



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PARA VOZ, DATOS Y VIDEO A TRAVÉS DE PROTOCOLOS TCP/IP PARA LA EMPRESA INVETRONICA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN

MARTA SORAYA TARCO IZA

S_T275@hotmail.com

MARÍA ELENA PADILLA YANCHA

malena7padilla@hotmail.com

DIRECTOR: MSc. MIGUEL ÁNGEL HINOJOSA RAZA

miguicho23@gmail.com

Quito, Enero 2013

DECLARACIÓN

Nosotras, PADILLA YANCHA MARÍA ELENA y TARCO IZA MARTA SORAYA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este proyecto, a la Escuela Politécnica Nacional, según la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Padilla Yancha María Elena

Tarco Iza Marta Soraya

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por PADILLA YANCHA MARÍA ELENA y TARCO IZA MARTA SORAYA, bajo mi supervisión.

Ing. Miguel Hinojosa
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar conmigo en cada momento de mi vida y por darme la fuerza necesaria para la realización de este proyecto.

A mis padres María y Richard, porque gracias a su esfuerzo siempre me han dado lo mejor, por su apoyo ya que siempre están cuando los necesito y sobre todo por el amor que me dan. También quiero agradecer a mis hermanos Alexandra y Javier, a mi familia gracias por todo su apoyo.

A Marco mi esposo por su ayuda y por animarme con sus palabras cada día.

A Soraya mi compañera de tesis por su confianza, ayuda y responsabilidad que demostró en la realización de este proyecto.

A mi tutor de tesis, Ing. Miguel Hinojosa por su confianza y ayuda en el desarrollo de este proyecto.

También quiero agradecer a todos los que forman parte de INVETRONICA, especialmente al Ing. Juan Guerra por su confianza y su ayuda.

A mis amigos gracias por su amistad y apoyo.

A todos mil gracias.

María Elena,

DEDICATORIA

*A mis padres María y Richard, por su sacrificio y esfuerzo y a mis hermanos
Alexandra y Javier.*

A Marco mi esposo gracias por tu amor, TE AMO.

A mi familia y amigos.

María Elena,

AGRADECIMIENTO

Agradezco primordialmente a Dios por haberme guiado en todo el trayecto para conseguir este sueño.

A mis Padres Rosa y Fabián, quienes con su amor llenaron mi vida y fomentaron en mí los valores y aptitudes que me llevaron a conseguir este logro.

A mi hermana Cristina, quien con sus consejos y apoyo me ayudaron a seguir adelante y a no desistir de alcanzar este reto en mi vida.

A mi compañera de tesis María Elena, quien me apoyó incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto demostrando siempre responsabilidad y colaboración en cada una de las actividades que realizamos juntas.

A mi director de tesis, Ing. Miguel Hinojosa por su confianza, tiempo y apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

Al Ing. Juan Guerra, gerente de INVETRONICA, quien confió en nosotras para llevar a cabo este proyecto y nos prestó a su debido momento todas las facilidades para la ejecución del mismo.

A mi director de área Javier, mis supervisores Carlos Julio y Katty, y a todos mis compañeros de trabajo Ricardo, Edwin y demás que me enseñaron y me apoyaron siempre en la implementación de este proyecto.

Además quiero agradecer a todos mis profesores y compañeros de aula, quienes en conjunto aportaron en mi formación personal y profesional.

Marta Soraya,

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Rosa y Fabián quienes con sus consejos, cariño y comprensión me apoyaron siempre para salir adelante.

A Edwin, a quien amo mucho, por compartir conmigo los momentos de alegría y tristeza.

A mis amigas y amigos, Mónica, Andrea, Andrés, Soraya, y todos aquellos que siguieron paso a paso este sueño.

A todos ellos les dedico con mucho cariño y amor la finalización de este proyecto que fue uno de los más grandes sueños de mi vida.

Marta Soraya,

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABLAS.....	V
LISTA DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	IX
PRESENTACIÓN	X
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIÓN	1
1.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES	1
1.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN ...	7
1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	9
1.2.1 MEDIOS GUIADOS	9
1.2.2 MEDIOS NO GUIADOS	13
1.3 FUNDAMENTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO	17
1.3.1 ESTÁNDARES DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	18
1.3.2 SUBSISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO 568-C.1	19
1.3.3 ETIQUETADO Y ROTULACIÓN.....	20
1.3.3.1 <i>Etiquetas para el sistema de cableado estructurado</i>	<i>21</i>
1.4 EQUIPOS PARA INTERCONEXIÓN DE REDES	22
1.5 REDES TCP/IP	23
1.5.1 ARQUITECTURA TCP/IP.....	24
1.5.2 DIRECCIONAMIENTO	25
1.5.2.1 <i>Clases de direcciones IP</i>	<i>25</i>

1.6	RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)	27
1.6.1	REQUERIMIENTOS DE UNA VPN	28
1.6.2	TIPOS DE VPNs	28
1.6.3	ELEMENTOS DE UNA VPN	29
1.6.4	PROTOCOLOS UTILIZADOS EN VPN	30
1.6.5	TIPOS DE CONEXIÓN VPN	31
1.7	TELEFONÍA IP	32
1.7.1	ELEMENTOS IMPLICADOS EN LA TELEFONÍA IP	32
1.7.2	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP	33
1.7.3	ASTERISK	34
1.7.4	VIDEOVIGILANCIA	35
1.7.4.1	<i>Circuito cerrados de televisión o CCTV</i>	35
1.7.4.2	<i>Sistema de video vigilancia sobre IP</i>	36
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA Y DISEÑO DE LA RED		37
2.1	ANTECEDENTES	37
2.2	INFRAESTRUCTURA	37
2.3	SITUACIÓN ACTUAL	41
2.4	REQUERIMIENTOS	42
2.5	TELEFONÍA IP PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	43
2.5.1.	SELECCIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA	44
2.5.2.	DISEÑO DEL PLAN DE MARCACIÓN	48
2.5.2.1.	<i>Llamadas Entrantes</i>	48
2.5.2.2.	<i>Llamadas Salientes</i>	48
2.6	DISEÑO DE LA VIDEO VIGILANCIA	49
2.6.1	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	50

2.6.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	54
2.6.3	ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA ..	54
2.7	DISEÑO DE LA RED	56
2.7.1	PLANIFICACIÓN DE LA RED LAN	56
2.7.1.1	<i>Parámetros de Diseño</i>	57
2.7.1.2	<i>Topología de la red</i>	58
2.7.1.3	<i>Crecimiento de la empresa</i>	58
2.7.1.4	<i>Análisis del tráfico de la red</i>	58
2.7.1.5	<i>Sistema de Cableado Estructurado</i>	58
2.7.2	DISEÑO DE LA RED	60
2.7.2.1	<i>Crecimiento de la empresa</i>	61
2.7.2.2	<i>Topología de la red</i>	64
2.7.2.3	<i>Análisis de tráfico</i>	65
2.7.2.3.1	<i>Análisis del tráfico de datos e Internet</i>	65
2.7.2.3.2	<i>Análisis del tráfico de voz</i>	68
2.7.2.3.3	<i>Análisis del tráfico de video</i>	69
2.7.2.4	<i>Dimensionamiento de los servidores</i>	70
2.7.2.5	<i>Dimensionamiento de cableado estructurado</i>	73
2.7.2.6	<i>Direccionamiento IP para las sucursales</i>	80
2.7.3	PLANIFICACIÓN DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS	81
2.7.3.1	<i>Clases de sistemas</i>	81
2.7.3.2	<i>Frecuencias de operación</i>	82
2.7.3.3	<i>Ubicación de las estaciones</i>	82
2.7.3.4	<i>Características de las antenas</i>	83
2.7.3.5	<i>Análisis de factibilidad de los enlaces</i>	83
2.7.4	DISEÑO DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS	93
2.7.4.1	<i>Descripción del sistema</i>	93
2.7.4.2	<i>Frecuencia de Operación</i>	94
2.7.4.3	<i>Características de un sistema de modulación de banda ancha</i>	94
2.7.4.4	<i>Ubicación de las Estaciones</i>	95

2.7.4.5	<i>Selección de las Antenas</i>	99
2.7.4.6	<i>Cálculo de factibilidad de los enlaces</i>	107
2.8	REQUERIMIENTOS PARA LA VPN	112
2.9	PRESUPUESTO	114
2.9.1	ELEMENTOS DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS.....	114
2.9.2	ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED LAN	115
2.9.3	ELEMENTOS ACTIVOS DE LA RED LAN	116
2.10	COSTO REFERENCIAL DE MATERIALES	117
2.10.1	ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED	117
2.10.2	ELEMENTOS ACTIVOS DE LA RED	118
2.10.3	VALORES ADICIONALES.....	119
 CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA RED, PRUEBAS Y RESULTADOS....		118
3.1	IMPLEMENTACIÓN DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS	118
3.1.1	ENLACE 1 CRUZ LOMA – OFICINA PRINCIPAL.....	119
3.1.2	ENLACE 2 CRUZ LOMA – SUCURSAL 1	123
3.1.3	ENLACE 3 CRUZ LOMA – SUCURSAL 2.....	125
3.1.4	PRUEBA Y RESULTADOS	127
3.1.4.1	<i>Pruebas de conectividad</i>	128
3.1.4.1.1	<i>Conclusión</i>	130
3.1.4.2	<i>Probando el enlace</i>	130
3.1.4.2.1	<i>Conclusión</i>	133
3.2	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN	133
3.2.1	IMPLEMENTACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO	133
3.2.2	IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE RED	135
3.2.2.1	<i>Pruebas y Resultados</i>	137
3.2.2.2	<i>Firewall y VPN</i>	139
3.2.2.2.1	<i>Conclusión:</i>	142

