BYOD devices. They also enable Cisco Identity Services Engine (ISE) to provision identity based security policies. This feature is available on both the 2960-X and the 2960-XR product families.
- **Cisco Trust Anchor Technology** enables easy distribution of a single universal image for all models of Catalyst 2960-X by verifying the authenticity of IOS images. This technology allows the switch to perform IOS integrity checks at boot-up by verifying the signature, verifying the Trusted Asset under Management and authenticating the license.
- **Cisco Threat Defense** features including Port Security, Dynamic ARP Inspection, and IP Source Guard.

- **Private VLANs** restrict traffic between hosts in a common segment by segregating traffic at Layer 2, turning a broadcast segment into a nonbroadcast multi access like segment. This feature is available in IP-Lite feature set only.
 - **Private VLAN Edge** provides security and isolation between switch ports, which helps ensure that users cannot snoop on other users' traffic.
- **Unicast Reverse Path Forwarding (uRPF)** feature helps mitigate problems caused by the introduction of malformed or forged (spoofed) IP source address into a network by discarding IP packets that lack a verifiable IP source address. This feature is available in IP-Lite feature set only.
- **Multidomain Authentication** allows an IP phone and a PC to authenticate on the same switch port while placing them on appropriate voice and data VLAN.
- **Access Control Lists (ACLs)** for IPv6 and IPv4 for security and QoS ACEs.
 - **VLAN ACLs** on all VLANs prevent unauthorized data flows from being bridged within VLANs.
 - **Router ACLs** define security policies on routed interfaces for control-plane and data-plane traffic. IPv6 ACLs can be applied to filter IPv6 traffic.
 - **Port-based ACLs** for Layer 2 interfaces allow security policies to be applied on individual switch ports.
- **Secure Shell (SSH) Protocol, Kerberos, and Simple Network Management Protocol Version 3 (SNMPv3)** provide network security by encrypting administrator traffic during Telnet and SNMP sessions. SSH Protocol, Kerberos, and the cryptographic version of SNMPv3 require a special cryptographic software image because of U.S. export restrictions.
- **Switched Port Analyzer (SPAN)**, with bidirectional data support, allows Cisco Intrusion Detection System (IDS) to take action when an intruder is detected.
- **TACACS+ and RADIUS authentication** facilitates centralized control of the switch and restricts unauthorized users from altering the configuration.
- **MAC Address Notification** allows administrators to be notified of users added to or removed from the network.
- **Multilevel security on console access** prevents unauthorized users from altering the switch configuration.
- **Bridge protocol data unit (BPDU) Guard** shuts down Spanning Tree Port Fast-enabled interfaces when BPDUs are received to avoid accidental topology loops.
- **Spanning Tree Root Guard (STRG)** prevents edge devices not in the network administrator's control from becoming Spanning Tree Protocol root nodes.
- **IGMP filtering** provides multicast authentication by filtering out nonsubscribers and limits the number of concurrent multicast streams available per port.
- **Dynamic VLAN assignment** is supported through implementation of VLAN Membership Policy Server client capability to provide flexibility in assigning ports to VLANs. Dynamic VLAN facilitates the fast assignment of IP addresses.

Redundancy and Resiliency

Cisco Catalyst 2960-X Series Switches offer a number of redundancy and resiliency features to prevent outages and help ensure that the network remains available:

- **Cross-stack EtherChannel** provides the ability to configure Cisco EtherChannel technology across different members of the stack for high resiliency.

- **Flexlink** provides link redundancy with convergence time less than 100 milliseconds.
- **IEEE 802.1s/w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) and Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)** provide rapid spanning-tree convergence independent of spanning-tree timers and also offer the benefit of Layer 2 load balancing and distributed processing. Stacked units behave as a single spanning-tree node.
- **Per-VLAN Rapid Spanning Tree (PVRST+)** allows rapid spanning-tree reconvergence on a per-VLAN spanning-tree basis, without requiring the implementation of spanning-tree instances.
- **Cisco Hot Standby Router Protocol (HSRP)** is supported to create redundant, fail safe routing topologies in 2960-XR IP-Lite SKUs.
- **Switch-port auto-recovery (Error Disable)** automatically attempts to reactivate a link that is disabled because of a network error.
- **Power redundancy** with an optional second power supply on 2960-XR models, or with an external RPS on 2960-X models.

Enhanced Quality of Service

The Cisco Catalyst 2960-X Series Switches offers intelligent traffic management that keeps everything flowing smoothly. Flexible mechanisms for marking, classification, and scheduling deliver superior performance for data, voice, and video traffic, all at wire speed. Primary QoS features include:

- Up to **eight egress queues** per port and strict priority queuing so that the highest priority packets are serviced ahead of all other traffic.
- **Shaped Round Robin (SRR)** scheduling and **Weighted Tail Drop (WTD)** congestion avoidance.
- **Flow-based rate limiting** and up to 256 aggregate or individual policers per port.
- **802.1p class of service (CoS)** and **Differentiated Services Code Point (DSCP)** classification, with marking and reclassification on a per-packet basis by source and destination IP address, MAC address, or Layer 4 TCP/UDP port number.
- **Cross-stack QoS** to allow QoS to be configured across a stack of 2960-X series switches.
- **The Cisco committed information rate (CIR)** function provides bandwidth in increments as low as 8 Kbps.
- **Rate limiting** is provided based on source and destination IP address, source and destination MAC address, Layer 4 TCP/UDP information, or any combination of these fields, using QoS ACLs (IP ACLs or MAC ACLs), class maps, and policy maps.

Cisco Catalyst 2960-X Series Switching Database Manager

Switching database manager (SDM) templates for LAN Base and IP Lite licenses allows the administrator to automatically optimize the ternary content-addressable memory (TCAM) allocation to the desired features based on deployment-specific requirements. MAC, routing, security, and QoS scalability numbers depend on the type of template used in the switch.

Table 3. Cisco Catalyst 2960-X Family LAN Lite and LAN Base Scalability Numbers

Resources	LAN Lite (Default)	LAN Base (Default)
Unicast MAC Addresses	16K	16K
IPv4 Unicast Direct Routes	320	2k
IPv4 Unicast Indirect Routes	32	1K
IPv6 Unicast Direct Routes	256	2K

Resources	LAN Lite (Default)	LAN Base (Default)
IPv6 Unicast Indirect Routes	0	1K
IPv4 Multicast Routes and IGMP Groups	1k	1K
IPv6 Multicast Groups	1k	1K
IPv4 QoS ACEs	384	500
IPv6 QoS ACEs	256	500
IPv4 Security ACEs	256	625
IPv6 Security ACEs	256	625

Table 4. Cisco Catalyst 2960-XR Family IP Lite Scalability Numbers

Resources	Default (IP Lite)	VLAN (IP Lite)	IPv4 (IP Lite)
Unicast MAC Addresses	16K	32K	16K
IPv4 Unicast Direct Routes	4K	250	16K
IPv4 Unicast Indirect Routes	1.25K	250	8K
IPv6 Unicast Direct Routes	4K	250	0
IPv6 Unicast Indirect Routes	1.25K	250	0
IPv4 Multicast Routes and IGMP Groups	1k	1K	1K
IPv6 Multicast Groups	1k	1K	0
IPv4 QoS ACEs	500	500	500
IPv6 QoS ACEs	250	500	0
IPv4 Security ACEs	1K	1K	875
IPv6 Security ACEs	500	500	0
IPv4 Policy Based Routing ACEs	500	0	375

Cisco FlexStack-Plus

Cisco FlexStack-Plus provides stacking of up to eight 2960-X switches with the optional FlexStack-Plus module ([Figure 2](#)).

The FlexStack-Plus module is hot swappable and can be added to any Cisco Catalyst 2960-X or Catalyst 2960-XR with a FlexStack-Plus slot. Switches connected to a stack will automatically upgrade to the stack's Cisco IOS Software version and transparently join the stack without additional intervention.

Cisco FlexStack-Plus and Cisco IOS Software offer true stacking, with all switches in a stack acting as a single switch unit. FlexStack-Plus provides a unified data plane, unified configuration, and single IP address for switch management. The advantages of true stacking include lower total cost of ownership and higher availability through simplified management as well as cross-stack features including EtherChannel, SPAN, and FlexLink.

To provide investment protection, FlexStack-Plus is backwards-compatible with FlexStack. Cisco Catalyst 2960-X LAN Base switches equipped with a FlexStack-Plus module can be stacked with Catalyst 2960-S and 2960-SF LAN Base switches equipped with a FlexStack module (see [Table 5](#)).

Table 5. FlexStack and FlexStack Plus Supported Combinations

	2960-XR IP Lite	2960-X LAN Base	2960-S/SF LAN Base
2960-XR IP Lite	Yes	-	-
2960-X LAN Base	-	Yes	Yes
2960-S or 2960-SF LAN Base	-	Yes	Yes

Table 6. FlexStack-Plus Scalability and Performance

Stack Members	Stack Bandwidth	Stack Limit	Cisco IOS Feature Set
2960-XR IP Lite	80G	8	IOS IP Lite
2960-XLAN Base	80G	8	IOS LAN Base
2960-X LAN Base mixed with 2960-S/SF LAN Base	40G	4	IOS LAN Base

Figure 2. Cisco FlexStack-Plus Switch Stack



Power Supply

The Catalyst 2960-X switches comes with one fixed power-supply and options for an external redundant power supply source (RPS2300).

The Catalyst 2960-XR switches support dual redundant power supplies. The Catalyst 2960-XR ships with one power supply by default. The second power supply can be purchased at the time of ordering the switch or as a spare. These power supplies have in-built fans to provide cooling.

Figure 3. 2960-XR Family Power Supply



The following table shows the different power supplies available in these switches and the available PoE power.

Table 7. 2960-XR Default Power Supply Configurations

Models	Default Power Supply	Available PoE Power
WS-C2960XR-24TS-I WS-C2960XR-48TS-I WS-C2960XR-24TD-I WS-C2960XR-48TD-I	PWR-C2-250WAC	-
WS-C2960XR-24PD-I WS-C2960XR-48LPD-I WS-C2960XR-24PS-I WS-C2960XR-48LPS-I	PWR-C2-640WAC	370W
WS-C2960XR-48FPD-I WS-C2960XR-48FPS-I	PWR-C2-1025WAC	740W

Intelligent Power over Ethernet Plus

Cisco Catalyst 2960-Xseries switches support both IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE) and IEEE 802.3at PoE+ (up to 30W per port) to deliver lower total cost of ownership for deployments that incorporate Cisco IP phones, Cisco Aironet® wireless access points, or other standards-compliant PoE/PoE+ end devices. PoE removes the need to supply wall power to PoE-enabled devices and eliminates the cost of adding electrical cabling and circuits that would otherwise be necessary in IP phone and WLAN deployments.

The Catalyst 2960-X series PoE power allocation is dynamic and power mapping scale up to a maximum of 740W PoE+ power.

The 2960-XR switch configurations offer the additional benefit of dual redundant power supplies. If both power supplies are used, then the 2960-XR shares the load between the two power supplies for non stop power.

Table 8. 2960-X PoE and PoE+ Power Capacity

Switch Model	Maximum Number of PoE+ (IEEE 802.3at) Ports*	Maximum Number of PoE (IEEE 802.3af) Ports*	Available PoE Power (Single PS Source)
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	24 ports up to 30W	48 ports up to 15.4W	740W
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	24 ports up to 30W	48 ports up to 15.4W	740W
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	3 ports up to 30W	7 ports up to 15.4W	110W
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	24 ports up to 30W	48 ports up to 15.4W	740W
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	24 ports up to 30W	48 ports up to 15.4W	740W
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	12 ports up to 30W	24 ports up to 15.4W	370W

* Intelligent power management allows flexible power allocation across all ports.

Table 9. 2960-XR Available PoE and Switch Power Capabilities with Different Combinations of Power Supplies

Primary Power Supply	Secondary Power Supply	Available Power for PoE+	Switch Power Redundancy	Available PoE Power When One PS fails
PWR-C2-250WAC	-	-	No	-
PWR-C2-250WAC	PWR-C2-250WAC	-	Yes	-
PWR-C2-640WAC	-	370W	No	-
PWR-C2-640WAC	PWR-C2-640WAC	370W	Yes	370W
PWR-C2-1025WAC	-	740W	No	-
PWR-C2-1025WAC	PWR-C2-1025WAC	740W	Yes	740W

Application Visibility

Catalyst 2960-X Series Switches support **NetFlow Lite**, which enables IT teams to understand the mix of traffic on their network and identify anomalies by capturing and recording specific packet flows. NetFlow Lite supports flexible sampling of the traffic, and exports flow data in the NetFlow Version 9 format for analysis on a wide range of Cisco and third-party collectors.

NetFlow Lite is included on all Catalyst 2960-X and 2960-XR LAN Base and IP Lite models.

Cisco Catalyst SmartOperations

Cisco Catalyst SmartOperations is a comprehensive set of capabilities that simplify LAN planning, deployment, monitoring, and troubleshooting. Deploying SmartOperations tools reduces the time and effort required to operate the network and lowers total cost of ownership (TCO).