3.3	IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEFONÍA IP	142
3.3.1	<i>PRUEBAS Y RESULTADOS</i>	151
3.4	IMPLEMENTACIÓN DE VIDEOVIGILANCIA	153
 CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		156
4.1	CONCLUSIONES.....	156
4.2	RECOMENDACIONES	158
BIBLIOGRAFÍA		159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 Red PAN	2
Figura 1. 2 Red LAN	3
Figura 1. 3 Red MAN	4
Figura 1. 4 Red WAN	4
Figura 1. 5 Red de Internet	5
Figura 1. 6 Posicionamiento de Estándares Wireless	6
Figura 1. 7 Cable UTP	10
Figura 1. 8 Cable SSTP	11
Figura 1. 9 Cable FTP	11
Figura 1. 10 Fibra Óptica	12
Figura 1. 11 Vista interna de los tipos de Fibra Óptica	13
Figura 1. 12 Enlace de Microondas de Línea de Vista	14
Figura 1. 13 Microondas Satelitales	16
Figura 1. 14 Enlace Infrarrojo	16
Figura 1. 15 Norma T568A/B	18
Figura 1. 16 Capas de Arquitectura TCP/IP	24
Figura 1. 17 Elementos de una VPN	28
Figura 1. 18 Rango de direcciones IP privadas.....	29
Figura 2. 1 Ubicación Oficina Principal.....	38
Figura 2. 2 Ubicación de la Sucursal 1	39
Figura 2. 3 Ubicación de la Sucursal 2.....	39
Figura 2. 4 Ubicación de la Sucursal 3.....	40
Figura 2. 5 Especificaciones de Grandstream Pbx-ip Gxe5024	45
Figura 2. 6 Ubicación de las cámaras en el primer piso de la Matriz	51
Figura 2. 7 Ubicación de las cámaras en el segundo piso de la Matriz.....	52
Figura 2. 8 Ubicación de las cámaras en la Sucursal 1.....	53
Figura 2. 9 Ubicación de las cámaras en la Sucursal 2.....	53

Figura 2. 10 Gráfica del crecimiento anual de empleados	62
Figura 2. 11 Crecimiento de empleados en una proyección de 10 años.....	63
Figura 2. 12 Topología de red a implementarse en INVETRONICA	65
Figura 2. 13 Análisis de tráfico, Oficina Principal	66
Figura 2. 14 Análisis de tráfico, Sucursal 1	66
Figura 2. 15 Análisis de tráfico, Sucursal 2	67
Figura 2. 16 Análisis del tráfico, Sucursal 3.....	67
Figura 2. 17 Requerimientos mínimos para un servidor Windows Server 2003 Standard Edition	72
Figura 2. 18 Cálculo Zona de Fresnel	85
Figura 2. 19 Valor de Despeje	87
Figura 2. 20 Diagrama de las Pérdidas de la trayectoria en el espacio libre	89
Figura 2. 21 Vista del Cerro Cruz Loma hacia las Sucursales	94
Figura 2. 22 Ubicación geográfica de Cruz Loma	96
Figura 2. 23 Ubicación geográfica de la Oficina Principal	97
Figura 2. 24 Ubicación geográfica de la Sucursal 1	98
Figura 2. 25 Ubicación geográfica de la Sucursal 2	99
Figura 2. 26 Antena AirMax5G-17-90.....	102
Figura 2. 27 Diagrama de radiación (Polarización Horizontal)	102
Figura 2. 28 Diagrama de radiación (Polarización Vertical)	102
Figura 2. 29 AirGridAM5G-17-90.....	103
Figura 2. 30 Nano Station M5.....	104
Figura 2. 31 Diagrama de radiación (Polarización Horizontal)	104
Figura 2. 32 Diagrama de radiación (Polarización Vertical)	104
Figura 2. 33 Antena RD-5G-30.....	105
Figura 2. 34 Diagrama de radiación (Polarización Horizontal)	106
Figura 2. 35 Diagrama de radiación (Polarización Vertical)	106
Figura 2. 36 Rocket.....	107
Figura 2. 37 Enlace Oficina Principal con Sector Cruz Loma	108
Figura 2. 38 Enlace Av. Gran Colombia – Sector Cruz Loma	110
Figura 2. 39 Enlace Puente 2 – Sector Cruz Loma	111

Figura 2. 40 Esquema de OPENVPN.....	114
Figura 3. 1 Ubicación de las antenas	118
Figura 3. 2 Estructura Cruz Loma	120
Figura 3. 3 Vista cercana antena Cerro Cruz Loma	121
Figura 3. 4 Vista de antena en la Oficina Principal.....	122
Figura 3. 5 Vista cercana a la antena Oficina Principal	123
Figura 3. 6 Vista de la anta en la Sucursal 1.....	124
Figura 3. 7 Vista cercana a la antena Sucursal 1	125
Figura 3. 8 Torre Sucursal 2.....	126
Figura 3. 9 Vista cercana a la antena Sucursal 2.....	127
Figura 3. 10 Prueba de conectividad de Cerro Cruz Loma	128
Figura 3. 11 Prueba de conectividad de Sucursal 1	129
Figura 3. 12 Prueba de conectividad de Sucursal 2.....	129
Figura 3. 13 Prueba conectividad de Oficina Principal	130
Figura 3. 14 Intensidad de Señal de la antena en Oficina Principal	131
Figura 3. 15 Intensidad de Señal de la antena en Cruz Loma	131
Figura 3. 16 Intensidad de Señal de la antena en Sucursal 2	132
Figura 3. 17 Intensidad de señal de la antena en Sucursal 1.....	132
Figura 3. 18 Vista del rack implementado en la Oficina Principal.....	134
Figura 3. 19 Racks de cada una de las Sucursales	134
Figura 3. 20 Pantalla principal del Servidor Active Directory y DNS.....	135
Figura 3. 21 Zona de búsqueda directa de invetronica.local	136
Figura 3. 22 Usuarios de INVETRONICA.....	136
Figura 3. 23 Usuarios activos	137
Figura 3. 24 Vista del equipo dentro del dominio	137
Figura 3. 25 Visualización de las cuentas de usuario.....	138
Figura 3. 26 Pantalla de inicio de sesión	138
Figura 3. 27 Información del sistema	139
Figura 3. 28 Reglas configuradas en el firewall.....	140
Figura 3. 29 Parámetros configurados en el servidor VPN	141

Figura 3. 30 Mensaje de Conexión de la VPN.....	142
Figura 3. 31 Configuración de extensiones SIP	144
Figura 3. 32 Configuración de llamadas entrantes	146
Figura 3. 33 Configuración de salto de llamadas	146
Figura 3. 34 Configuración de llamadas internas	147
Figura 3. 35 Configuración de marcaciones a locales, 1800 y 1700	147
Figura 3. 36 Configuración marcaciones nacionales y celulares.....	148
Figura 3. 37 Configuración sala de conferencia	148
Figura 3. 38 Configuración niveles de permiso	149
Figura 3. 39 Configuración Troncal SIP con Miami	150
Figura 3. 401 Plan de marcado para Miami.....	151
Figura 3. 41 Vista de las extensiones registradas en la Central Telefónica	151
Figura 3. 42 Log de llamada entrante.....	152
Figura 3. 43 Log llamada saliente convencional.....	152
Figura 3. 44 Log llamada entrante desde Miami	153
Figura 3. 45 Log llamada saliente hacia Miami	153
Figura 3. 46 Monitoreo y vigilancia Oficina Principal	154
Figura 3. 47 Monitoreo y vigilancia Sucursal 1	154
Figura 3. 48 Monitoreo y vigilancia Sucursal 2	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. 1 Numeración de los pares de cobre.....	19
Tabla 1. 2 Clases de Direcciones IP	26
Tabla 1. 3 Rango de direcciones privadas	27
Tabla 1. 4 Máscara de subred.....	27
Tabla 2. 1 Distribución de personal Oficina Principal	38
Tabla 2. 2 Distribución de personal Sucursal 1	38
Tabla 2. 3 Distribución de personal Sucursal 2	39
Tabla 2. 4 Distribución de personal Sucursal 3	40
Tabla 2. 5 Frecuencias concesionadas para INVETRONICA.....	41
Tabla 2. 6 Características mínimas de la Central Telefónica	44
Tabla 2. 7 Características Central Central IP Pbx Ip08	47
Tabla 2. 8 Niveles de permisos por extensión.....	49
Tabla 2. 9 Número de Cámaras por Sucursal de Quito.....	51
Tabla 2. 10 Formato de la trama Ethernet.....	55
Tabla 2. 11 Encapsulación de la Trama Ethernet.....	55
Tabla 2. 12 Resolución vs. Nivel de compresión de imagen	55
Tabla 2. 13 Tamaño del Rack	60
Tabla 2. 14Crecimiento anual de empleados de INVETRONICA.....	62
Tabla 2. 15 Usuarios que utilizan computador por sucursal	63
Tabla 2. 16 Crecimiento en una proyección de 10 años	64
Tabla 2. 17 Número total de personas y puntos a implementar	64
Tabla 2. 18 Tráfico total.....	68
Tabla 2. 19 Muestra el tráfico total para la voz.....	68
Tabla 2. 20 Velocidad total para transmisión de video	69
Tabla 2. 21 Velocidad de Transmisión Total	69