- **Cisco AutoConfig** services determine the level of network access provided to an endpoint based on the type of the endpoint device. This feature also permits hard-binding between the end device and the interface.
- **Cisco Smart Install** services enable minimal-touch deployment by providing automated Cisco IOS Software image installation and configuration when new switches are connected to the network. This enables network administrators to remotely manage Cisco IOS Software image installs and upgrades.
- **Cisco Auto SmartPorts** services enable automatic configuration of switch ports as devices connect to the switch, with settings optimized for the device type resulting in zero-touch port-policy provisioning.
- **Cisco Auto QoS** is a service that automatic configuration of QoS that allows switch to manage QoS policies based on traffic types resulting in zero-touch traffic engineering. Auto-QoS supports 8 egress queues in both 2960-X and 2960-XR product families.
- **Cisco Smart Troubleshooting** is an extensive array of diagnostic commands and system health checks within the switch, including Smart Call Home. The Cisco GOLD[®] (Generic Online Diagnostics) and Cisco online diagnostics on switches in live networks help predicting and detecting failures faster.

For more information about Cisco Catalyst SmartOperations, visit cisco.com/go/SmartOperations.

Operational Simplicity Features

- **Cisco AutoSecure** provides a single-line CLI to enable base line security features (Port Security, DHCP snooping, DAI). This feature simplifies security configurations with a single touch.
- **Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)** autoconfiguration of multiple switches through a boot server eases switch deployment.
- **Stacking master configuration management** and Cisco FlexStack Plus technology helps ensure that all switches are automatically upgraded when the master switch receives a new software version. Automatic software version checking and updating help ensure that all stack members have the same software version.
- **Autonegotiation** on all ports automatically selects half- or full-duplex transmission mode to optimize bandwidth.
- **Dynamic Trunking Protocol (DTP)** facilitates dynamic trunk configuration across all switch ports.
- **Port Aggregation Protocol (PAgP)** automates the creation of Cisco Fast EtherChannel[®] groups or Gigabit EtherChannel groups to link to another switch, router, or server.
- **Link Aggregation Control Protocol (LACP)** allows the creation of Ethernet channeling with devices that conform to IEEE 802.3ad. This feature is similar to Cisco EtherChannel technology and PAgP.
- **Automatic media-dependent interface crossover (MDIX)** automatically adjusts transmit and receive pairs if an incorrect cable type (crossover or straight-through) is installed.
- **Unidirectional Link Detection Protocol (UDLD)** and Aggressive UDLD allow unidirectional links caused by incorrect fiber-optic wiring or port faults to be detected and disabled on fiber-optic interfaces.
- **Switching Database Manager (SDM)** templates for access, routing, and VLAN deployment allow the administrator to easily maximize memory allocation to the desired features based on deployment-specific requirements.
- **Local Proxy Address Resolution Protocol (ARP)** works in conjunction with Private VLAN Edge to minimize broadcasts and maximize available bandwidth.
- **VLAN1 minimization** allows VLAN1 to be disabled on any individual VLAN trunk.
- **Smart Multicast, with Cisco FlexStack-Plus technology**, allows the Cisco Catalyst 2960-X Series to offer greater efficiency and support for more multicast data streams such as video by putting each data packet onto the backplane only once.
- **Internet Group Management Protocol (IGMP) Snooping** for IPv4 and IPv6 MLD v1 and v2 Snooping provide fast client joins and leaves of multicast streams and limit bandwidth-intensive video traffic to only the requestors.
- **Multicast VLAN Registration (MVR)** continuously sends multicast streams in a multicast VLAN while isolating the streams from subscriber VLANs for bandwidth and security reasons.
- **Per-port broadcast, multicast, and unicast storm control** prevents faulty end stations from degrading overall systems performance.
- **Voice VLAN** simplifies telephony installations by keeping voice traffic on a separate VLAN for easier administration and troubleshooting.
- **Cisco VLAN Trunking Protocol (VTP)** supports dynamic VLANs and dynamic trunk configuration across all switches.

- **Remote Switch Port Analyzer (RSPAN)** allows administrators to remotely monitor ports in a Layer 2 switch network from any other switch in the same network.
- For enhanced traffic management, monitoring, and analysis, the Embedded **Remote Monitoring (RMON)** software agent supports four RMON groups (history, statistics, alarms, and events).
- **Layer 2 trace route** eases troubleshooting by identifying the physical path that a packet takes from source to destination.
- **Trivial File Transfer Protocol (TFTP)** reduces the cost of administering software upgrades by downloading from a centralized location.
- **Network Timing Protocol (NTP)** provides an accurate and consistent timestamp to all intranet switches.

Power Management

The 2960-X switches offer a range of industry leading features for effective energy efficiency and energy management. 2960-X Series are the greenest switches in the industry.

Switch Hibernation Mode (SHM) is an industry first and available on all 2960-X series switches. This feature puts the switch in ultra low power mode during periods of non-operation such as nights or weekends. Switch Hibernation Mode on the 2960-X switches can be scheduled using EnergyWise compliant management software.

IEEE 802.3az EEE (Energy Efficient Ethernet) enables ports to dynamically sense idle periods between traffic bursts and quickly switch the interfaces into a low power idle mode, reducing power consumption.

Cisco EnergyWise policies can be used to control the power consumed by PoE-powered endpoints, desktop and data-center IT equipment, and a wide range of building infrastructure. EnergyWise technology is included on all Cisco Catalyst 2960-X Series Switches.

For more information about Cisco EnergyWise™, visit cisco.com/go/energywise.

Network Management

The Cisco Catalyst 2960-X Series Switches offer a superior CLI for detailed configuration and administration. 2960-X Series Switches are also supported in the full range of Cisco network management solutions.

Cisco Prime Infrastructure

Cisco Prime™ network management solutions provide comprehensive network lifecycle management. Cisco Prime Infrastructure provides an extensive library of easy-to-use features to automate the initial and day-to-day management of your Cisco network. Cisco Prime integrates hardware and software platform expertise and operational experience into a powerful set of workflow-driven configuration, monitoring, troubleshooting, reporting, and administrative tools.

For detailed information about Cisco Prime, visit cisco.com/go/prime.

Cisco Network Assistant

A Cisco network management application designed for small and medium-sized business (SMB) networks with up to 250 users that runs on PCs, Tablets and even SmartPhones, Cisco Network Assistant offers centralized network management and configuration capabilities. This application also features an intuitive GUI where users can easily apply common services across Cisco switches, routers, and access points.

For detailed information about Cisco Network Assistant, visit cisco.com/go/cna.

Security Management

Cisco Identity Services Engine (ISE) support enables the 2960-XR switches to offer security management for all devices connected to it.

Figure 4. Fanless Quiet Cool 24-Port PoE Switch



The Cisco Catalyst 2960-X Series adds a new member to its 2960-X family, the WS-C2960X-24PSQ-L (Cool). This is a 24-port 10M/100M/1000M switch that can power up to 8 ports of PoE (first eight ports only) with ability to deliver a sum total of 110W of PoE power. This switch has four Gigabit Ethernet uplinks: two of them SFP and the other two 10M/100M/1000M copper interfaces enabling choice of fiber or copper connectivity to the aggregation point. This switch ships with the Cisco IOS LAN Base image.

Some important 2960-X “cool” switch highlights are:

- Extends a highly secure, intelligent, managed Cisco Catalyst infrastructure with a single Ethernet cable or fiber from the wiring closet
- Support for advanced security and intelligent services, including Netflow-Lite and Switch Hibernation, including voice, video, AP powering, and Cisco Enterprise Network services to remote endpoints
- Less than 12” depth fit in user work spaces where multiple cable runs could be challenging with very low power consumption and heat dissipation
- Higher MTBF rates due to no moving mechanical parts, no fans help ensure that 2960X cool switch is convenient to be used for colocated applications
- Easy to deploy using smart-install, configure with auto-smart-ports and device sensors and manage using Cisco Prime or CNA

2960-X Cool Switch Use Cases

Retail

Major retailers are increasingly moving customer-facing IP-based applications and services to the middle of the sales floor or POS that is far away from their access router that connects the retail outlets to the outside network. A typical retail outlet needs to serve customers at multiple sales points, each with a POS machine, phone, printer, or video display with network and some PoE powering. Because of their quiet operation and ability to cater to up to 24 ports with flexible mounting options, these switches are ideally suited for mounting in confined spaces on the floor.

Education

The 2960X cool switch extends access to labs, classrooms, and other training rooms from the central/floor distribution rooms, reducing cost of cabling and providing superior quality of service with enhanced security and enterprise network features. Quiet operation and shallow depth make them ideally suited for classrooms or confined areas nearby.

Defense

Defense establishments often look to an access switch that is portable in mobile units. These units require multiple network access devices, some of them residing in inconvenient locations in the mobile unit that requires being powered by the switch, reducing number of cables to that location and reducing possible failure sources. The switch is expected to be very quiet and have longer MTBF rates, which is served by the 2960X cool switch.

Technical Specifications

Table 10. Cisco Catalyst 2960-X Series Hardware

Hardware Specifications	
Flash memory	128 MB for LAN Base & IP Lite SKUs, 64 MB for LAN Lite SKUs
DRAM	512 MB for LAN Base and 256 MB for LAN Lite
CPU	APM86392 600MHz dual core
Console Ports	USB (Type-B), Ethernet (RJ-45)
Storage Interface	USB (Type-A) for external flash storage
Network Management Interface	10/100 Mbps Ethernet (RJ-45)

Table 11. Cisco Catalyst 2960-X Series Performance

Performance and Scalability			
	2960-X LAN Lite	2960-X LAN Base	2960-XR IP Lite
Forwarding bandwidth	50 Gbps	108 Gbps	108 Gbps
Switching bandwidth*	100 Gbps	216 Gbps	216 Gbps
Maximum active VLANs	64	1023	1023
VLAN IDs available	4096	4096	4096
Maximum transmission unit (MTU)-L3 packet	9198 bytes	9198 bytes	9198 bytes
Jumbo frame - Ethernet frame	9216 bytes	9216 bytes	9216 bytes

* Switching bandwidth is full-duplex capacity.

Table 12. Cisco Catalyst 2960-X Series Forwarding Performance

Forwarding Rate: 64-Byte L3 Packets	
Catalyst 2960-X Family	
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	95.2 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	95.2 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	107.1 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	107.1 Mpps

Forwarding Rate: 64-Byte L3 Packets	
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	71.4 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	71.4 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	107.1 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	71.4 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	104.2 Mpps
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	68.5 Mpps
Catalyst 2960-XR Family	
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	95.2 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	130.9 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	95.2 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	107.1 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	107.1 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	71.4 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	107.1 Mpps
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	71.4 Mpps

Table 13. Cisco Catalyst 2960-X Series Mechanical Specifications

Models		
Dimensions	Inches (H x D x W)	Centimeters (H x D x W)
WS-C2960X-48FPD-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-48LPD-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-48TD-L	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
WS-C2960X-24PD-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-24TD-L	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
WS-C2960X-48FPS-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-48LPS-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-48TS-L	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
WS-C2960X-24PS-L	1.75 x 14.5 x 17.5	4.5 x 36.8 x 44.5
WS-C2960X-24PSQ-L	1.73 x 11.03 x 17.5	4.45 x 28.0 x 44.5
WS-C2960X-24TS-L	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
WS-C2960X-48TS-LL	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
WS-C2960X-24TS-LL	1.75 x 11.0 x 17.5	4.5 x 27.9 x 44.5
Weights	Pounds	Kilograms
WS-C2960X-48FPD-L	12.9 lbs	5.8 Kg
WS-C2960X-48LPD-L	12.9 lbs	5.8 Kg
WS-C2960X-48TD-L	9.6 lbs	4.3 Kg
WS-C2960X-24PD-L	12.7 lbs	5.7 Kg
WS-C2960X-24TD-L	8.9 lbs	4.0 Kg
WS-C2960X-48FPS-L	12.9 lbs	5.8 Kg
WS-C2960X-48LPS-L	12.9 lbs	5.8 Kg
WS-C2960X-48TS-L	9.4 lbs	4.2 Kg

Models		
WS-C2960X-24PS-L	12.8 lbs	5.8 kg
WS-C2960X-24PSQ-L	12.8 lbs	5.8 kg
WS-C2960X-24TS-L	8.9 lbs	4.0 kg
WS-C2960X-48TS-LL	8.9 lbs	4.0kg
WS-C2960X-24TS-LL	8.2 lbs	3.7 kg

Table 14. Cisco Catalyst 2960-XR Series Mechanical Specifications

Models (The Power Supplies could add up to 3.1" to the depth of the 2960XR chassis)		
Dimensions	Inches (H x D x W)	Centimeters (H x D x W)
WS-C2960XR-48FPD-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-48LPD-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-48TD-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-24PD-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-24TD-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-48FPS-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-48LPS-I	1.75 x 16.0x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-48TS-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-24PS-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
WS-C2960XR-24TS-I	1.75 x 16.0 x 17.5	4.45 x 40.8 x 44.5
Weights	Pounds	Kilograms
WS-C2960XR-48FPD-I	14.6	6.6
WS-C2960XR-48LPD-	14.0	6.4
WS-C2960XR-48TD-I	13.3	6.1
WS-C2960XR-24PD-I	13.6	6.2
WS-C2960XR-24TD-I	13.0	5.9
WS-C2960XR-48FPS-I	14.7	6.7
WS-C2960XR-48LPS-I	14.2	6.4
WS-C2960XR-48TS-I	13.2	6.0
WS-C2960XR-24PS-I	13.7	6.2
WS-C2960XR-24TS-I	13.0	5.9

Table 15. Cisco Catalyst 2960-X Series Environmental Specifications

Environmental Ranges		
	Fahrenheit	Centigrade
Operating temperature up to 5000 ft (1500 m)	23°F to 113°F	-5°C to 45°C
Operating temperature up to 10,000 ft (3000 m)	23°F to 104°F	-5°C to 40°C
Short-term exception at sea level [†]	23°F to 131°F	-5°C to 55°C
Short-term exception up to 5000 feet (1500 m) [†]	23°F to 122°F	-5°C to 50°C
Short-term exception up to 10,000 feet (3000 m) [†]	23°F to 113°F	-5°C to 45°C
Short-term exception up to 13,000 feet (4000 m) [†]	23° to 104°F	-5°C to 40°C
Storage temperature up to 15,000 feet (4573 m)	-13° to 158°F	-25° to 70°C
	Feet	Meters
Operating altitude	Up to 10,000	Up to 3000
Storage altitude	Up to 13,000	Up to 4000

Environmental Ranges				
Operating relative humidity	10% to 95% noncondensing			
Storage relative humidity	10% to 95% noncondensing			
Acoustic Noise				
Measured per ISO 7779 and declared per ISO 9296. PoE output of 185W or less where applicable.				
Bystander positions operating mode at 25°C ambient.				
Model	Sound Pressure		Sound Power	
	LpA (Typical)	LpAD (Maximum)	LwA (Typical)	LwAD (Maximum)
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	39 dB	43 dB	4.9 B	5.3 B
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L				
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L				
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	42 dB	46 dB	5.1 B	5.5 B
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L				
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	39 dB	43 dB	4.9 B	5.3 B
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L				
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L				
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	N/A	N/A	N/A	N/A
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	42 dB	46 dB	5.1 B	5.5 B
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L				
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	42 dB	46 dB	5.1 B	5.5 B
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL				
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	22dB	25dB	3.3B	3.6B
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	22dB	25dB	3.3B	3.6B
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	40dB	43dB	5.2B	5.5B
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	22dB	25dB	3.3B	3.6B
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	22dB	25dB	3.3B	3.6B
Predicted Reliability				
Model	MTBF in hours **			
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	233,370			
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	277,960			
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	325,780			
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	445,460			
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	569,520			
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	232,610			
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	276,870			
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	324,280			
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	462,680			
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	442,690			
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	564,910			
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	476,560			

Environmental Ranges	
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	622,350
Cisco Catalyst 2960X-STACK	17,128,090
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	231,590
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	275,430
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	322,740
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	440,880
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	561,890
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	230,860
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	274,380
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	321,290
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	438,130
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	557,320
Cisco PWR-C2-250WAC	1,000,000
Cisco PWR-C2-640WAC	1,000,000
Cisco PWR-C2-1025WAC	1,000,000

* Not more than the following in a 1-year period: 96 consecutive hours, or 360 hours total, or 15 occurrences.

** Currently estimates; Later will be Based on Telcordia SR-332 Issue 2 methodology.

Table 16. Connectors and Interfaces

Connectors and Interfaces
Ethernet Interfaces <ul style="list-style-type: none"> • 10BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 3, 4, or 5 unshielded twisted-pair (UTP) cabling • 100BASE-TX ports: RJ-45 connectors, 2-pair Category 5 UTP cabling • 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling • 1000BASE-T SFP-based ports: RJ-45 connectors, 4-pair Category 5 UTP cabling
SFP and SFP+ Interfaces <p>For information about supported SFP/SFP+ modules, refer to the Transceiver Compatibility matrix tables at cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5455/products_device_support_tables_list.html.</p>
Indicator LEDs <ul style="list-style-type: none"> • Per-port status: Link integrity, disabled, activity, speed, and full duplex • System status: System, RPS, Stack link status, link duplex, PoE, and link speed
Stacking Interfaces <p>Cisco Catalyst 2960-XFlexStack-Plus stacking cables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CAB-STK-E-0.5M FlexStack-Plus stacking cable with a 0.5 m length • CAB-STK-E-1M FlexStack-Plus stacking cable with a 1.0 m length • CAB-STK-E-3M FlexStack-Plus stacking cable with a 3.0 m length
Console <p>Cisco Catalyst 2960-X console cables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CAB-CONSOLE-RJ45 Console cable 6 ft. with RJ-45 • CAB-CONSOLE-USB Console cable 6 ft. with USB Type A and mini-B connectors
Power <ul style="list-style-type: none"> • The internal power supply is an auto-ranging unit and supports input voltages between 100 and 240V AC • Use the supplied AC power cord to connect the AC power connector to an AC power outlet • The Cisco RPS connector offers connection for an optional Cisco RPS 2300 that uses AC input and supplies DC output to the switch • Only the Cisco RPS 2300 (model PWR-RPS2300) should be attached to the redundant-power-system receptacle

Table 17. Management and Standards Support

Category	Specification
Management	<ul style="list-style-type: none"> • BRIDGE-MIB • CISCO-CABLE-DIAG-MIB • CISCO-CDP-MIB • CISCO-CLUSTER-MIB • CISCO-CONFIG-COPY-MIB • CISCO-CONFIG-MAN-MIB • CISCO-DHCP-SNOOPING-MIB • CISCO-ENTITY-VENDORTYPE-OID-MIB • CISCO-ENVMON-MIB • CISCO-ERR-DISABLE-MIB • CISCO-FLASH-MIB • CISCO-FTP-CLIENT-MIB • CISCO-IGMP-FILTER-MIB • CISCO-IMAGE-MIB • CISCO-IP-STAT-MIB • CISCO-LAG-MIB • CISCO-MAC-NOTIFICATION-MIB • CISCO-MEMORY-POOL-MIB • CISCO-PAGP-MIB • CISCO-PING-MIB • CISCO-POE-EXTENSIONS-MIB • CISCO-PORT-QOS-MIB • CISCO-PORT-SECURITY-MIB • CISCO-PORT-STORM-CONTROL-MIB • CISCO-PRODUCTS-MIB • CISCO-PROCESS-MIB • CISCO-RTTMON-MIB • CISCO-SMI-MIB • CISCO-STP-EXTENSIONS-MIB • CISCO-SYSLOG-MIB • CISCO-TC-MIB • CISCO-TCP-MIB • CISCO-UDLD-MIB • CISCO-VLAN-IFTABLE • RELATIONSHIP-MIB • CISCO-VLAN-MEMBERSHIP-MIB • CISCO-VTP-MIB • ENTITY-MIB • ETHERLIKE-MIB • IEEE8021-PAE-MIB • IEEE8023-LAG-MIB • IF-MIB • INET-ADDRESS-MIB • OLD-CISCO-CHASSIS-MIB • OLD-CISCO-FLASH-MIB • OLD-CISCO-INTERFACES-MIB • OLD-CISCO-IP-MIB • OLD-CISCO-SYS-MIB • OLD-CISCO-TCP-MIB • OLD-CISCO-TS-MIB • RFC1213-MIB • RMON-MIB • RMON2-MIB • SNMP-FRAMEWORK-MIB • SNMP-MPD-MIB • SNMP-NOTIFICATION-MIB • SNMP-TARGET-MIB • SNMPv2-MIB • TCP-MIB • UDP-MIB • ePM MIB • CISCO-FLEXSTACK-PLUS-MIB (2960-X) <p>For an updated list of supported MIBs, refer to the MIB Locator at cisco.com/go/mibs.</p>
Standards	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.1s • IEEE 802.1w • IEEE 802.1X • IEEE 802.1ab (LLDP) • IEEE 802.3ad • IEEE 802.3af and IEEE 802.3at • IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) • IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.3 10BASE-T • IEEE 802.3u 100BASE-TX • IEEE 802.3ab 1000BASE-T • IEEE 802.3z 1000BASE-X • RMON I and II standards • SNMP v1, v2c, and v3 • IEEE 802.3az • IEEE 802.3ae 10Gigabit Ethernet • IEEE 802.1ax

Category	Specification
RFC compliance	<ul style="list-style-type: none"> • RFC 768 - UDP • RFC 783 - TFTP • RFC 791 - IP • RFC 792 - ICMP • RFC 793 - TCP • RFC 826 - ARP • RFC 854 - Telnet • RFC 951 - Bootstrap Protocol (BOOTP) • RFC 959 - FTP • RFC 1112 - IP Multicast and IGMP • RFC 1157 - SNMP v1 • RFC 1166 - IP Addresses • RFC 1256 - Internet Control Message Protocol (ICMP) Router Discovery • RFC 1305 - NTP • RFC 1492 - TACACS+ • RFC 1493 - Bridge MIB • RFC 1542 - BOOTP extensions • RFC 1643 - Ethernet Interface MIB • RFC 1757 - RMON <ul style="list-style-type: none"> • RFC 1901 - SNMP v2C • RFC 1902-1907 - SNMP v2 • RFC 1981 - Maximum Transmission Unit (MTU) Path Discovery IPv6 • RFC 2068 - HTTP • RFC 2131 - DHCP • RFC 2138 - RADIUS • RFC 2233 - IF MIB v3 • RFC 2373 - IPv6 Aggregatable Addr • RFC 2460 - IPv6 • RFC 2461 - IPv6 Neighbor Discovery • RFC 2462 - IPv6 Autoconfiguration • RFC 2463 - ICMP IPv6 • RFC 2474 - Differentiated Services (DiffServ) Precedence • RFC 2597 - Assured Forwarding • RFC 2598 - Expedited Forwarding • RFC 2571 - SNMP Management • RFC 3046 - DHCP Relay Agent Information Option • RFC 3376 - IGMP v3 • RFC 3580 - 802.1X RADIUS

Table 18. Voltage and Power Ratings

Input Voltage and Current			
Model	Voltage (Auto ranging)	Current	Frequency
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	100 to 240 VAC	9A-4A	50 to 60Hz
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L		5A-2A	
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L		5A-2A	
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L		1A - 0.5A	
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L		1A to 0.5A	
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L		9A - 4A	
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L		5A - 2A	
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L		5A - 2A	
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L		2A - 4A	
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L		1A-0.5A	
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L		1A - 0.5A	
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL		1A - 0.5A	
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL		1A - 0.5A	
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I		100 to 240 VAC	
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	6A to 3 A		
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	6A to 3 A		
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	1A to 0.5 A		
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	1A to 0.5 A		
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	10A to 5 A		
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	6A to 3 A		
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	6A to 3 A		
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	1A to 0.5 A		
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	1A to 0.5 A		

Power Rating (Switch maximum consumption values)	
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	0.89 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	0.48 kVA
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	0.47 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	0.049 kVA
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	0.034 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	0.89 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	0.49 kVA
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	0.49 kVA
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	0.16 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	0.051 kVA
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	0.039 kVA
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	0.46KVA
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	0.035KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	0.89KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	0.48KVA
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	0.46KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	0.047KVA
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	0.039KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	0.89KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	0.47KVA
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	0.46KVA
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	0.046KVA
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	0.038KVA

DC Input Voltages (RPS Input) - Only for 2960-X LAN Base Switches		
	12V	53V
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	4A	15A
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	4A	8A
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	3A	8A
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	4A	N/A
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	3A	N/A
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	4A	15A
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	4A	8A
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	3A	8A
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	N/A	N/A
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	5A	N/A
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	4A	N/A

Note: The wattage rating on the power supply does not represent actual power draw. It indicates the maximum power draw possible by the power supply. This rating can be used for facility capacity planning. For PoE switches, cooling requirements are smaller than total power draw as a significant portion of the load is dissipated in the endpoints.