Tabla 2. 22 Descripción de los Sistemas Operativos de la plataforma Windows Server 2003	71
Tabla 2. 23 Comparación de equipos para Servidores	72
Tabla 2. 24 Puntos de cada sucursal	73
Tabla 2. 25 Salidas Planificadas Oficina Principal Piso 1.....	74
Tabla 2. 26 Salidas Planificadas Oficina Principal Piso 2.....	74
Tabla 2. 27 Salidas de Telecomunicaciones Oficina Principal	75
Tabla 2. 28 Dimensionamiento de cableado estructurado Oficina Principal.....	76
Tabla 2. 29 Salidas Planificadas Sucursal 1	76
Tabla 2. 30 Salidas de Telecomunicaciones Sucursal 1	77
Tabla 2. 31 Dimensionamiento de cableado estructurado Sucursal 1.....	77
Tabla 2. 32 Salidas Planificadas Sucursal 2 Piso 1.....	77
Tabla 2. 33 Salidas Planificadas Sucursal 2 Piso 2.....	78
Tabla 2. 34 Salidas de Telecomunicaciones Sucursal 2	78
Tabla 2. 35 Dimensionamiento cableado estructurado Sucursal 2.....	79
Tabla 2. 36 Salidas Planificadas Sucursal 3	79
Tabla 2. 37 Salidas de telecomunicaciones Sucursal 3	80
Tabla 2. 38 Dimensionamiento de cableado estructurado Sucursal 3.....	80
Tabla 2. 39 Direccionamiento IP por sucursales	81
Tabla 2. 40 Bandas de frecuencia.....	82
Tabla 2. 41 Pérdidas en el espacio libre	89
Tabla 2. 42 Límites de emisión no deseada.....	95
Tabla 2. 43 Características de la estación repetidora Cruz Loma	96
Tabla 2. 44 Características de la estación Principal.....	97
Tabla 2. 45 Características de la estación Sucursal 1.....	98
Tabla 2. 46 Características de la estación Sucursal 2.....	99
Tabla 2. 47 Descripción Técnica de las antenas Oficina Principal	100
Tabla 2. 48 Descripción Técnica de las antenas Cruz Loma	101
Tabla 2. 49 Descripción Técnica de las antenas Sucursal 1	101
Tabla 2. 50 Descripción Técnica de las antenas Sucursal 2	101
Tabla 2. 51 Características antena para Cruz Loma	103

Tabla 2. 52 Características antena para Oficina Principal.....	104
Tabla 2. 53 Características antena para Sucursal 1.....	105
Tabla 2. 54 Características antena para Sucursal 2.....	107
Tabla 2. 55 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace.....	109
Tabla 2. 56 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace.....	110
Tabla 2. 57 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace.....	112
Tabla 2. 58 Comparación de costos de antenas.....	115
Tabla 2. 59 Tabla 2. 60 Comparación de costos equipos pasivos de la red.....	116
Tabla 2. 61 Comparación de costos equipos activos de la red.....	117
Tabla 2. 62 Costo referencial elementos pasivos de la red.....	118
Tabla 2. 63 Costo referencial elementos activos de la red.....	118
Tabla 2. 64 Costo referencial adicional.....	119
Tabla 3. 1 Parámetros de instalación enlace 1.....	119
Tabla 3. 2 Parámetros de instalación enlace 2.....	124
Tabla 3. 3 Parámetros de instalación enlace 3.....	125
Tabla 3. 4 Direcciones IP de las antenas.....	128
Tabla 3. 5 Cuadro de Comparación entre la sensibilidad y la intensidad de señal..	133
Tabla 3. 6 Niveles de permiso para marcaciones.....	149

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 Configuración de Antenas
- ANEXO 2 Topología de la Red
- ANEXO 3 Configuración de Active Directory
- ANEXO 4 Configuración de Credenciales VPN
- ANEXO 5 Configuración de Cliente FTP
- ANEXO 6 Planos de las Sucursales
- ANEXO 7 Resolución 417-15-CONATEL-2005
- ANEXO 8 Documentación antena Cruz Loma
- ANEXO 9 Documentación antena Oficina Principal
- ANEXO 10 Documentación antena Sucursal 1
- ANEXO 11 Documentación antena Sucursal 2

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación consta de cuatro capítulos, a continuación se hace una descripción breve de cada uno de ellos.

En el capítulo 1 se indica los fundamentos teóricos relacionados con medios de transmisión, redes de datos, introducción a los enlaces de microondas, además se describen los protocolos, tipos de conexión, fundamentos de cableado estructurado y se mencionan conceptos relacionados con telefonía IP entre otros.

En el capítulo 2 se indica los requerimientos de la empresa para el diseño de la red LAN de cada una de las sucursales, se determina los parámetros técnicos para el diseño de los enlaces inalámbricos, además se diseña el plan de marcado para la creación de las extensiones garantizando así la calidad y disponibilidad de la comunicación. También se analiza el lugar estratégico para la ubicación de cada una de las cámaras.

En el capítulo 3 se detalla todos los datos con respecto a la implementación tanto de los enlaces como de la red LAN. Se presenta las pruebas y resultados obtenidos, configuración de cada uno de los equipos utilizados, así como la configuración de la central IP y tipos de cámaras utilizadas para el video vigilancia.

Por último el capítulo 4 contiene las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo e implementación de este Proyecto.

En la parte de los anexos se presentan las hojas de datos de cada uno de los equipos utilizados para cada fase de implementación.

PRESENTACIÓN

En la actualidad, es de vital importancia la convergencia de servicios informáticos y de comunicaciones para optimizar recursos y agilizar los procesos de las empresas.

El presente Proyecto de Titulación tiene por objeto la convergencia de servicios de voz, datos y video a través de IP para la empresa INVETRONICA, de tal modo que se cumplan con los requerimientos de comunicación mutua entre todas sus sucursales, con el fin de: abaratar costos en las llamadas telefónicas internas de la empresa, compartir datos en la red y garantizar seguridad a través de video vigilancia.

Para cumplir con este objetivo INVETRONICA ha facilitado toda la infraestructura con la que cuenta y ha adquirido el equipamiento necesario para la implementación de una red de voz, datos y video convergente.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIÓN

La tecnología actual brinda a las empresas nuevas formas de comunicación, este es el caso de las redes o infraestructuras de telecomunicaciones, las mismas que proveen la capacidad y elementos necesarios para mantener a distancia intercambio de información o comunicación que se puede dar como voz, datos, video o una mezcla de los anteriores.

1.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES ¹

Se define a una red de computadoras como un conjunto de equipos de conectividad conectados entre sí por medio de dispositivos físicos cuyo fin es compartir información, recursos y ofrecer a los usuarios diversos servicios, existen dos tipos de tecnología de transmisión que son Redes de Difusión y Redes Punto a Punto.

REDES DE DIFUSIÓN

Su principal característica es que tienen un solo canal de comunicación que es compartido por todos los equipos de la red, la transmisión puede darse hacia una sola máquina, esto se conoce como Unicast, puede hacerse hacia varias máquinas lo que se conoce como Multicast o hacia todas las máquinas lo que se conoce como Broadcast.

REDES PUNTO A PUNTO

En estos tipos de red se puede encontrar varias conexiones entre pares de computadoras, de este modo para que la información viaje desde el origen hacia el destino podrá pasar por uno o varios equipos intermedios, desde el punto de vista de la cobertura o alcance se las puede clasificar en:

- PAN (Redes de Área Personal)
- LAN (Redes de Área Local)
- MAN (Redes de Área Metropolitana)
- WAN (Redes de Área Extendida)

PAN (Redes de área personal)

Se la conoce como Red de Área Personal porque se encuentra integrada por pocos dispositivos de conectividad que se están situados en un entorno personal o local del usuario, su alcance es de no más de 10 metros, actualmente existen varias tecnologías que permiten su desarrollo como por ejemplo:

- Tecnología Inalámbrica
- Bluetooth
- Tecnologías de Infrarrojo

La figura 1.1 muestra un ejemplo de una red PAN



Figura 1. 1 Red PAN ²

LAN (Redes de área local)

Son aquellas que interconectan dispositivos en un espacio definido, puede ser un cuarto, edificio, etc. Están diseñadas para compartir recursos y tener acceso a los mismos de manera fácil, sus principales características son:

- Su alcance varía de 10m a 1Km.

- Puede estar compuesta desde 10 a 1000 nodos.
- Si la red tiene un alto ancho de banda, permite el multiacceso a los medios compartidos.
- Su administración se hace localmente de forma privada.
- Ofrece conectividad continua con todos los servidores locales.

La figura 1.2 muestra un gráfico ejemplo de una red LAN.

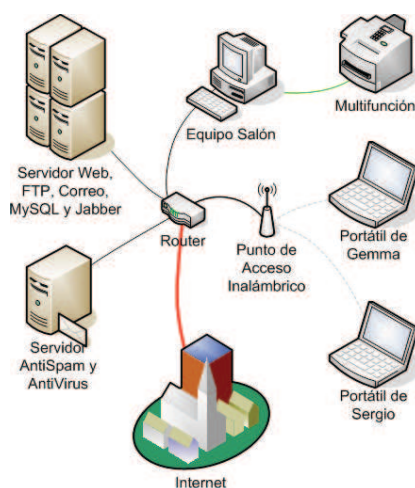


Figura 1. 2 Red LAN ³

MAN (Redes de área metropolitana)

Este tipo de redes es una versión ampliada de las redes LAN y generalmente utilizan tecnología similar, sus principales características son:

- Alcance entre 1Km a 10 Km
- Puede ser pública o privada y cubrir varias localidades de una ciudad.
- Puede soportar voz y datos con la posibilidad de relacionarse con la televisión por cable.
- Su diseño es simplificado debido a que no posee elementos de conmutación.

La figura 1.3 muestra un ejemplo de red MAN.

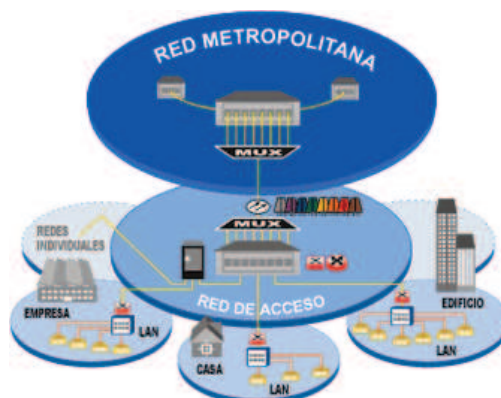


Figura 1. 3 Red MAN ⁴

WAN (Redes de área extendida)

Estas redes permiten la interconexión de varios dispositivos, con la diferencia de que proporciona un medio de transmisión a larga distancia, puede ser hacia un país, continente o mundo entero, sus principales características son:

- Su cobertura puede variar entre 10Km o 10.000Km.
- Puede estar compuesta por 1 Millón de nodos.
- Interconecta redes LAN para la compartición de datos, voz y video.
- En este tipo de red dependiendo del medio de transmisión se puede tener mayor pérdida de datos.
- La topología que se maneja es generalmente irregular.

La figura 1.4 muestra un ejemplo de red WAN.

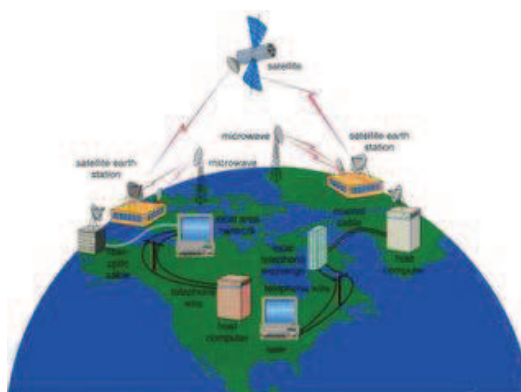


Figura 1. 4 Red WAN ⁵

Internet

Se la conoce como la red de redes, sus principales características son:

- Su alcance de cobertura es a nivel mundial.
- El número de nodos que la integra puede llegar a los 100 millones de nodos.
- Ofrece compartición de recursos y servicios.

La figura 1.5 muestra un ejemplo de la red de Internet.

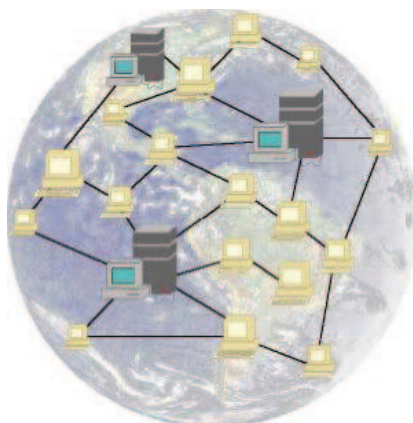


Figura 1. 5 Red de Internet ⁶

Redes Inalámbricas

El término redes inalámbricas se usa para designar a una conexión de dispositivos sin la necesidad de interconexión física, sino a través de ondas electromagnéticas que viajan por el medio, son usadas para transmitir información desde sistemas en movimiento como puede ser un auto o avión, o desde lugares en donde no existe cableado físico.

La figura 1.6 muestra el posicionamiento de los estándares wireless actuales.

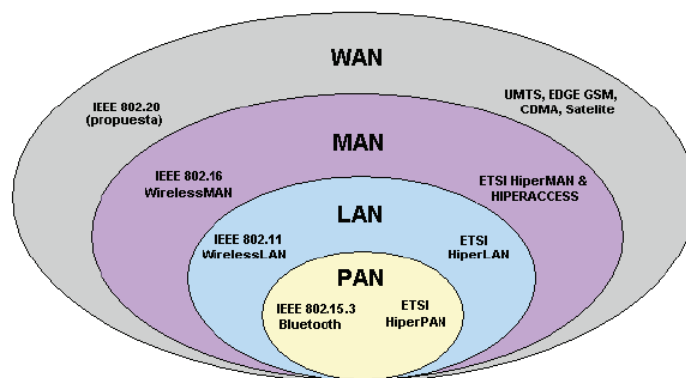


Figura 1. 6 Posicionamiento de Estándares Wireless ⁷

WPAN (Wireless Personal Area Network)

Son conocidas como redes de cobertura personal inalámbricas, para su uso se han desarrollado diversas tecnologías como son:

- HomeRF.- interconecta todos los teléfonos de una casa y los computadores a través de un aparato central.
- Bluetooth.- asociada a la norma IEEE 802.15.1.
- ZigBee.- asociada a la norma IEEE 802.15.4 y utilizado para aplicaciones como la domótica.
- RFID (Radio Frequency Identification).- es un sistema de almacenamiento remoto a través de ondas de radio.

WLAN.- Definidas como Wireless Local Área Network

En los últimos tiempos este tipo de redes han sido un complemento indispensable de las redes cableadas ya que éstas satisfacen necesidades de movilidad, trabajo en redes ad hoc además de que pueden dar cobertura en lugares difíciles, a continuación se listan sus principales características:

- Puede interconectar edificios.
- Poseen acceso nómada, es decir para usuarios en movimiento.
- Cumplen los mismo requisitos que una red cableada, es decir alta capacidad, cobertura y conectividad total entre todas las estaciones de la red.

- Soporta todo tipo de servicios como voz, datos y video.
- Permite transmisión de datos fiable en entornos con ruido y ofrece un cierto nivel de seguridad contra escuchas no autorizados.

WMAN (Wireless Metropolitan Network)

Para este tipo de redes se manejan tecnologías basadas en WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), es decir interoperabilidad mundial para acceso con microondas, se basa en la norma IEEE 802.16, es similar al Wifi con la diferencia de que provee mayor cobertura y ancho de banda.

WWAN (Wireless Wide Area Network)

Este tipo de redes tiene el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas, según la frecuencia que se use para la transmisión el medio puede variar entre ondas de radio, microondas terrestres o por satélite y los infrarrojos, usa tecnologías de red celular como WIMAX, UMTS, GPRS, EDGE, CDMA2000, GSM entre otras para la transmisión de datos.

1.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN ⁸

En la actualidad las redes forman un papel muy importante para la evolución de las empresas, pues brindan muchas prestaciones y servicios que agilitan los procesos de los usuarios, y por ende la productividad de cada uno de ellos.

VENTAJAS

- Permite la interconexión de varios equipos de conectividad.
- Permite compartir los recursos de la red entre todos los usuarios de la misma, como impresoras, scanner, etc.
- Permite compartir todo tipo de información en la red de manera fácil y sencilla, de éste modo todos los usuarios pueden manejar la información en tiempo real.

- Permite a cada uno de los usuarios acceder a programas que pueden estar instalados en otro lugar de la red.
- Permite establecer conexión con equipos de mayores recursos a los que se conoce como servidores, y dependiendo del tipo de servidor los usuarios van a poder acceder a los recursos y servicios que éste brinde.
- Permite la administración del acceso a la información a través de permisos por usuario o por IP, dependiendo de la política que maneja la empresa.
- Permite la centralización de toda la información en un solo servidor que se va a conocer como el de datos, salvaguardando la información de los usuarios y evitando copias o manejo de archivos desactualizados.
- Permite la administración del acceso o restricción a páginas web dependiendo del tipo de usuario establecido.

DESVENTAJAS

- Dependiendo del número de usuarios de la red, la compartición de servicios puede tornarse lenta.
- Si un recurso compartido se encuentra ocupado puede denegar el servicio a otro usuario de la red.
- Con respecto a la seguridad de claves o contraseñas de usuarios es difícil su administración, ya que cada uno de los mismos no maneja este tipo de información de manera confidencial.
- Si una persona ajena utiliza software para captura de paquetes, ésta puede identificar el tráfico, y descifrar claves para acceder a la red y recursos poniendo en peligro la integridad de datos.
- El acceso libre a internet de los usuarios es peligroso, debido a que pueden adquirir un virus externo y automáticamente toda la red se vería contagiada de la amenaza.
- En el caso de redes inalámbricas, el sobrepasar el área de cobertura puede ocasionar que personas extrañas pirateen la señal y puedan acceder a recursos e información de los usuarios de la red.

1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN⁹

Los medios de transmisión son empleados para el transporte de la información y éstos pueden ser cableados o inalámbricos, dependiendo de las necesidades de la empresa y del tipo de recursos que se va a compartir.

1.2.1 MEDIOS GUIADOS

El término medios guiados hace referencia a la interconexión física de un punto a otro de la red, éstos conducen las ondas que van a transportar la información, las opciones que se tiene son:

- **PAR TRENZADO**

El cable de par trenzado es un medio de comunicación usado en las comunicaciones, está formado por dos hilos de cobre conductores entrelazados con el objetivo de cancelar interferencias externas y la diafonía de los cables adyacentes.

Tipos de pares trenzados:

- UTP (Unshielded Twister Pair)
- SSTP (Cable de par trenzado apantallado)
- FTP (Cable de Par Trenzado No Apantallado)

CABLE UTP

Son pares trenzados sin blindaje que son usados para diferentes tecnologías de redes locales, su costo es bajo y es de fácil uso, tiene limitaciones para trabajar a grandes distancias.



Figura 1. 7 Cable UTP ¹⁰

Características:

- Son utilizados en sistemas de telefonía.
- Son utilizados en redes LAN.
- Su instalación es simple y sencilla.
- Posee una cobertura de material aislante.
- Está compuesto por 4 pares de hilos trenzados.
- La impedancia característica de este cable es de 100 ohmios.
- A mayor categoría, mayores son los costos.