Table 19. Power Consumption¹

Measured Power Consumption in Watts ²				
Model	0% Traffic ³	10% Traffic	100% Traffic	Weighted Average
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L	50.8	65.9	66.7	66.0
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L	45.7	61.1	62.0	61.2
Cisco Catalyst 2960X-24PD-L	44.7	52.3	53.1	52.3
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L	32.9	47.0	47.8	47.1
Cisco Catalyst 2960X-24TD-L	24.9	32.2	33.1	32.3
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L	51.9	66.6	66.8	66.6
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L	46.7	60.8	61.1	60.9
Cisco Catalyst 2960X-24PS-L	41.4	49.0	49.2	49.0
Cisco Catalyst 2960X-24PSQ-L	28.5	32.8	34.8	33.0
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L	34.9	49.5	49.7	49.5
Cisco Catalyst 2960X-24TS-L	28.0	36.8	37.1	36.9
Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL	31.4	44.3	44.5	44.4
Cisco Catalyst 2960X-24TS-LL	25.2	32.0	32.0	32.0
Cisco Catalyst 2960XR-48FPD-I	46.7	61.8	62.5	61.9
Cisco Catalyst 2960XR-48LPD-I	40.7	54.6	55.9	54.8
Cisco Catalyst 2960XR-24PD-I	36.1	42.9	43.7	43.0
Cisco Catalyst 2960XR-48TD-I	29.7	44.7	45.6	44.8
Cisco Catalyst 2960XR-24TD-I	29.3	37.2	38.1	37.3
Cisco Catalyst 2960XR-48FPS-I	44.8	58.5	58.8	58.5
Cisco Catalyst 2960XR-48LPS-I	37.9	52.8	53.0	52.9
Cisco Catalyst 2960XR-24PS-I	36.5	43.2	43.4	43.2
Cisco Catalyst 2960XR-48TS-I	30.0	44.8	45.0	44.8
Cisco Catalyst 2960XR-24TS-I	28.8	36.0	36.2	36.0

Table 20. Safety and Compliance

Specification	Description
Safety	UL 60950-1 Second Edition CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 Second Edition EN 60950-1 Second Edition IEC 60950-1 Second Edition AS/NZS 60950-1
EMC - Emissions	47CFR Part 15 (CFR 47) Class A AS/NZS CISPR22 Class A CISPR22 Class A EN55022 Class A ICES003 Class A VCCI Class A EN61000-3-2 EN61000-3-3 KN22 Class A CNS13438 Class A

¹ Disclaimer: All power consumption numbers were measured under controlled laboratory conditions and are provided as estimates.

² ATIS Methodology

³ All Traffic measured with EEE enabled.

Specification	Description
EMC - Immunity	EN55024 CISPR24 EN300386 KN24
Environmental	Reduction of Hazardous Substances (RoHS) including Directive 2011/65/EU
Telco	Common Language Equipment Identifier (CLEI) code
US Government Certifications	USGv6 and IPv6 Ready Logo

Cisco Enhanced Limited Lifetime Hardware Warranty

Cisco Catalyst 2960-X Series Switches come with an enhanced limited lifetime warranty (E-LLW). The E-LLW provides the same terms as Cisco's standard limited lifetime warranty but adds next business day delivery of replacement hardware, where available, and 90 days of 8X5 Cisco Technical Assistance Center (TAC) support.

Your formal warranty statement, including the warranty applicable to Cisco software, appears in the Cisco information packet that accompanies your Cisco product. We encourage you to review carefully the warranty statement shipped with your specific product before use.

Cisco reserves the right to refund the purchase price as its exclusive warranty remedy. For further information about warranty terms, visit <http://www.cisco.com/go/warranty>.

Table 21. Warranty Terms

Cisco Enhanced Limited Lifetime Hardware Warranty	
Device covered	Applies to all Cisco Catalyst 2960-X Series Switches.
Warranty duration	As long as the original end user continues to own or use the product.
End-of-life policy	In the event of discontinuance of product manufacture, Cisco warranty support is limited to five (5) years from the announcement of discontinuance.
Hardware replacement	Cisco or its service center will use commercially reasonable efforts to ship a Cisco Catalyst 2960-X replacement part for next business day delivery, where available. Otherwise, a replacement will be shipped within ten (10) working days after the receipt of the RMA request. Actual delivery times may vary depending on customer location.
Effective date	Hardware warranty commences from the date of shipment to customer (and in case of resale by a Cisco reseller, not more than ninety [90] days after original shipment by Cisco).
TAC support	Cisco will provide during customer's local business hours, 8 hours per day, 5 days per week basic configuration, diagnosis, and troubleshooting of device-level problems for up to 90 days from the date of shipment of the originally purchased Cisco Catalyst 2960-X product. This support does not include solution or network-level support beyond the specific device under consideration.
Cisco.com Access	Warranty allows guest access only to Cisco.com.

Software Policy

Customers with Cisco Catalyst IP Lite, LAN Base and LAN Lite software feature sets will be provided with maintenance updates and bug fixes designed to maintain the compliance of the software with published specifications, release notes, and industry standards compliance as long as the original end user continues to own or use the product or up to one year from the end-of-sale date for this product, whichever occurs earlier.

This policy supersedes any previous warranty or software statement and is subject to change without notice.

Technical Support and Services

Table 22. Technical Services Available for Cisco Catalyst 2960-X Series Switches

Technical Services
<p>Cisco Smart Net Total Care™ Service</p> <ul style="list-style-type: none"> • Around-the-clock, global access to the Cisco TAC • Unrestricted access to the extensive Cisco.com knowledge base and tools • Next-business-day, 8x5x4, 24x7x4, or 24x7x2 advance hardware replacement and onsite parts replacement and installation available¹ • Ongoing operating system software updates within the licensed feature set² • Proactive diagnostics and real-time alerts on Smart Call Home enabled devices
<p>Cisco Smart Foundation Service</p> <ul style="list-style-type: none"> • Next-business-day advance hardware replacement as available • Access to SMB TAC during business hours (access levels vary by region) • Access to Cisco.com SMB knowledge base • Online technical resources through Smart Foundation Portal • Operating system software bug fixes and patches
<p>Cisco Smart Care Service</p> <ul style="list-style-type: none"> • Network-level coverage for the needs of small and medium-sized businesses • Proactive health checks and periodic assessments of Cisco network foundation, voice, and security technologies • Technical support for eligible Cisco hardware and software through Smart Care Portal • Cisco operating system and application software updates and upgrades² • Next-business-day advance hardware replacement as available, 24x7x4 option available¹
<p>Cisco SP Base Service</p> <ul style="list-style-type: none"> • Around-the-clock, global access to the Cisco TAC • Registered access to Cisco.com • Next-business-day, 8x5x4, 24x7x4, and 24x7x2 advance hardware replacement. Return to factory option available¹ • Ongoing operating system software updates²
<p>Cisco Focused Technical Support Services</p> <p>Three levels of premium, high-touch services are available:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cisco High-Touch Operations Management Service • Cisco High-Touch Technical Support Service • Cisco High-Touch Engineering Service <p>Valid Cisco Smart Net Total Care or SP Base contracts are required on all network equipment</p>

¹ Advance hardware replacement is available in various service-level combinations. For example, 8x5xNBD indicates that shipment will be initiated during the standard 8-hour business day, 5 days a week (the generally accepted business days within the relevant region), with next-business-day (NBD) delivery. Where NBD is not available, same day shipping is provided. Restrictions apply; please review the appropriate service descriptions for details.

² Cisco operating system updates include the following: maintenance releases, minor updates, and major updates within the licensed feature set.

Ordering Information

Table 23. Cisco Catalyst 2960-X Series Switches Ordering Information

Part Number	10/100/1000 Ethernet Interfaces	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Feature Set	Available PoE Power	FlexStack-Plus Stacking
WS-C2960X-48FPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	740W	Optional
WS-C2960X-48LPD-L	48	2 SFP+	LAN Base	370W	Optional
WS-C2960X-24PD-L	24	2 SFP+	LAN Base	370W	Optional
WS-C2960X-48TD-L	48	2 SFP+	LAN Base	-	Optional
WS-C2960X-24TD-L	24	2 SFP+	LAN Base	-	Optional
WS-C2960X-48FPS-L	48	4 SFP	LAN Base	740W	Optional

Part Number	10/100/1000 Ethernet Interfaces	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Feature Set	Available PoE Power	FlexStack-Plus Stacking
WS-C2960X-48LPS-L	48	4 SFP	LAN Base	370W	Optional
WS-C2960X-24PS-L	24	4 SFP	LAN Base	370W	Optional
WS-C2960X-24PSQ-L	24	2 SFP, 2 10/100/1000BT	LAN Base	110W	No
WS-C2960X-48TS-L	48	4 SFP	LAN Base	-	Optional
WS-C2960X-24TS-L	24	4 SFP	LAN Base	-	Optional
WS-C2960X-48TS-LL	48	2 SFP	LAN Lite	-	No
WS-C2960X-24TS-LL	24	2 SFP	LAN Lite	-	No

Table 24. Cisco Catalyst 2960-XR Configurations Ordering Information

Part Number	10/100/1000 Ethernet Interfaces	Uplink Interfaces	Cisco IOS Software Feature Set	Available PoE Power	Second FRU Power Supply Option	FlexStack-Plus Stacking
WS-C2960XR-48FPD-I	48	2 SFP+	IP Lite	740W	1025W	Optional
WS-C2960XR-48LPD-I	48	2 SFP+	IP Lite	370W	640W	Optional
WS-C2960XR-24PD-I	24	2 SFP+	IP Lite	370W	640W	Optional
WS-C2960XR-48TD-I	48	2 SFP+	IP Lite	-	250W	Optional
WS-C2960XR-24TD-I	24	2 SFP+	IP Lite	-	250W	Optional
WS-C2960XR-48FPS-I	48	4 SFP	IP Lite	740W	1025W	Optional
WS-C2960XR-48LPS-I	48	4 SFP	IP Lite	370W	640W	Optional
WS-C2960XR-24PS-I	24	4 SFP	IP Lite	370W	640W	Optional
WS-C2960XR-48TS-I	48	4 SFP	IP Lite	-	250W	Optional
WS-C2960XR-24TS-I	24	4 SFP	IP Lite	-	250W	Optional

Table 25. Cisco Catalyst 2960-X Accessories

Part Numbers	Description
C2960X-STACK	FlexStack-Plus hot-swappable stacking module
CAB-STK-E-0.5M	FlexStack-Plus stacking cable with a 0.5 m length
CAB-STK-E-1M	FlexStack-Plus stacking cable with a 1.0 m length
CAB-STK-E-3M	FlexStack-Plus stacking cable with a 3.0 m length
CAB-CONSOLE-RJ45	Console cable 6 feet with RJ45
CAB-CONSOLE-USB	Console cable 6 feet with USB Type A and mini-B connectors
PWR-CLP	Power cable restraining clip
RCKMNT-1RU-2KX=	Spare rack-mount kit for Cisco Catalyst 2960-X and 2960-XR Series for 19-inch racks
RCKMNT-REC-2KX=	1 RU recessed rack-mount kit for Cisco Catalyst 2960-X and 2960-XR Series

Table 26. Cisco Catalyst 2960-X Redundant Power Supply Options

Part Numbers	Description
PWR-RPS2300	Cisco Redundant Power System 2300 and blower, no power supply
BLNK-RPS2300=	Spare bay insert for Cisco Redundant Power System 2300 for Cisco Catalyst 2960 and Cisco Catalyst 2960-X switches
CAB-RPS2300-E=	Spare RPS2300 cable for Cisco Catalyst 2960-X switches
BLWR-RPS2300=	Spare 45 CFM blower for RPS 2300
C3K-PWR-750WAC=	RPS 2300 750W AC power supply spare for Cisco Catalyst 2960-X

For more information about the RPS-2300, visit cisco.com/en/US/products/ps7130/index.html.

Table 27. Cisco Catalyst 2960-XR Power Supply Options

Part Numbers	Description
PWR-C2-250WAC⁴	Second FRU power supply and fan for all non-PoE 2960-XR switches, provides 250W AC of power
PWR-C2-640WAC⁴	Second FRU power supply and fan for all 370W PoE+ 2960-XR switches, provides 640W AC of power
PWR-C2-1025WAC⁴	Second FRU power supply and fan for all 740W PoE+ 2960-XR switches, provides 1025W AC of power
PWR-C2-250WAC=	Spare FRU power supply and fan for all non-PoE 2960-XR switches, provides 250W AC of power
PWR-C2-640WAC=	Spare FRU power supply and fan for all 370W PoE+ 2960-XR switches, provides 640W AC of power
PWR-C2-1025WAC=	Spare FRU power supply and fan for all 740W PoE+ 2960-XR switches, provides 1025W AC of power

Table 28. Cisco Catalyst 2960-X and 2960-XR SFP/SFP+ Modules

SFP and SFP+ Modules
For the list of supported SFP and SFP+ modules, visit http://www.cisco.com/en/US/products/hw/modules/ps5455/products_device_support_tables_list.html .

Table 29. Power Cords for Cisco Catalyst 2960-X Product Family

Part Numbers	Description
CAB-16AWG-AC	AC power cord, 16AWG
CAB-ACE	AC power cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M
CAB-L620P-C13-US	Power cord, 250VAC, 15A, NEMA L6-20 to C13, US
CAB-ACI	AC power cord (Italy), C13, CEI 23-16, 2.5m
CAB-ACU	AC power cord (UK), C13, BS 1363, 2.5m
CAB-ACA	AC power cord (China/Australia), C13, AS 3112, 2.5m
CAB-ACS	AC power cord (Switzerland), C13, IEC 60884-1, 2.5m
CAB-ACR	AC power cord (Argentina), C13, EL 219 (IRAM 2073), 2.5m
CAB-ACC	CORD, PWR, CHINA, 10A, IEC 320, C13 (APN=CS-PWR-CH)
CAB-JPN-12A	CABASY, POWER CORD, JAPAN 2P, PSE, 12A @125VAC
CAB-L620P-C13-JPN	Power cord, 250VAC, 15A, NEMA L6-20 to C13, JAPAN
CAB-IND	Power cable for India
CAB-C15-ISR	Power cable for Israel
CAB-ACSA	Power cable for South Africa
CAB-AC15A-90L-US	15A AC power cord, left angle (United States)
CAB-ACE-RA	Power cord Europe, right angle
CAB-ACI-RA	Power cord Italian, right angle
CAB-ACU-RA	Power cord UK, right angle
CAB-ACC-RA	Power cord China, right angle
CAB-ACA-RA	Power cord, Australian, right angle
CAB-ACS-RA	Power cord for Switzerland, right angle
CAB-ACR-RA	Power cord, Argentina, right angle
CAB-JPN-RA	Power cord, Japan, right angle
CAB-C15-CBN	Cabinet jumper power cord, 250 VAC 13A, C14-C15 connectors
CAB-ACBZ-12A	AC power cord (Brazil) 12A/125V BR-3-20 plug for less than 12A device

⁴ The first FRU power supply and fan module is configured automatically when the switch is ordered. The second redundant FRU power supply and fan module is an option while configuring the order.

Table 30. Power Cords for Cisco Catalyst 2960-XR Product Family

Part Numbers	Description
CAB-TA-NA=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (North America)
CAB-TA-AP=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Australia)
CAB-TA-AR=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Argentina)
CAB-TA-SW=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Switzerland)
CAB-TA-UK=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (United Kingdom)
CAB-TA-JP=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Japan)
CAB-TA-250V-JP=	Japan 250VAC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Japan)
CAB-TA-EU=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Europe)
CAB-TA-IT=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Italy)
CAB-TA-IN=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (India)
CAB-TA-CN=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (China)
CAB-TA-DN=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Denmark)
CAB-TA-IS=	AC power cord for Cisco Catalyst 2960XR (Israel)
CAB-C15-CBN=	Cabinet jumper power cord, 250 VAC 13A, C14-C15 connectors
CAB-C15-CBN-JP=	Japan Cabinet Jumper Power Cord, 250 VAC 13A, C14-C15
CAB-TA-JP-RA=	Japan AC Right Angled Power Cord for Cisco Catalyst 2960XR

Contact Cisco

For more information about Cisco products, contact:

- Phone: +1 800 553-NETS (6387)
- [Worldwide Product Support](#)
- Company Website: cisco.com

Cisco Capital

Financing to Help You Achieve Your Objectives

Cisco Capital can help you acquire the technology you need to achieve your objectives and stay competitive. We can help you reduce CapEx. Accelerate your growth. Optimize your investment dollars and ROI. Cisco Capital financing gives you flexibility in acquiring hardware, software, services, and complementary third-party equipment. And there's just one predictable payment. Cisco Capital is available in more than 100 countries. [Learn more.](#)



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV Amsterdam,
The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)

Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Compact Switches

PB 733591

The Cisco[®] Catalyst[®] Compact Gigabit and Multigigabit Ethernet Switches easily extend your Cisco Catalyst switching infrastructure outside the wiring closet to enable new workspaces, extend wireless LANs, and connect Power over Ethernet (PoE) devices. These fanless, small form-factor switches are ideal for space-constrained deployments where multiple cable runs would be challenging.

New Features

With increased bandwidth, double the PoE capacity, faster CPU, and more memory, the Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX bring a multifold improvement in performance to the Cisco Catalyst Compact Switch product line. They offer many smart and innovative features for management, simplicity, and scale.

New features include:

- 6 Gigabit and 2 Multigigabit Ethernet ports with line-rate forwarding performance
- 8 or 12 Gigabit Ethernet ports with line-rate forwarding performance
- Gigabit copper Small Form-Factor Pluggable (SFP) or 10G SFP+ uplinks
- Cisco Universal Power over Ethernet (Cisco UPOE™) powered switch with up to 146W of PoE passthrough
- New DC powering option for deployment in subways, buses, and trains to power access points
- Power over Ethernet Plus (PoE+) support with up to 240W of PoE budget
- Advanced Layer 2 (LAN Base) and Layer 3 (IP Base) support with an option to upgrade to IP Services
- Perpetual PoE for powering a powered device even when the device is booting
- Cisco Catalyst Instant Access (optional with 10G) for management simplicity
- Network plug-and-play (PnP) support for automating device configuration
- Cisco TrustSec[®] capability for role-based access security
- Innovative power management features, including Energy-Efficient Ethernet and switch hibernation mode
- NetFlow Lite for application visibility at the access network

Upgrade Paths

Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Series Switches build upon the success of the 3560-C and 2960-C compact switches and offer superior performance and scale. They come in the same form factor as the older switches, and you can use them anywhere you used the older switches. Customers migrating to the new compact switches will benefit from the increased scalability and performance, innovative new features, and proven performance.

Ordering Information

The 3560-CX and 2960-CX Series include an equivalent or better replacement for each Cisco Catalyst 3560-C and 2960-C Gigabit Ethernet model.

Table 1 shows Cisco Catalyst 3560-C and 2960-C models and their 3560-CX and 2960-CX Series equivalents.

Table 1. Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Equivalent Models

Cisco Catalyst 3560-C and 2960-C Model	Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Equivalent
WS-C3560CG-8TC-S	WS-C3560CX-8TC-S
WS-C3560CG-8PC-S	WS-C3560CX-8PC-S
WS-C3560CPD-8PT-S	WS-C3560CX-8PT-S
WS-C2960CG-8TC-S	WS-C2960CX-8TC-S

Table 2 shows all Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX models.

Table 2. Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Switch Models

Cisco Catalyst 3560-CX Compact Switches	
Part Number	Description
WS-C3560CX-8TC-S	3560-CX switch 8 GE, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper, IP Base
WS-C3560CX-12TC-S	3560-CX switch 12 GE, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper, IP Base
WS-C3560CX-8PC-S	3560-CX switch 8 GE PoE+, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper, IP Base
WS-C3560CX-12PC-S	3560-CX switch 12 GE PoE+, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper, IP Base
WS-C3560CX-12PD-S	3560-CX switch 12 GE PoE+, uplinks: 2 x 10G SFP+ and 2 x 1G copper, IP Base
WS-C3560CX-8PT-S	3560-CX PD PSE switch 8 GE PoE+, uplinks: 2 x 1G copper (Cisco UPOE powered), IP Base
WS-C3560CX-8XPD-S	3560-CX switch 6 GE, 2 Multigigabit PoE+, uplinks: 2 x 10G SFP+, IP Base
Cisco Catalyst 2960-CX Compact Switches	
Part Number	Description
WS-C2960CX-8TC-L	2960-CX switch 8 GE, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper PoE+ LAN Base
WS-C2960CX-8PC-L	2960-CX switch, 8 GE PoE+, uplinks: 2 x 1G SFP and 2 x 1G copper PoE+ LAN Base

Cisco Services

The Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Compact Switches come with an enhanced limited lifetime warranty (E-LLW) that includes next-business-day (NBD) delivery of replacement hardware where available and 90 days of 8x5 Cisco Technical Assistance Center (TAC) support.

For further information about warranty terms, visit <http://www.cisco.com/go/warranty>.

Additionally, choose from a flexible suite of support services designed to meet your business needs and help you maintain high-quality network performance while controlling operational costs (Table 3).

Table 3. Technical Services Available for Cisco Catalyst 3560-CX and 2960-CX Series Compact Switches

Technical Services
Cisco SMARTnet® Service <ul style="list-style-type: none">• Around-the-clock, global access to the Cisco Technical Assistance Center (TAC)• Unrestricted access to the extensive Cisco.com knowledge base and tools• Next-business-day, 8x5x4, 24x7x4, and 24x7x2 advance hardware replacement and onsite parts replacement and installation available• Ongoing operating system software updates within the licensed feature set• Proactive diagnostics and real-time alerts on Smart Call Home-enabled devices
Cisco Smart Foundation Service <ul style="list-style-type: none">• Next-business-day advance hardware replacement as available• Business hours access to SMB TAC (access levels vary by region)• Access to Cisco.com SMB knowledge base• Online technical resources through Smart Foundation Portal• Operating system software bug fixes and patches
Cisco Focused Technical Support Services <ul style="list-style-type: none">• Three levels of premium, high-touch services are available:<ul style="list-style-type: none">◦ Cisco High-Touch Operations Management Service◦ Cisco High-Touch Technical Support Service◦ Cisco High-Touch Engineering Service• Valid Cisco SMARTnet or SP Base contracts on all network equipment are required

For More Information

For more information, contact your Cisco sales account rep or visit <http://www.cisco.com/go/compactswitches>.



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA


Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV Amsterdam,
The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)

Cisco Aironet 1700 Series Access Points



Dual-Band Access Points with 802.11ac Wave 1 Support on the Integrated 5-GHz Radio

Ideal for Office Environments

- Sleek design with internal antennas
- Automatic remedial action
- UL 2043 plenum-rated for above-ceiling installation or suspension from drop ceilings
- Controller-based and standalone deployments

Troubleshooting Forensics

- Historic interference information for back-in-time analysis and faster problem solving
- 24x7 monitoring
- Air quality index provides a snapshot of network performance and interference impact

Robust Security and Policy Enforcement

- Detects rogue access points and denial-of-service attacks
- Management frame protection detects malicious users and alerts network administrators
- Policies prohibit devices that interfere with or jeopardize network security



Product Overview

If you operate a small or medium-sized enterprise network, deploy the Cisco® Aironet® 1700 Series Access Point for the latest 802.11ac Wi-Fi technology at an attractive price. The 1700 Series meets the growing requirements of wireless networks by delivering better performance than 802.11n and providing key RF management features for improved wireless experiences.

The 1700 Series supports 802.11ac Wave 1 standard capabilities. That includes a theoretical connection rate of up to 867 Mbps. The added throughput lets you stay ahead of growing bandwidth requirements as:

- More wireless clients associate with the network
- Users tap into bandwidth-heavy multimedia applications
- Mobile workers increasingly use multiple Wi-Fi devices

Features and Benefits

Building on the Cisco Aironet heritage of RF excellence, the 1700 Series access points run on a purpose-built, innovative chipset with a best-in-class RF architecture. The 1700 Series is a component of Cisco's flagship, 802.11ac-enabled Aironet access points that deliver robust mobility experiences.

Table 1. Primary Capabilities and How You Benefit

Feature	Benefit
802.11ac Wave 1 support with 3x3 multiple input and multiple output (MIMO) and two spatial streams	Delivers higher rates over a greater range for more capacity and reliability than competing access points. Provides up to three times more bandwidth than 802.11n networks.
Cisco CleanAir® Express Spectrum Intelligence	Detects RF interference and provides basic spectrum analysis capabilities while simplifying ongoing operations across 20-, 40-, and 80-MHz-wide channels
Optimized access point roaming	Directs client devices to associate with the access point in their coverage range, offering the fastest data rate available
MIMO equalization	Boosts uplink performance and reliability by reducing the impact of signal fade

Product Specifications

Item	Specification
Part numbers	<p>Cisco Aironet 1700i Access Point: Indoor environments, with internal antennas</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIR-CAP1702I-x-K9: Dual-band, controller-based 802.11a/g/n/ac • AIR-CAP1702I-xK910: Eco-pack (dual-band 802.11a/g/n/ac) 10 quantity access points <p>Cisco SMARTnet® Service for the Cisco Aironet 1700i Access Point with internal antennas</p> <ul style="list-style-type: none"> • CON-SNT-C172Ix: SMARTnet 8x5xNBD for 1700i access point (dual-band 802.11a/g/n/ac) • CON-SNT-C172Ix10: SMARTnet 8x5xNBD for 10-quantity eco-pack 1700i access point (dual-band 802.11a/g/n/ac) <p>Regulatory domains: (x = regulatory domain)</p> <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, visit http://www.cisco.com/go/aironet/compliance.</p> <p>Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.</p> <p>Cisco Wireless LAN Services</p> <ul style="list-style-type: none"> • AS-WLAN-CNSLT: Cisco Wireless LAN Network Planning and Design Service • AS-WLAN-CNSLT: Cisco Wireless LAN 802.11n Migration Service • AS-WLAN-CNSLT: Cisco Wireless LAN Performance and Security Assessment Service
Software	<p>Cisco Unified Wireless Network Software Release 8.0 or later</p> <p>Cisco Autonomous AP IOS Software Release 15.3.3-JAB or later</p>
Supported wireless LAN controllers	<p>Cisco 2500 Series Wireless Controllers, Cisco Wireless Controller Module for ISR G2, Cisco Wireless Services Module 2 (WiSM2) for Cisco Catalyst® 6500 Series Switches, Cisco 5500 Series Wireless Controllers, Cisco Flex® 7500 Series Wireless Controllers, Cisco 8500 Series Wireless Controllers, Cisco Virtual Wireless Controller; Cisco 5760 Wireless LAN Controller, Cisco Catalyst 3850 Series Switches, Cisco Catalyst 3650 Series Switches</p>
802.11n version 2.0 (and related) capabilities	<ul style="list-style-type: none"> • 3x3 MIMO with two spatial streams • Maximal ratio combining (MRC) • 802.11n and 802.11a/g beamforming • 20- and 40-MHz channels • PHY data rates up to 300 Mbps (40 MHz with 5 GHz) • Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) • 802.11 Dynamic Frequency Selection (DFS) • Cyclic shift diversity (CSD) support
802.11ac Wave 1 capabilities	<ul style="list-style-type: none"> • 3x3 MIMO with two spatial streams • MRC • 802.11ac standard explicit beamforming • 20-, 40-, and 80-MHz channels • PHY data rates up to 867 Mbps (80 MHz in 5 GHz) • Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) • 802.11 DFS • CSD support