Para este tipo de medio de transmisión se han definido categorías estándar según la EIA/TIA 568-C de la siguiente manera:

- **Categoría 3.-** par trenzado de 4 pares, usado en telefonía analógica y digital con sistemas de cableado estructurado en edificios, trabaja hasta una frecuencia superior de 16 MHz.
- **Categoría 5e.-** mejora de la categoría 5, trabaja a una frecuencia de 100 MHz, usado en 100 BASE-T y 1000 BASE-T.
- **Categoría 6.-** formado por 4 pares trenzados, alcanza velocidades de hasta 1Gbps, el ancho de banda que maneja es de 250 MHz.
- **Categoría “6 A”.-** trabaja en frecuencias de hasta 550 MHz, alcanza velocidades de hasta 10 Gbps, la nueva especificación reduce la diafonía y crosstalk, alcanza distancias de hasta 100 metros.
- **Categoría 7.-** mejora de la categoría 6, trabaja a frecuencias de hasta 600 MHz, alcanza velocidades de hasta 600 MHz.

Según la actualización en la norma TIA/EIA 568-C la categoría 5 y el cable coaxial son removidos.

CABLE SSTP

Es un cable conformado por 4 pares de cobre trenzados sólidos e individualmente cubiertos por una lámina de aluminio, posee una malla de drenaje, una pantalla o malla y un forro exterior.

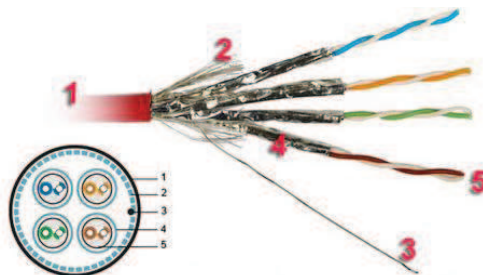


Figura 1. 8 Cable SFTP ¹¹

Características:

- El ancho de banda que maneja va desde 600 MHz hasta 1200 MHz.
- La impedancia característica de este tipo de cables es de 100 ohmios.

CABLE FTP

No es un cable apantallado pero está recubierto por una envoltura de aluminio para aislar de mejor manera las interferencias externas.

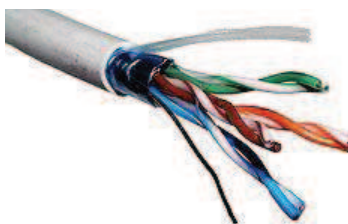


Figura 1. 9 Cable FTP ¹²

Características:

- Es usado en sistemas de cableado estructurado en donde puede existir interferencia adyacente.
- Su impedancia característica es de 120 ohms.
- En ancho de banda que maneja esta alrededor de los 100 MHz.

FIBRA ÓPTICA

Un cable de fibra óptica está compuesto de una región cilíndrica cuyo nombre es núcleo, a través de la cual se propaga luz, y de una zona externa llamada revestimiento o envoltura, dicho revestimiento protege a la fibra de la humedad, roedores u otros riesgos del entorno.

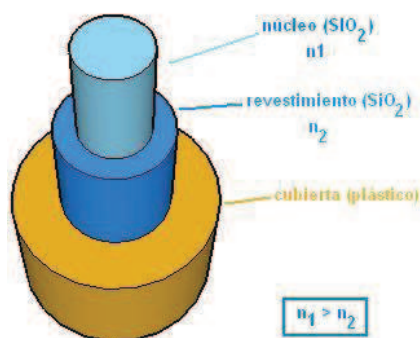


Figura 1. 10 Fibra Óptica ¹³

Los tipos de fibra óptica más usados actualmente son:

- Fibra monomodo
- Fibra multimodo de índice escalonado
- Fibra multimodo de índice gradual

FIBRA MONOMODO

Este tipo de fibra contiene un núcleo muy fino con un diámetro de 10um, mismo que actúa como una guía de onda y únicamente un solo rayo de luz se propaga, éste tipo de fibra suele ser más cara que las multimodo pero pueden ser usadas en distancias mayores a los 2 Km.

FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE ESCALONADO

Este tipo de fibra está constituida por un núcleo más ancho y de un recubrimiento óptico en vidrio que puede tener diferentes niveles de refracción.

Debido a su característica multimodo, los rayos de luz pueden recorrer diferentes distancias, lo que produce un desfase de cada uno al viajar dentro de la fibra, esto hace que la distancia de uso se limite hasta los 10KM.

FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE GRADUAL

Este tipo de fibra contiene un núcleo ancho que consta de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción, éste índice varía gradualmente hasta alcanzar su máximo en el centro del núcleo, es decir que la dispersión nodal es reducida.

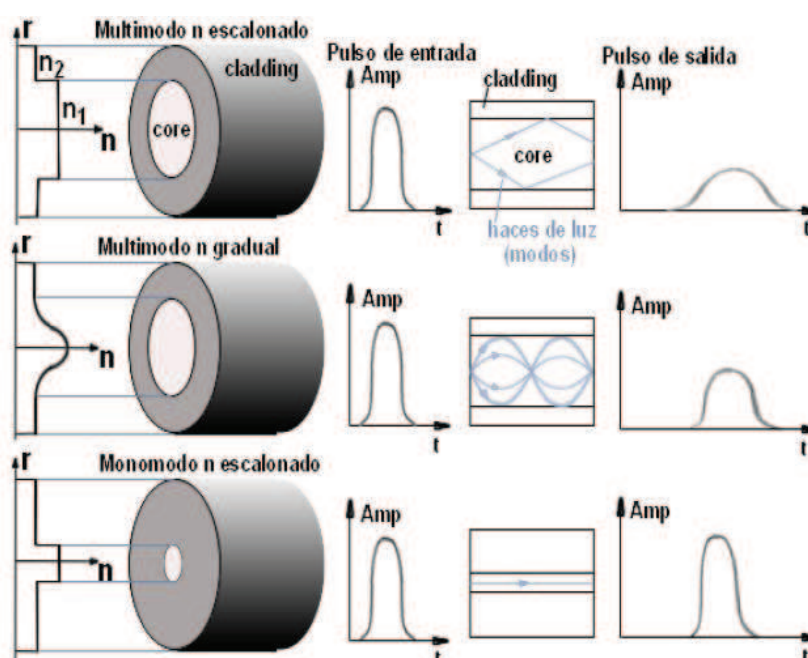


Figura 1. 11 Vista interna de los tipos de Fibra Óptica ¹⁴

1.2.2 MEDIOS NO GUIADOS ¹⁵

A medida que transcurre el tiempo, se buscan nuevas formas de interconexión que ofrezcan soluciones simples, económicas y poco susceptibles a fallas, éste es el caso de la comunicación inalámbrica que ofrece acorde a la necesidad diferentes modos de conexión como son:

- Radiofrecuencia
- Microondas
- Infrarrojo

RADIOFRECUENCIA

Este tipo de comunicación trabaja de 3 KHz a 300 GHz, hace referencia a las radiaciones electromagnéticas que oscilan simultáneamente en el campo eléctrico y magnético, es usada en aplicaciones médicas, su principal desventaja es que es altamente sensible a interferencias.

MICROONDAS

La radiocomunicación por microondas hace referencia a la transmisión de datos o energía a través de radiofrecuencias, cuyas frecuencias van desde los 500 MHz a los 300 GHz. Existen fundamentalmente 2 tipos de enlaces de microondas que son terrestres y satelitales.

ENLACE DE MICROONDAS TERRESTRES

Este tipo de enlace provee conectividad entre dos sitios, los cuales tengan línea de vista directa, usan para su comunicación equipos de radio con frecuencias de portadora superiores a 1 GHz, pueden emitir formas de onda analógicas o digitales.

La figura 1.12 ilustra un ejemplo de la interconexión entre dos estaciones terrenas con línea de vista directa.

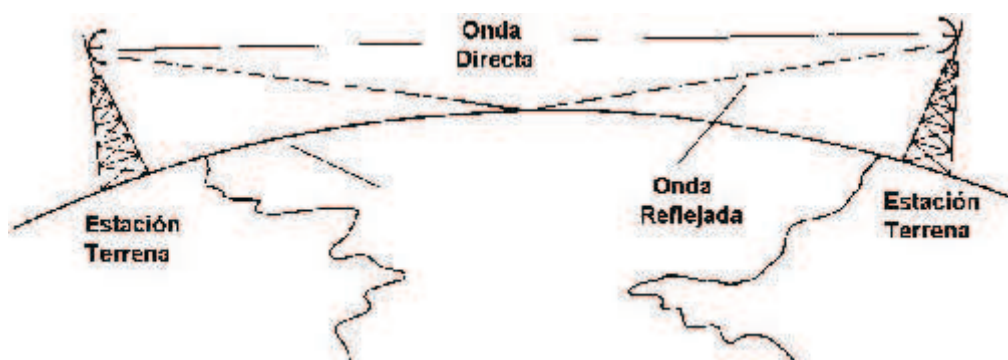


Figura 1. 12 Enlace de Microondas de Línea de Vista ¹⁶

Este tipo de comunicación tiene varias aplicaciones entre las cuales podemos citar:

- Telefonía básica
- Datos
- Canales de televisión
- Telefonía celular
- Video
- Telégrafo

Para el caso del presente proyecto de titulación, este modo de interconexión sería una de las soluciones tentativas para la interconexión de la principal con las dos sucursales que se encuentran en la ciudad de Quito.