Item	Specification							
Data rates supported	802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps							
	802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps							
	802.11n data rates on 2.4 GHz:							
	MCS Index ¹	GI ² = 800 ns		GI = 400 ns				
		20-MHz Rate (Mbps)		20-MHz Rate (Mbps)				
	0	6.5		7.2				
	1	13		14.4				
	2	19.5		21.7				
	3	26		28.9				
	4	39		43.3				
	5	52		57.8				
	6	58.5		65				
	7	65		72.2				
	8	13		14.4				
	9	26		28.9				
	10	39		43.3				
	11	52		57.8				
	12	78		86.7				
	13	104		115.6				
	14	117		130				
	15	130		144.4				
	802.11ac data rates (5 GHz):							
	MCS Index ³	Spatial Streams	GI ⁴ = 800ns			GI = 400ns		
			20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	80-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	80-MHz Rate (Mbps)
	0	1	6.5	13.5	29.3	7.2	15	32.5
	1	1	13	27	58.5	14.4	30	65
	2	1	19.5	40.5	87.8	21.7	45	97.5
3	1	26	54	117	28.9	60	130	
4	1	39	81	175.5	43.3	90	195	
5	1	52	108	234	57.8	120	260	
6	1	58.5	121.5	263.3	65	135	292.5	
7	1	65	135	292.5	72.2	150	325	
8	1	78	162	351	86.7	180	390	
9	1	-	180	390	-	200	433.3	
0	2	13	27	58.5	14.4	30	65	

¹ MCS Index: The Modulation and Coding Scheme (MCS) index determines the number of spatial streams, the modulation, the coding rate, and data rate values.

² GI: A guard interval (GI) between symbols helps receivers overcome the effects of multipath delays.

³ MCS Index: The Modulation and Coding Scheme (MCS) index determines the number of spatial streams, the modulation, the coding rate, and data rate values.

⁴ GI: A guard interval (GI) between symbols helps receivers overcome the effects of multipath delays.

Item	Specification							
	1	2	26	54	117	28.9	60	130
	2	2	39	81	175.5	43.3	90	195
	3	2	52	108	234	57.8	120	260
	4	2	78	162	351	86.7	180	390
	5	2	104	216	468	115.6	240	520
	6	2	117	243	526.5	130	270	585
	7	2	130	270	585	144.4	300	650
	8	2	156	324	702	173.3	360	780
	9	2	-	360	780	-	400	866.7
Frequency band and 20-MHz operating channels	A (A regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels C (C regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels D (D regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels E (E regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) F (F regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels H (H regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.350 GHz; 8 channels • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels I (I regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels K (K regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.620 GHz; 7 channels • 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels 				N (N regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels Q (Q regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 11 channels R (R regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.660 to 5.805 GHz; 7 channels S (S regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 11 channels • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels T (T regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels • 5.280 to 5.320 GHz; 3 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels Z (Z regulatory domain): <ul style="list-style-type: none"> • 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels • 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels • 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) • 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels 			
Note: Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, visit http://www.cisco.com/go/aironet/compliance .								
Maximum number of nonoverlapping channels	2.4 GHz <ul style="list-style-type: none"> • 802.11b/g: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 MHz: 3 • 802.11n: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 MHz: 3 				5 GHz <ul style="list-style-type: none"> • 802.11a: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 MHz: 24 • 802.11n: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 MHz: 24 ◦ 40 MHz: 11 • 802.11ac: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 20 MHz: 24 ◦ 40 MHz: 11 ◦ 80 MHz: 5 			
Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.								

Item	Specification								
Receive sensitivity	<ul style="list-style-type: none"> 802.11b (CCK) <ul style="list-style-type: none"> -101 dBm @ 1 Mbps -99 dBm @ 2 Mbps -93 dBm @ 5.5 Mbps -90 dBm @ 11 Mbps 		<ul style="list-style-type: none"> 802.11g (non HT20) <ul style="list-style-type: none"> -93 dBm @ 6 Mbps -92 dBm @ 9 Mbps -92 dBm @ 12 Mbps -91 dBm @ 18 Mbps -88 dBm @ 24 Mbps -85 dBm @ 36 Mbps -80 dBm @ 48 Mbps -79 dBm @ 54 Mbps 		<ul style="list-style-type: none"> 802.11a (non HT20) <ul style="list-style-type: none"> -93 dBm @ 6 Mbps -92 dBm @ 9 Mbps -92 dBm @ 12 Mbps -91 dBm @ 18 Mbps -88 dBm @ 24 Mbps -85 dBm @ 36 Mbps -80 dBm @ 48 Mbps -79 dBm @ 54 Mbps 				
	2.4 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> -93 dBm @ MCS0 -92 dBm @ MCS1 -90 dBm @ MCS2 -87 dBm @ MCS3 -84 dBm @ MCS4 -79 dBm @ MCS5 -78 dBm @ MCS6 -77 dBm @ MCS7 -92 dBm @ MCS8 -90 dBm @ MCS9 -88 dBm @ MCS10 -85 dBm @ MCS11 -82 dBm @ MCS12 -78 dBm @ MCS13 -76 dBm @ MCS14 -75 dBm @ MCS15 				5 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> -93 dBm @ MCS0 -92 dBm @ MCS1 -90 dBm @ MCS2 -87 dBm @ MCS3 -84 dBm @ MCS4 -80 dBm @ MCS5 -78 dBm @ MCS6 -77 dBm @ MCS7 -92 dBm @ MCS8 -90 dBm @ MCS9 -88 dBm @ MCS10 -85 dBm @ MCS11 -82 dBm @ MCS12 -77 dBm @ MCS13 -76 dBm @ MCS14 -74 dBm @ MCS15 		5 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11n (HT40) <ul style="list-style-type: none"> -90 dBm @ MCS0 -88 dBm @ MCS1 -87 dBm @ MCS2 -84 dBm @ MCS3 -81 dBm @ MCS4 -76 dBm @ MCS5 -75 dBm @ MCS6 -74 dBm @ MCS7 -89 dBm @ MCS8 -87 dBm @ MCS9 -85 dBm @ MCS10 -82 dBm @ MCS11 -78 dBm @ MCS12 -74 dBm @ MCS13 -73 dBm @ MCS14 -71 dBm @ MCS15 		
802.11ac Receive Sensitivity									
802.11ac (non HT80) <ul style="list-style-type: none"> -86 dBm @ 6 Mbps -74 dBm @ 54 Mbps 									
		MCS Index⁵	Spatial Streams	VHT20	VHT40	VHT80	VTH20-STBC	VHT40-STBC	VHT80-STBC
		0	1	-92 dBm	-89 dBm	-85 dBm	-92 dBm	-89 dBm	-85 dBm
		8	1	-73 dBm			-73 dBm		
		9	1		-68 dBm	-65 dBm		-68 dBm	-65 dBm
		0	2	-91 dBm	-87 dBm	-84 dBm			
		8	2	-71 dBm					
		9	2		-66 dBm	-62 dBm			
Maximum transmit power	2.4 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11b <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 802.11g <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 				5 GHz <ul style="list-style-type: none"> 802.11a <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 802.11n (HT20) <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 802.11n (HT40) <ul style="list-style-type: none"> 22 dBm, 3 antennas 802.11ac <ul style="list-style-type: none"> non-HT80: 22 dBm, 3 antennas 				

⁵ MCS Index: The Modulation and Coding Scheme (MCS) index determines the number of spatial streams, the modulation, the coding rate, and data rate values.

Item	Specification	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ VHT20 22 dBm, 3 antennas ◦ VHT40: 22 dBm, 3 antennas ◦ VHT80: 22 dBm, 3 antennas ◦ VHT20-STBC: 22 dBm, 3 antennas ◦ VHT40-STBC: 22 dBm, 3 antennas ◦ VHT80-STBC: 22 dBm, 3 antennas 	
<p>Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.</p>		
Available transmit power settings	2.4 GHz <ul style="list-style-type: none"> • 22 dBm (160 mW) • 19 dBm (80 mW) • 16 dBm (40 mW) • 13 dBm (20 mW) • 10 dBm (10 mW) • 7 dBm (5 mW) • 4 dBm (2.5 mW) • 2 dBm (1.25 mW) 	5 GHz <ul style="list-style-type: none"> • 22 dBm (160 mW) • 19 dBm (80 mW) • 16 dBm (40 mW) • 13 dBm (20 mW) • 10 dBm (10 mW) • 7 dBm (5 mW) • 4 dBm (2.5 mW) • 1 dBm (1.25 mW)
<p>Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.</p>		
Integrated antenna	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz, gain 4 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360° • 5 GHz, gain 4 dBi, internal omni, horizontal beamwidth 360° 	
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • 2x10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45) • Management console port (RJ-45) 	
Indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Status LED indicates boot loader status, association status, operating status, boot loader warnings, boot loader errors 	
Dimensions (W x L x H)	<ul style="list-style-type: none"> • Access point (without mounting bracket): 8.69 x 8.69 x 1.99 in. (22.1 x 22.1 x 5.1 cm) 	
Weight	<ul style="list-style-type: none"> • 2.2 lb (1.0 kg) 	
Environmental	Cisco Aironet 1702i <ul style="list-style-type: none"> • Nonoperating (storage) temperature: -22° to 158°F (-30° to 70°C) • Nonoperating (storage) altitude test: 25°C, 15,000 ft. • Operating temperature: 32° to 104°F (0° to 40°C) • Operating humidity: 10% to 90% percent (noncondensing) • Operating altitude test: 40°C, 9843 ft. 	
System memory	<ul style="list-style-type: none"> • 512 MB DRAM • 64 MB flash 	
Input power requirements	<ul style="list-style-type: none"> • AP1700: 44 to 57 VDC • Power supply and power injector: 100 to 240 VAC; 50 to 60 Hz 	
Power draw	<ul style="list-style-type: none"> • AP1700: 15W 	
Powering options	<ul style="list-style-type: none"> • 802.3at PoE+ • Enhanced PoE • Cisco AP1700 power injectors (AIR-PWRINJ5=) • Cisco AP1700 local power supply (AIR-PWR-B=) 	
Warranty	Limited lifetime hardware warranty	
Compliance standards	<ul style="list-style-type: none"> ◦ UL 60950-1 ◦ CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 ◦ UL 2043 ◦ IEC 60950-1 ◦ EN 60950-1 ◦ EN 50155 • Radio approvals: <ul style="list-style-type: none"> ◦ FCC Part 15.247, 15.407 ◦ RSS-210 (Canada) 	

Item	Specification
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ EN 300.328, EN 301.893 (Europe) ◦ ARIB-STD 66 (Japan) ◦ ARIB-STD T71 (Japan) ◦ EMI and susceptibility (Class B) ◦ FCC Part 15.107 and 15.109 ◦ ICES-003 (Canada) ◦ VCCI (Japan) ◦ EN 301.489-1 and -17 (Europe) ◦ EN 60601-1-2 EMC requirements for the Medical Directive 93/42/EEC ● IEEE standards: <ul style="list-style-type: none"> ◦ IEEE 802.11a/b/g, 802.11n, 802.11h, 802.11d ◦ IEEE 802.11ac Draft 5 ● Security: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 802.11i, Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2), WPA ◦ 802.1X ◦ Advanced Encryption Standards (AES), Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) ● Extensible Authentication Protocol (EAP) types: <ul style="list-style-type: none"> ◦ EAP-Transport Layer Security (TLS) ◦ EAP-Tunneled TLS (TTLS) or Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol Version 2 (MSCHAPv2) ◦ Protected EAP (PEAP) v0 or EAP-MSCHAPv2 ◦ EAP-Flexible Authentication via Secure Tunneling (FAST) ◦ PEAP v1 or EAP-Generic Token Card (GTC) ◦ EAP-Subscriber Identity Module (SIM) ● Multimedia: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Wi-Fi Multimedia (WMM) ● Other: <ul style="list-style-type: none"> ◦ FCC Bulletin OET-65C ◦ RSS-102 <p>Wi-Fi CERTIFIED™ a, b, g, n, ac</p>

Ordering Information

To place an order, visit the [Cisco Ordering Home Page](#). To download software, visit the [Cisco Software Center](#).

Table 2. Ordering Information

Product Name/Description	Part Number
Cisco Aironet 1702i access point; dual-band, controller-based 802.11a/g/n/ac (individual)	AIR-CAP1702I-x-K9
Cisco Aironet 1702i access point; dual-band, controller-based 802.11a/g/n/ac eco-pack (10 quantity)	AIR-CAP1702I-xK910

Limited Lifetime Hardware Warranty

The Cisco Aironet 1700 Series Access Points come with a limited lifetime warranty that provides full warranty coverage of the hardware for as long as the original end user continues to own or use the product. The warranty includes 10-day advance hardware replacement and makes sure that software media are defect-free for 90 days. For more details, visit <http://www.cisco.com/go/warranty>.

Cisco Wireless LAN Services

Realize the full business value of your technology investments faster with intelligent, customized services from Cisco and our partners. Backed by deep networking expertise and a broad ecosystem of partners, Cisco Wireless LAN Services enable you to deploy a sound, scalable mobility network that fosters rich media collaboration. At the same time, you can improve the operational efficiency gained from a converged wired and wireless network infrastructure based on the Cisco Unified Wireless Network. Together with partners, we offer expert plan, build, and run services to accelerate your transition to advanced mobility services. Then, we help you continuously optimize the performance, reliability, and security of that architecture after deployment. For more details, visit <http://www.cisco.com/go/wirelesslanservices>.

Cisco Capital Financing to Help You Achieve Your Objectives

Cisco Capital[®] can help you acquire the technology you need to achieve your objectives and stay competitive. We can help you reduce capital expenditures. Accelerate your growth. Optimize your investment dollars and ROI. Cisco Capital financing gives you flexibility in acquiring hardware, software, services, and complementary third-party equipment. And there's just one predictable payment. Cisco Capital is available in more than 100 countries. Learn more.

For More Information

For more information about the Cisco Aironet 1700 Series, visit <http://www.cisco.com/go/wireless> or contact your local account representative.




Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV Amsterdam,
The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

 Cisco and the Cisco logo are trademarks or registered trademarks of Cisco and/or its affiliates in the U.S. and other countries. To view a list of Cisco trademarks, go to this URL: www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1110R)



Product information Compact OpenRail unmanaged Fast Ethernet switch - RS20-1600S2S2SDAUHH

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:Configurable Unmanaged Switches:Fast Ethernet switches:Compact OpenRail unmanaged Fast Ethernet switch

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-50104-80728-329755/en/RS20-1600S2S2SDAUHH/uistate>

Name	Compact OpenRail unmanaged Fast Ethernet switch
	
	16 port Fast-Ethernet-Switch, unmanaged, for DIN rail store-and-forward-switching, fanless design
Delivery informations	
Availability	available
Product description	
Description	16 port Fast-Ethernet-Switch, unmanaged, for DIN rail store-and-forward-switching, fanless design
Port type and quantity	16 ports in total; 1. uplink: 100BASE-FX, SM-SC; 2. uplink: 100BASE-FX, SM-SC; 14 x standard 10/100 BASE TX, RJ45
Type	RS20-1600S2S2SDAUHH
Order No.	943 434-053
More Interfaces	
Power supply/signaling contact	1 x plug-in terminal block, 6-pin
Network size - length of cable	
Single mode fiber (SM) 9/125 µm	0 - 32,5 km, 16 dB link budget at 1300 nm, A = 0,4 dB/km, 3 dB reserve, D = 3,5 ps/(nm x km)
Network size - cascading	
Line - / star topology	Any
Power requirements	
Operating voltage	12/24/48 V DC (9,6-60) V and 24 V AC (18-30) V (redundant)
Current consumption at 24 V DC	492
Current consumption at 48 V DC	246
Power output in Btu (IT) h	40.3
Ambient conditions	
Operating temperature	0 °C ... 60 °C
Storage/transport temperature	-40 °C ... 70 °C
Relative humidity (non-condensing)	10 % ... 95 %
MTBF	27.8 years (MIL-HDBK-217F)
Protective paint on PCB	No
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	110 mm x 131 mm x 111 mm
Mounting	DIN Rail
Weight	600 g
Protection class	IP20
Mechanical stability	
IEC 60068-2-27 shock	15 g, 11 ms duration, 18 shocks
IEC 60068-2-6 vibration	1 mm, 2 Hz - 13.2 Hz, 90 min.; 0.7g, 13.2 Hz - 100 Hz, 90 min.; 3.5 mm, 3 Hz - 9 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.; 1g, 9 Hz - 150 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.
EMC interference immunity	
EN 61000-4-2 electrostatic discharge (ESD)	6 kV contact discharge, 8kV air discharge
EN 61000-4-3 electromagnetic field	10 V/m (80 - 1000 MHz)
EN 61000-4-4 fast transients (burst)	2 kV power line, 1 kV data line
EN 61000-4-5 surge voltage	power line: 2kV (line/earth), 1kV (line/line), 1kV data line
EN 61000-4-6 conducted immunity	3 V (10 kHz - 150 kHz), 10 V (150 kHz - 80 MHz)
EMC emitted immunity	
FCC CFR47 Part 15	FCC CFR47 Part 15
EN 55022	EN 55022 Class A
Approvals	
Safety of industrial control equipment	cUL 508



HIRSCHMANN

A BELDEN BRAND

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:Configurable Unmanaged Switches:Fast Ethernet switches:Compact OpenRail unmanaged Fast Ethernet switch

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-50104-80728-329755/en/RS20-1600S2S2SDAUHH/uistate>

Hazardous locations	cUL 1604 Class1 Div 2
Germanischer Lloyd	-
Railway norm	-
Substation	-
Scope of delivery and accessories	
Scope of delivery	Device, terminal block, operating manual

For more information please contact:

Hirschmann Automation and Control GmbH

Stuttgarter Strasse 45-51

72654 Neckartenzlingen

Germany

Phone: +49 7127/14-1809

E-Mail: inet-sales@belden.com

The information published in the websites has been compiled as carefully as possible. It is subject to alteration without notice in technical as well as in price-related/commercial respect. The complete information and data were available on user documentation. Mandatory information can only be obtained by a concrete query.



Product information RS2-TX

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-TX

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34221/en/conf/ui/state>

Name	RS2-TX
	
	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch, store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Delivery informations	
Availability	available
Product description	
Description	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch, store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Port type and quantity	8 x 10/100Base-TX, TP cable, RJ45 sockets, auto-crossing, auto-negotiation, auto-polarity
Type	RS2-TX
Order No.	943 686-003
More Interfaces	
Power supply/signaling contact	1 plug-in terminal block, 5-pin
Network size - length of cable	
Twisted pair (TP)	0 - 100 m
Network size - cascading	
Line - / star topology	any
Power requirements	
Operating voltage	24 V DC (-25% to +30%)
Current consumption at 24 V DC	max. 290 mA
Power consumption	max. 7,0 W at 24 V DC
Service	
Diagnostics	LEDs (power, link status, data, error), signal contact / fault relays (24 V DC / 1 A)
Redundancy	
Redundancy functions	redundant 24 V power supply
Ambient conditions	
Operating temperature	0°C to +60°C
Storage/transport temperature	-25 °C to +70 °C
Relative humidity (non-condensing)	10% to 95%
MTBF	61 years; MIL-HDBK 217F: Gb 25 °C
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	47 mm x 135 mm x 111 mm
Mounting	DIN Rail 35 mm
Weight	230 g
Protection class	IP20
Mechanical stability	
IEC 60068-2-27 shock	15 g, 11 ms duration, 18 shocks
IEC 60068-2-6 vibration	1 mm, 2 Hz - 13.2 Hz, 90 min.; 0.7g, 13.2 Hz - 100 Hz, 90 min.; 3.5 mm, 3 Hz - 9 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.; 1g, 9 Hz - 150 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.
EMC interference immunity	
EN 61000-4-2 electrostatic discharge (ESD)	6 kV contact discharge, 8 kV air discharge
EN 61000-4-3 electromagnetic field	10 V/m (80 - 1000 MHz)
EN 61000-4-4 fast transients (burst)	2 kV power line, 1 kV data line
EN 61000-4-5 surge voltage	power line: 2 kV (line/earth), 1 kV (line/line), 1 kV data line
EN 61000-4-6 conducted immunity	3 V (10 kHz - 150 kHz), 10 V (150 kHz - 80 MHz)
EMC emitted immunity	
FCC CFR47 Part 15	FCC CFR47 Part 15 Class A
EN 55022	EN 55022 Class A



HIRSCHMANN

A BELDEN BRAND

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-TX

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34221/en/conf/ui/state>

Approvals

Safety of industrial control equipment	cUL 508
Hazardous locations	ISA 12.12.01 Class 1 Div. 2
Shipbuilding	Germanischer Lloyd
Scope of delivery and accessories	
Scope of delivery	device, terminal block, operating manual
Accessories to order separately	rail power supply RPS 30, RPS 80 EEC or RPS 120 EEC, 19" installation frame

For more information please contact:

Hirschmann Automation and Control GmbH

Stuttgarter Strasse 45-51
72654 Neckartenzlingen
Germany
Phone: +49 7127/14-1809
E-Mail: inet-sales@belden.com

The information published in the websites has been compiled as carefully as possible. It is subject to alteration without notice in technical as well as in price-related/commercial respect. The complete information and data were available on user documentation. Mandatory information can only be obtained by a concrete query.

Product information

RS2-4TX/1FX-SM EEC

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-4TX/1FX-SM EEC

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34787/en/conf/ui/state>

Name	RS2-4TX/1FX-SM EEC
	
	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch Store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Delivery informations	
Availability	available
Product description	
Description	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch Store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Port type and quantity	4 x 10/100BASE-TX, TP cable, RJ45 sockets, auto-crossing, auto-negotiation, auto-polarity, 1 x 100BASE-FX, SM cable, SC sockets
Type	RS2-4TX/1FX-SM EEC
Order No.	943 774-001
More Interfaces	
Power supply/signaling contact	1 plug-in terminal block, 5-pin
Network size - length of cable	
Twisted pair (TP)	0 - 100 m
Single mode fiber (SM) 9/125 µm	0 - 32.5 km, 16 dB link budget at 1300 nm, A = 0.4 dB/km, 3 dB reserve, D = 3.5 ps/(nm x km)
Network size - cascading	
Line - / star topology	any
Power requirements	
Operating voltage	24 V DC (-25% to +30%)
Current consumption at 24 V DC	Max. 220 mA
Power consumption	max 5,4 W at 24 V DC
Service	
Diagnostics	LEDs (power, link status, data, error), signal contact / fault relays (24 V DC / 1 A)
Redundancy	
Redundancy functions	redundant 24 V power supply
Ambient conditions	
Operating temperature	-40 °C to +70 °C
Storage/transport temperature	-40 °C to +85 °C
Relative humidity (non-condensing)	10% to 95%
MTBF	54 years; MIL-HDBK 217F: Gb 25 °C
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	47 mm x 135 mm x 111 mm
Mounting	DIN Rail 35 mm
Weight	320 g
Protection class	IP 20
Mechanical stability	
IEC 60068-2-27 shock	15 g, 11 ms duration, 18 shocks
IEC 60068-2-6 vibration	1 mm, 2 Hz - 13.2 Hz, 90 min.; 0.7g, 13.2 Hz - 100 Hz, 90 min.; 3.5 mm, 3 Hz - 9 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.; 1g, 9 Hz - 150 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.
EMC interference immunity	
EN 61000-4-2 electrostatic discharge (ESD)	6 kV contact discharge, 8 kV air discharge
EN 61000-4-3 electromagnetic field	10 V/m (80 - 1000 MHz)
EN 61000-4-4 fast transients (burst)	2 kV power line, 1 kV data line
EN 61000-4-5 surge voltage	power line: 2 kV (line/earth), 1 kV (line/line), 1 kV data line
EN 61000-4-6 conducted immunity	3 V (10 kHz - 150 kHz), 10 V (150 kHz - 80 MHz)
EMC emitted immunity	
FCC CFR47 Part 15	FCC CFR47 Part 15 Class A
EN 55022	EN 55022 Class A



HIRSCHMANN

A **BELDEN** BRAND

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-4TX/1FX-SM EEC

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34787/en/conf/uiistate>

Approvals

Safety of industrial control equipment	cUL 508
Hazardous locations	ISA 12.12.01 Class 1 Div. 2
Shipbuilding	Germanischer Lloyd
Scope of delivery and accessories	
Scope of delivery	device, terminal block, operating manual
Accessories to order separately	rail power supply RPS 30, RPS 80 EEC or RPS 120 EEC, 19" installation frame

For more information please contact:

Hirschmann Automation and Control GmbH

Stuttgarter Strasse 45-51
72654 Neckartenzlingen
Germany
Phone: +49 7127/14-1809
E-Mail: inet-sales@belden.com

The information published in the websites has been compiled as carefully as possible. It is subject to alteration without notice in technical as well as in price-related/commercial respect. The complete information and data were available on user documentation. Mandatory information can only be obtained by a concrete query.