ENLACE DE MICROONDAS SATELITALES

Este tipo de comunicación provee conectividad entre varias estaciones terrenas ubicadas en diversas partes del mundo sin necesidad de que exista de por medio línea de vista directa.

En este caso el satélite actúa como un repetidor que reenvía la señal al destino facilitando la comunicación, dependiendo de la distancia del satélite hacia la tierra u órbita que ocupe varía el número para tener la cobertura de toda la tierra, un ejemplo claro es que 3 satélites geoestacionarios separados uno de otro 120 grados pueden cubrir toda la tierra.

Los beneficios que puede brindar una comunicación satelital son:

- Transferir información a altas velocidades.
- Comunicar puntos distantes y no fácilmente accesibles geográficamente.
- Brindar servicios de acceso múltiple a un gran número de puntos.
- Ofrece la posibilidad de comunicar a dos usuarios distantes sin tener que pasar por redes públicas telefónicas.

En la figura 1.13 se visualiza la interconexión de varios puntos a través de un satélite.

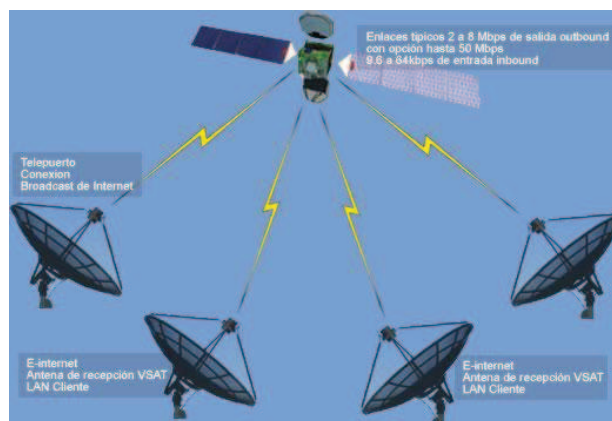


Figura 1. 13 Microondas Satelitales ¹⁷

INFRARROJO ¹⁸

Este tipo de interconexión es usada en lugares en donde es difícil una conexión cableada.

En sistemas infrarrojo punto a punto para ambientes exteriores (donde la potencia puede ser alta) una aplicación ejemplo es el Terra Link, que en óptimas condiciones atmosféricas transmite a razones de 622 Mbps y alcanza una distancia de 3.5 km.

La principal aplicación de este producto es la interconexión de redes de alta velocidad, tales como, Fast Ethernet" (125 Mbps), FDDI (125 Mbps) y ATM (155 y 622 Mbps), su principal ventaja es que no se necesita permiso de ninguna autoridad para hacer uso de ésta tecnología, sin embargo la instalación debe realizarse tomando las debidas precauciones y colocando los equipos en lugares adecuados debido a que el infrarrojo puede dañar el ojo humano, se usa para la interconexión de LANs que se encuentran en diferentes edificios.

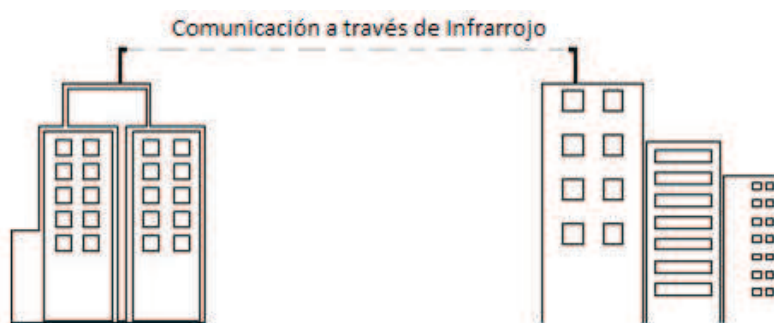


Figura 1. 14 Enlace Infrarrojo ¹⁹

Sus principales características son:

- Reflexión directa.
- Utilizan transductores que modulan la luz infrarroja no coherente.
- No puede atravesar obstáculos.
- Rápida instalación y sin permisos

1.3 FUNDAMENTOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO ²⁰

Un sistema de cableado estructurado está conformado por una infraestructura flexible de cables que soportan múltiples sistemas de comunicación para la transmisión de voz, datos y video independientemente de las marcas de los componentes del mismo.

Cada uno de los dispositivos de la red se conecta a un punto central utilizando una topología tipo estrella, esto facilita la interconexión y la administración del sistema además de que permite la comunicación con cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento.

Para el diseño de un sistema de cableado estructurado se debe tomar en cuenta:

- El espacio físico a cubrir por el cableado.
- Realización del diseño global multimedia.
- Se debe calcular los parámetros físicos respecto de las distancias y ancho de banda que se va a manejar.
- Se debe comprobar el cumplimiento de las normativas.
- Una vez realizados los puntos anteriores se procede con la implementación del diseño.
- Finalmente se certifica el cumplimiento de las normativas.

1.3.1 ESTÁNDARES DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Debido a los avances de la tecnología se ha visto la necesidad de crear un estándar genérico que soporte sistemas abiertos y aplicaciones que se basen en las normas EIA/TIA 568A, EIA/TIA 568B, EIA/TIA 568C, EIA/TIA 569, EIA/TIA 606, cumpliendo con normas y criterios definidos.

ESTANDAR EIA/TIA 568 C

Establece un estándar de cableado de telecomunicaciones genérico que soporta un ambiente multi-vendedor , éste habilita la planificación e instalación de un sistema de cableado estructurado para edificios comerciales o ambientes de oficina, además establece criterios técnicos y de rendimiento para varias configuraciones.

Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones en un ambiente de oficinas.

- Establece topologías y distancias recomendadas.
- Establece parámetros de los medios de transmisión, mismo que determinan el rendimiento.
- Establece el tipo de conector y la asignación de pines para éstos.
- La vida útil de un sistema de cableado estructurado debe sobrepasar los 10 años.
- EIA/TIA 568 define únicamente 2 configuraciones permitidas, éstas son T568A y T568B.

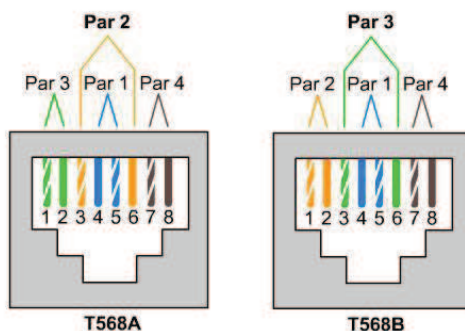


Figura 1. 15 Norma T568A/B ²¹

PAR 1	PAR 2	PAR 3	PAR 4
Azul	Blanco – Tomate	Blanco – Verde	Blanco – Café
Blanco – Azul	Tomate	Verde	Café

Tabla 1. 1 Numeración de los pares de cobre

En la elaboración del tipo de patch cord hay que tomar en cuenta el orden de los conectores, si ambos terminales tienen el mismo orden, entonces se conoce como cable directo, y si un conector tiene intercambiado los pares 2 y 3 en sus extremos se lo conoce como cable cruzado.

1.3.2 SUBSISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO 568-C.1

Los elementos claves son los siguientes:

- Área de Trabajo
- Cableado Horizontal
- Cableado Vertical (Backbone)
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Sala (Cuarto) de Equipos
- Infraestructura de entrada/Acometida

Área de Trabajo.- Lugar donde se encuentra el personal trabajando con los equipos de comunicación como computadores, impresoras, etc. Se extiende desde la toma hasta el equipo, debe contar como mínimo con 2 conectores, uno debe ser tipo Rj-45 con el código T568B; los componentes son:

- Face Plate
- Patch Cord
- Jacks

Cableado Horizontal.- Es la parte del cableado estructurado que se extiende desde el área de trabajo al armario de telecomunicaciones, debe diseñarse en topología estrella, los componentes son:

- Conector o medios de transmisión
- Conector de salida de telecomunicaciones
- Equipos de hardware de conexión

Cableado Vertical.- Es la parte del cableado que interconecta armarios, salas de equipos y acometida de entrada. Si se quiere establecer la comunicación entre edificios se tiene cableado de backbone de más de un nivel, sus componentes son:

- Medio de transmisión
- Equipos de conexión
- Cableado de enlace o Jumpers
- Conexiones cruzadas o intermedias

Sala de Telecomunicaciones.- Es el punto de transición entre el cableado horizontal y el vertical. Cada Sala de Telecomunicaciones sirve a un máximo de 200 estaciones, los componentes son:

- Cable Horizontal
- Cable Vertical
- Armarios o Racks
- Patch Panel
- Patch Cords
- Regletas de alimentación
- Elementos de fijación y sujeción

Infraestructura de entrada.- Consiste en la entrada del servicio de telecomunicaciones al edificio. Los métodos para el ingreso al edificio son:

- Subterráneo
- Enterrados
- Aéreos

1.3.3 ETIQUETADO Y ROTULACIÓN

El etiquetado debe cumplir con las siguientes normas según el TIA/EIA 606 A:

- Ser visibles durante la instalación y el mantenimiento
- Deberán ser resistentes al medio ambiente
- Tener una vida útil mayor a la del elemento identifica
- Impresas o producidas por un elemento mecánico

La rotulación es otra parte importante de los sistemas de cableado estructurado. Los cables deben estar claramente rotulados en ambos extremos para evitar confusión.

TIA/EIA-606-A especifica que cada terminación de los cables debe tener un identificador exclusivo marcado sobre la unidad o sobre su etiqueta. Cuando se utilizan identificadores en áreas de trabajo, las terminaciones de estaciones deben tener un rótulo en la placa, el bastidor o el conector mismo. La mayoría de las solicitudes de propuesta y especificaciones exigen rótulos generados por computador. Estos rótulos son permanentes, legibles y tienen una apariencia más profesional.