Product information

RS2-3TX/2FX-SM EEC

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-3TX/2FX-SM EEC

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34789/en/conf/ui/state>

Name	RS2-3TX/2FX-SM EEC
	
	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch, store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Delivery informations	
Availability	available
Product description	
Description	Unmanaged Industrial ETHERNET Rail Switch, store and forward switching mode, Ethernet (10 Mbit/s) and Fast-Ethernet (100 Mbit/s)
Port type and quantity	3 x 10/100BASE-TX, TP cable, RJ45 sockets, auto-crossing, auto-negotiation, auto-polarity, 2 x 100BASE-FX, SM cables, SC sockets
Type	RS2-3TX/2FX-SM EEC
Order No.	943 772-001
More Interfaces	
Power supply/signaling contact	1 plug-in terminal block, 5-pin
Network size - length of cable	
Twisted pair (TP)	0 - 100 m
Single mode fiber (SM) 9/125 µm	0 - 32.5 km, 16 dB link budget at 1300 nm, A = 0.4 dB/km, 3 dB reserve, D = 3.5 ps/(nm x km)
Network size - cascading	
Line - / star topology	any
Power requirements	
Operating voltage	24 V DC (-25% to +30%)
Current consumption at 24 V DC	max. 230 mA
Power consumption	max. 5,9 W at 24 V DC
Service	
Diagnostics	LEDs (power, link status, data, error), signal contact / fault relays (24 V DC / 1 A)
Redundancy	
Redundancy functions	redundant 24 V power supply
Ambient conditions	
Operating temperature	-40 °C to +70 °C
Storage/transport temperature	-40 °C to +85 °C
Relative humidity (non-condensing)	10% to 95%
MTBF	47.2 years; MIL-HDBK 217F: Gb 25 °C
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	47 mm x 135 mm x 111 mm
Mounting	DIN Rail 35 mm
Weight	320 g
Protection class	IP 20
Mechanical stability	
IEC 60068-2-27 shock	15 g, 11 ms duration, 18 shocks
IEC 60068-2-6 vibration	1 mm, 2 Hz - 13.2 Hz, 90 min.; 0.7g, 13.2 Hz - 100 Hz, 90 min.; 3.5 mm, 3 Hz - 9 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.; 1g, 9 Hz - 150 Hz, 10 cycles, 1 octave/min.
EMC interference immunity	
EN 61000-4-2 electrostatic discharge (ESD)	6 kV contact discharge, 8 kV air discharge
EN 61000-4-3 electromagnetic field	10 V/m (80 - 1000 MHz)
EN 61000-4-4 fast transients (burst)	2 kV power line, 1 kV data line
EN 61000-4-5 surge voltage	power line: 2 kV (line/earth), 1 kV (line/line), 1 kV data line
EN 61000-4-6 conducted immunity	3 V (10 kHz - 150 kHz), 10 V (150 kHz - 80 MHz)
EMC emitted immunity	
FCC CFR47 Part 15	FCC CFR47 Part 15 Class A
EN 55022	EN 55022 Class A



HIRSCHMANN

A **BELDEN** BRAND

Industrial Ethernet:Unmanaged Industrial Ethernet Switches:RS2-Switches:RS2-3TX/2FX-SM EEC

<http://e-catalog.hirschmann.com/link/57078-24455-49855-351756-34789/en/conf/uiistate>

Approvals

Safety of industrial control equipment	cUL 508
---	---------

Hazardous locations	ISA 12.12.01 Class 1 Div. 2
----------------------------	-----------------------------

Shipbuilding	Germanischer Lloyd
---------------------	--------------------

Scope of delivery and accessories

Scope of delivery	device, terminal block, operating manual
--------------------------	--

Accessories to order separately	rail power supply RPS 30, RPS 80 EEC or RPS 120 EEC, 19" installation frame
--	---

For more information please contact:

Hirschmann Automation and Control GmbH

Stuttgarter Strasse 45-51

72654 Neckartenzlingen

Germany

Phone: +49 7127/14-1809

E-Mail: inet-sales@belden.com

The information published in the websites has been compiled as carefully as possible. It is subject to alteration without notice in technical as well as in price-related/commercial respect. The complete information and data were available on user documentation. Mandatory information can only be obtained by a concrete query.



DATA SHEET

Polycom® HDX® 7000 Series

Telepresence solutions for organizations that want to bring together dispersed team members for enhanced collaboration

The Polycom® HDX® 7000 series systems provides flexible, affordable HD video conferencing for high-quality communication throughout mainstream workplace environments. Expanding the utility of visual communication quickly and easily, HDX 7000 telepresence systems are ideal for education, medical, enterprise and on-demand collaboration applications.

Enhancing collaboration with HD technology

Intuitive interfaces allow users to adopt and use HDX 7000 telepresence systems quickly, while a variety of bundle options enable the HDX 7000 telepresence systems to be wall-mounted, free-standing or easily wheeled to any location to accommodate visual communication in any room. With embedded content sharing capabilities, HDX 7000 telepresence systems allow individuals to collaborate in HD detail on content such as diagrams, project plans, multimedia presentations and more.

Leveraging Polycom's renowned quality and designed to high-definition standards, HDX 7000 telepresence systems utilize features such as Polycom® HD Voice™ technology to deliver patented, crystal-clear audio and Polycom® StereoSurround™ audio to separate room sounds into left and right channels to deliver physical-sense spatiality to opposite-end participants.

Rich-media presentations made easy

For rich-media group presentations, HDX 7000 telepresence systems display dynamic content and data in HD to enhance collaboration and audience participation. With Polycom® People+Content™ collaboration technology, users can share presentations and live video simultaneously, allowing conference participants to interact naturally and dynamically.

Polycom HDX 7000 series are a key element of the total Polycom visual communication solution, which includes seamless integration with the Polycom® RealPresence® Collaboration Servers series conference platforms, as well as with Polycom® Converged Management Application™ series for management and scheduling.



Benefits

- **High-definition video conferencing**—Natural communications up to 1920 x 1080 at 30 fps (1080p), with exceptional resolution even at lower data rates
- **High-definition voice**—Polycom® Siren™ 22 and Polycom® StereoSurround™ technologies for powerful, superior room-filling audio performance
- **High-definition content sharing**—Polycom collaboration technology for sharing graphics, presentations and rich-media content with HD and non-HD systems
- **Flexible, simplified integration**—Embedded multipoint—Optional four-way embedded multipoint bridge for greater flexibility and participation
- **Productive collaboration**—Whiteboarding software in the system allows users to collaborate quickly and easily with no PC required

Product specifications

Package includes

- Polycom® EagleEye™ III camera, codec, Polycom® HDX® Microphone Array, 4 Mbps point-to-point, Polycom® People+Content™, Polycom® People+Content IP, cables and remote control

Video standards and protocols

- H.264, H.264 High Profile IP, H.263+, H.261
- H.239/Polycom People+Content
- H.263 & H.264 Video Error Concealment

Video input

- 1 x Polycom® EagleEye™ HD camera
- 1 x S-Video
- 1 x DVI-I

Video out

- 2 x DVI-I HD video out

People video resolution

- 720p, 30 fps from 512 Kbps
- 720p, 60 fps from 832 Kbps
- 1080p, 30 fps from 1024 Kbps
- 4SIF/4CIF, 30 fps from 128 Kbps
- 4SIF/4CIF, 60 fps from 512 Kbps
- SIF (352 x 240), CIF (352 x 288)
- QSIF (176 x 120), QCIF (176 x 144)

Content video resolution

- Resolutions supported: HD (1920 x 1080), WSXGA+ (1680 x 1050), SXGA (1280 x 1024), HD (1280 x 720), XGA (1024 x 768), SVGA (800 x 600), VGA (640 x 480)
- Output: 720p (1280 x 720), 1080 (1920 x 1080), XGA (1024 x 768), SVGA (800 x 600)
- Content Frame Rate: 5–30 fps
- Content Sharing: People+Content and People+Content IP

Camera

- Polycom EagleEye III camera
 - SMPTE 296M 1280 x 720p60
 - SMPTE274M 1920 x 1080p, 60/50
 - 12x optical zoom
 - 72° FOV min

Audio input

- 2 x HDX microphone arrays supported
- 1 x Line-level stereo in (RCA)
- 1 x 3.5mm stereo mini (PC Audio)
- 1 x VCR/DVD stereo audio-in (RCA)

Audio output

- 1 x stereo output (RCA)

Audio standards and protocols

- Polycom® StereoSurround™
- 22 kHz bandwidth with Polycom® Siren™ 22 technology
- 14 kHz bandwidth with Polycom® Siren™ 14 technology, G.722.1 Annex C
- 7 kHz bandwidth with G.722, G.722.1
- 3.4 kHz bandwidth with G.711, G.728, G.729A

Polycom® Constant Clarity™

- Automatic gain control
- Automatic noise suppression
- Keyboard noise reduction
- Polycom® MusicMode™
- Instant adaptation echo cancellation
- Audio error concealment
- Polycom® Siren™ Lost Packet Recovery

Other supported standards

- H.221, H224/H.281, H.323 Annex Q, H.225, H.245, H.241, H.331, H.239, H.231, H.243, H.460, BONDING, Mode 1
- BFCP (RFC 4562)
- TIP

Network

- Polycom® iPriority™ for QoS
- 10/100 auto NIC (RJ45)
- Auto-MDIX
- H.323 and/or SIP up to 4 Mbps
- Polycom® Lost Packet Recovery™ (LPR™) technology
- Reconfigurable MTU size (IP only)
- SIP Firewall Traversal (Acme Packet)
- RS232
- Camera control
- Data pass-through
- Audio mixer control
- Full serial API support
- H.320 (Optional)
- ISDN Quad BRI, PRI T1 or E1
- Serial (RS449, V.35 RS530 with RS366 dialing)
- Auto SPID detection and line number configuration
- Microsoft® Office Communications Server integration
- Microsoft® ICE support
- Microsoft® Lync® support
- IBM® Sametime™ support

User interface

- Directory services
- Polycom® SmartPairing™ technology

- System management
 - Web-based
 - SNMP
 - Polycom® Covered Management Applications™ (CMA®) technology
- CDR
- International languages (16)
- Wildcard language tool
- USB software update

Security

- Secure web
- Security mode
- AES FIPS 197, H.235V3 and H.233/234
- FIPS 140-2 Validation Certificate (#918)
- IPv6 (DISA)
- Secure password authentication

Collaboration

- Polycom® VisualBoard™ Technology
 - Touch monitor compatibility
 - Direct mouse integration
 - Multi-site collaboration
 - Polycom® UC Board™ (optional)

Options

- Polycom® Touch Control
- Polycom® EagleEye™ Director
- Polycom® EagleEye™ View camera
- Polycom UC Board
- MPPlus software for up to 4 sites (SDCP)
- Network interface modules
- Polycom® SoundStation® IP 7000 speakerphone integration
- Polycom® HDX® Media Center options

Electrical

- Auto sensing power supply
- Typical operating voltage/power
 - 189VA @ 115V @ 60 Hz @ .67 PF
 - 192VA @ 230V @ 60 Hz @ .66 PF
 - 196VA @ 230V @ 50 Hz @ .65 PF

Environmental specification

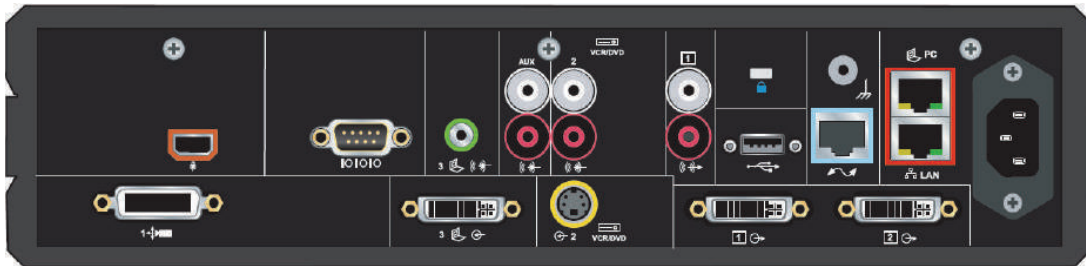
- Operating temperature: 0–40°C
- Operating humidity: 10–80%
- Non-operating temperature: -40–70°C
- Non-operating humidity (non-condensing): 10–90%
- Maximum altitude: 10,000 feet

Physical characteristics

- HDX 7000 base box with removable stand
 - 13.9" x 5.1" x 11" (H x W x D standing)

Warranty

- One-year return to factory parts and labor



Polycom® HDX® 7000 series rear panel

Need flexible financing?

Polycom **CAPITAL**
Collaborative Financing

www.polycom.com/polycom-capital

About Polycom

Polycom helps organizations unleash the power of human collaboration. More than 400,000 companies and institutions worldwide defy distance with video, voice and content solutions from Polycom. Polycom and its global partner ecosystem provide flexible collaboration solutions for any environment that deliver the best user experience and unmatched investment protection.

Polycom, Inc.
1.800.POLYCOM
www.polycom.com

Polycom Asia Pacific Pte Ltd
+65 6389 9200
www.polycom.com.sg

Polycom EMEA
+44 (0)1753 723282
www.polycom.co.uk