La instalación debe cumplir o superar las especificaciones para el grado de cable que se utiliza.

1.3.3.1 Etiquetas para el sistema de cableado estructurado

Se deben colocar etiquetas individuales firmemente sujetadas a los elementos, por ser mucho más factible la adquisición de este tipo de etiquetadora.

Identificación de equipos de la infraestructura

- Identificación del Cuarto de Telecomunicaciones o Cuarto de Equipos
 - F= Piso donde se encuentra el Cuarto de Telecomunicaciones o Cuarto de Equipos.
 - L= Letra que identifique la localización del Cuarto de Telecomunicaciones o

Cuarto de Equipos.

- Identificación Horizontal
 - FL = Identificación del Cuarto de Telecomunicaciones
 - A= Identificación del Patch Panel
 - D o V= Si el servicio es para datos o voz
 - XX= Puerto de posición en el Patch Panel

Ejemplo

1SA1-AV01

Donde,

1= Primer piso en el que se encuentra el Cuarto de Telecomunicaciones.

SA1= Sala de Almacenamiento 1.

A= El Patch Panel A.

V= Servicio de voz.

01= número de puerto, en este caso es 01.

1.4 EQUIPOS PARA INTERCONEXIÓN DE REDES ²²

HUB O CONCENTRADOR

Es un dispositivo que trabaja en la capa 1 del modelo de referencia OSI, al llegar una señal a uno de sus puertos este lo transmite a todos los demás.

Tipos:

- Pasivo: Solo repiten la señal en la red. No necesita energía eléctrica.
- Activo: Regeneran y amplifican la señal. Necesita alimentación.
- Inteligentes: También llamados smarthubs. Hacen lo que los activos pero además pueden ser administrados.

BRIDGE O PUENTE

Es un dispositivo que trabaja en la capa 2 del modelo de referencia OSI. El puente interconecta segmentos de red mejorando, también realiza el filtrado de tráfico, es decir escucha los paquetes que lleguen al dispositivo, formando así una tabla con las direcciones de los equipos directamente conectados al puente.

SWITCH O CONMUTADOR

Es un dispositivo que trabaja en la capa 2 del modelo OSI, permite interconectar segmentos de red, diseñado para solucionar problemas de congestionamiento y problemas de rendimiento en la red

ROUTER O ENRUTADOR

Es un dispositivo de capa 3 del modelo de referencia OSI, selecciona el mejor camino para el envío de la información de un nodo a otro nodo, esta selección lo hace a través de la tabla de enrutamiento que genera el router con ayuda de los protocolos de enrutamiento. Permite interconectar redes LAN y redes WAN, y realizar un control de tráfico.

FIREWALL O CORTAFUEGOS

El firewall proporciona seguridad a la red, controlando el tráfico que llega para permitirlo o denegarlo. Puede ser un dispositivo de software o/y hardware.

ACCESS POINT O PUNTO DE ACCESO

Es un dispositivo que conecta inalámbrica equipos finales o terminales (como: computadoras personales, laptops, celulares, etc.) para que haya comunicación entre ellos o hacia la red.

1.5 REDES TCP/IP ²³

DEFINICIÓN

Es una arquitectura de comunicación que utiliza un conjunto de protocolos TCP/IP para establecer la comunicación entre dispositivos. Una de las ventajas de TCP/IP es ser compatible con cualquier sistema operativo y hardware permitiendo así la comunicación entre todos los puntos de conexión existentes en la red.

El nombre TCP/IP viene dado por dos protocolos que forman parte de este conjunto, estos son:

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol): es un protocolo que permite transmitir datos de forma confiable, opera en la capa transporte de la arquitectura TCP/IP.

Protocolo IP (Internet Protocol): es un protocolo responsable del envío de los datos de un nodo a otro, opera en la capa de internet de la arquitectura TCP/IP.

1.5.1 ARQUITECTURA TCP/IP

La arquitectura TCP/IP está constituida de cuatro capas, como se muestra en la figura 1. 16.

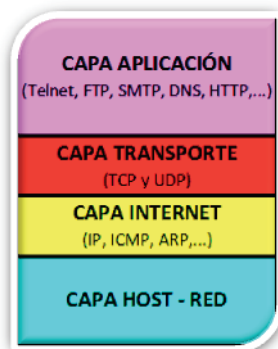


Figura 1. 16 Capas de Arquitectura TCP/IP ²⁴

CAPA INTERFAZ – RED

No se define ningún protocolo en concreto. Envía al medio físico la información que recibe de la capa internet, para ello utiliza interfaces conocidas como: Frame Relay, FDDI, Ethernet, RS-232.

CAPA INTERNET

Permite a un host enviar paquetes desde cualquier red eligiendo la ruta más adecuada que deben seguir para alcanzar su destino, realiza la conmutación de los mismos.

CAPA TRANSPORTE

Permite la comunicación de extremo a extremo entre los programas de aplicación. Proporciona un transporte confiable de los datos para que estos lleguen hasta su destino sin errores y en orden. La capa transporte recibe información desde la capa aplicación y lo envía a la siguiente capa que es la de internet.

PROTOCOLOS DE CAPA TRANSPORTE

Los protocolos que se definen en esta capa TCP y UDP, son los encargados de manejar los datos y dar fiabilidad a la información que por ellos se envía.

Protocolo TCP: Es un protocolo orientado a la conexión, proporciona confiabilidad en la entrega de los datos y permite que estos lleguen en forma ordenada.

Protocolo UDP: no garantiza confiabilidad en la entrega de datos ni que estos lleguen en forma ordenada. UDP es un protocolo no orientado a la conexión.

CAPA APLICACIÓN

Es una capa que interactúa con el usuario, en la que operan protocolos que el usuario necesita frecuentemente para tener comunicación con la red. Los protocolos más comunes de esta capa son: Terminal virtual (Telnet), Transferencia de Archivos (FTP), Servicio de Dominio de Nombres (DNS), Administración de Red (SNMP), Correo Electrónico (SMTP) y otros.

1.5.2 DIRECCIONAMIENTO ²⁵

El direccionamiento es un método que permite asignar un identificador único a un dispositivo de red.

DIRECCIÓN IP

Una dirección IP identifica a un host dentro de una red para que se lleve un intercambio de información entre hosts dentro de una red o entre redes, estas direcciones son únicas para cada host. Las direcciones IP se las puede representar en forma binaria, hexadecimal o decimal.

1.5.2.1 Clases de direcciones IP

Se dividen en cinco clases que son A, B, C, D y E; las clases A, B y C son para definir un tipo de red, la D para dirección multicast y la E reservada para experimentación.

La tabla 1.2 muestra un resumen de las clases de direcciones IP, el rango, el número de redes, número de host, la máscara a usar y la dirección de Broadcast de la red.

CLASE	RANGO	Nº DE REDES	Nº DE HOST POR RED	MÁSCARA DE RED	BROADCAST ID
A	1.0.0.0 - 126.255.255.255	126	16.777.214	255.0.0.0	x.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16.384	65.534	255.255.0.0	x.x.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.152	254	255.255.255.0	x.x.x.255
(D)	224.0.0.0 - 239.255.255.255	histórico			
(E)	240.0.0.0 - 255.255.255.255	histórico			

Tabla 1. 2 Clases de Direcciones IP ²⁶

DIRECCIONES ESPECIALES Y RESERVADAS

• DIRECCIONES ESPECIALES

Se tienen direcciones que no se las utiliza para identificar un dispositivo o interfaz, ya que tienen un uso especial, estas son:

- Dirección de red, es aquella que tiene el campo de host todo cero, es para identificar una red.
- Dirección de broadcast, es aquella que tiene el campo de host todos uno, se la utiliza para enviar información a todos los dispositivos en una red.
- Dirección de loopback, esta dirección se la utiliza para comprobar el correcto funcionamiento de los protocolos utilizados en un computador.

• DIRECCIONES RESERVADAS ²⁷

Estas direcciones se las conoce como privadas, porque son de uso exclusivo dentro de una red privada como una intranet, se muestran en la tabla 1.3:

Clase	Direcciones Privadas
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255
B	172.16.0.0 – 172.31.255.255
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255

Tabla 1. 3 Rango de direcciones privadas²⁸

MÁSCARA DE SUBRED

La máscara de subred al igual que una dirección IP tiene una longitud de 32 bits constituida por cuatro octetos. Indica que parte pertenece al campo de red y que parte al campo de host de una dirección. Para ello designa con unos a la parte de red y con ceros a la parte de host.

Máscara de subred					
Clase	Binario			Decimal	
A	11111111	00000000	00000000	00000000	255.0.0.0
B	11111111	11111111	00000000	00000000	255.255.0.0
C	11111111	11111111	11111111	00000000	255.255.255.0

Tabla 1. 4 Máscara de subred²⁹

1.6 RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)³⁰

DEFINICIÓN

Una VPN es un canal privado virtual para la comunicación de datos que se implementa en una infraestructura de red pública. La VPN crea un túnel para que se pueda dar una comunicación remota entre dos subredes. El túnel permite que la información a enviar sea encapsulada y cifrada para tener confidencialidad.

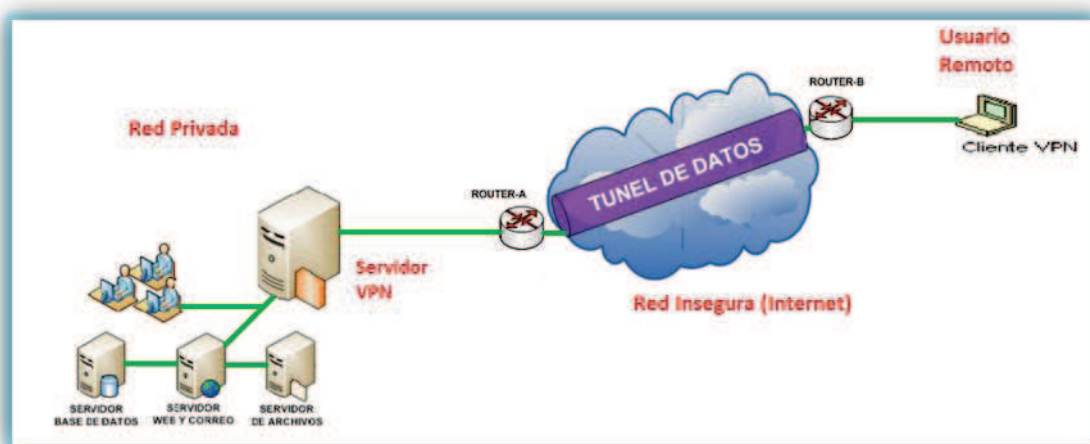


Figura 1. 17 Elementos de una VPN ³¹

1.6.1 REQUERIMIENTOS DE UNA VPN

Para el correcto funcionamiento de los túneles VPN se pueden mencionar los siguientes requerimientos:

- Autenticación, para permitir el acceso de usuarios autorizados a la VPN.
- Administración de direcciones IP que utilizan los usuarios de la VPN.
- Cifrado de datos, para prevenir que usuarios no autorizados tengan acceso a los datos y así garantizar confidencialidad e integridad de los mismos.
- Manejo de claves pública y privada, para la encriptación de la información.

La VPN debe soportar diferentes protocolos que se utilizan para el envío de los datos entre ellos se tiene IPsec (seguridad IP), IPX (Intercambio de paquete de internet), etc.

1.6.2 TIPOS DE VPNs

- **VPNS SITIO A SITIO**

Permite la conectividad remota entre diferentes oficinas de una empresa a través de Internet, como si estas estuvieran físicamente conectadas, conservando las mismas políticas de seguridad, calidad de servicios, disponibilidad, entre otras.

- **VPNS DE ACCESO REMOTO**

Permite que un usuario pueda conectarse remotamente a la red de una empresa a través de Internet, para tener acceso a su computador, como si estuviera físicamente en la empresa.

- **VPNS INTERNA**

Este tipo permite la conexión remota de varias oficinas pero en vez de utilizar el internet utiliza la misma red LAN, esto se podría dar a través de un enlace inalámbrico.

1.6.3 ELEMENTOS DE UNA VPN

- **RED PRIVADA**

Una red privada es un espacio de direcciones IP que pertenece a una determinada Red de Área Local, por lo tanto solo se permite el acceso de usuarios que pertenezcan a esta red.

El espacio de direcciones IP utilizados son privadas, por lo tanto solo se las puede emplear dentro de una red interna, es decir en redes del hogar, oficina y compañía, pero no serviría para conectarse a Internet, ya que estas no son públicas.

La figura 1.18 muestra el espacio de direcciones IP privadas.

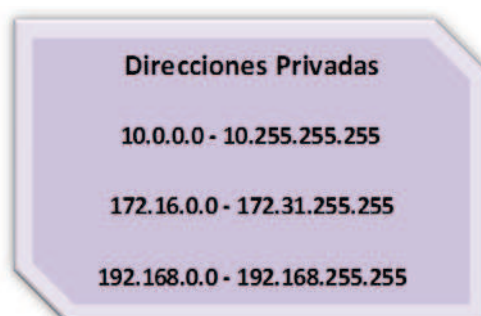


Figura 1. 18 Rango de direcciones IP privadas

- **RED INSEGURA**

Una red insegura es un espacio de direcciones IP en donde cualquier persona puede conectarse e interceptar la información que por ahí circula, interpretando su contenido. Un ejemplo de red insegura es la red Internet, ya que por ahí viaja todo tipo de información sin ninguna seguridad por lo que puede ser fácilmente capturada e interpretada.

- **TÚNEL VPN**

Es un canal por donde viaja la información de forma confiable, para lo que utiliza mecanismos de encriptación, esto permite que la información no sea interpretada por elementos ajenos al origen y destino.

- **SERVIDOR**

Un servidor es un software que proporciona información a los usuarios que a él se conectan, también se puede referir a un servidor como un computador ya que en él se ejecuta este software. Existen algunos tipos de servidores entre estos se tiene: servidor de base de datos, servidor de correo, servidor de impresiones, etc.

- **ROUTER**

Un router es un dispositivo que permite enviar información entre dos o más redes, una de sus funciones es elegir el mejor camino para el envío de los datos. Opera en la capa de internet de la arquitectura TCP/IP. Permite conectar redes LAN como redes WAN.

- **USUARIO REMOTO**

Un usuario remoto es un cliente que puede acceder remotamente a una red a través de una VPN para acceder a los servicios o recursos de la red, desde cualquier parte del mundo. El usuario remoto al acceder a la red podrá disponer de los recursos como si estuviera físicamente ahí.

- **FIREWALL**

Un firewall proporciona seguridad a la red permitiendo o denegando el tráfico de datos entrante o saliente.

1.6.4 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN VPN ³²

Las redes privadas virtuales proporcionan seguridad en el envío de la información por lo que se requiere de protocolos seguros y tecnologías de autenticación para su implementación. Estos protocolos son los que se utilizan para el establecimiento del túnel, los protocolos de túnel más usados para el establecimiento de una VPN son IPsec (Internet Protocol Security), PPTP (Point to Point Tunneling Protocol), L2TP (Layer Two Tunneling Protocol) y SSL (Secure Socket Layer).

- **IPSEC**

El protocolo IPsec permite una conexión segura y transparente entre dos puntos remotos, así como servicios de autenticación, cifrado e integridad de los datos. Proporciona servicios de seguridad para IP y para los protocolos de capas superiores. Su implementación se basa en IPv4 e IPv6.

- **PPTP**

El protocolo PPTP permite el cifrado de los datos para proporcionar seguridad en su envío, desde un elemento remoto hacia una red privada mediante un túnel.

- **L2TP/IPsec**

El protocolo L2TP presenta vulnerabilidad en el envío de los datos por lo tanto utiliza el protocolo IPsec para proporcionar seguridad entre nodos remotos. Este protocolo es utilizado para dar soporte a las VPN. Permite encapsular mensajes PPP, así como tramas Frame Relay, ATM, entre otros.

- **SSL**

Es un protocolo que proporciona autenticación entre los extremos remotos de la conexión, integridad de los mensajes transmitidos y cifrado de datos. También provee una capa para asegurar los distintos protocolos transportados (como por ejemplo HTTP, SMTP, FTP, etc) y previene que la información transmitida sea falsificada, modificada e interceptada por usuarios no autorizados mientras se está transmitiendo por la red.

1.6.5 TIPOS DE CONEXIÓN VPN

CONEXIÓN VPN DE ACCESO REMOTO

Un usuario remoto establece una conexión VPN de acceso remoto para conectarse a una red privada, para lo cual se autentica ante un servidor VPN quien autoriza el acceso a toda la red.

CONEXIÓN VPN DE ENRUTADOR A ENRUTADOR

Establece una conexión VPN de enrutador a enrutador para conectarse a una red con una conexión direccionada hacia el servidor VPN.

1.7 TELEFONÍA IP ³³

DEFINICIÓN

La telefonía IP presta servicios de transmisión de voz a través del Internet. Se desarrolla como una alternativa de la telefonía tradicional pero con nuevos servicios y beneficios económicos, con características como:

- Capacidad para interactuar con los sistemas de telefonía actuales.
- Garantizar calidad de servicio en la transmisión de voz.
- Brindar otros servicios como videoconferencia.

1.7.1 ELEMENTOS IMPLICADOS EN LA TELEFONÍA IP

• TELÉFONOS IP

Son teléfonos basados en software cuyo principio es la transmisión de voz sobre internet o VoIP a través del protocolo TCP/IP.

• ADAPTADORES IP

Son dispositivos que permiten conectar un teléfono tradicional para llevar a cabo una comunicación sobre la red IP.

• GATEWAY IP

Permiten conectar la telefonía IP con la telefonía tradicional, los adaptadores se les considera como Gateway, en pequeña escala.

• SOFTPHONES

Son programas que permiten simular un teléfono y dan la misma funcionalidad de un teléfono IP, por ejemplo se tiene skype, x-lite, etc.

- **CENTRALITA IP**

Una centralita IP actúa como una PBX (Private Branch Exchange), utiliza la infraestructura de comunicaciones de datos para realizar sus funciones, por lo tanto trabaja con el protocolo IP. Permite conectarse tanto a la red pública como a la red IP. La centralita IP permite comprimir y codificar la voz en paquetes de datos.

1.7.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TELEFONÍA IP

VENTAJAS

- No se necesita una infraestructura adicional para llevar a cabo este servicio, ya que voz y datos se transmiten por el mismo canal físico.
- Proporciona seguridad al encriptar la información de voz que se transmite.
- Permite realizar llamadas a los diferentes servicios telefónicos fijo y móvil, en cualquier parte del mundo.
- Ahorro en llamadas de larga distancia.

DESVENTAJAS

- Se requiere de equipos que den prioridad al tráfico de voz, sobre todo en comunicaciones inalámbricas.
- En la telefonía IP la comunicación se da a través del protocolo IP por lo que es un servicio no orientado a conexión.
- La telefonía IP es menos confiable que la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) por la naturaleza de los enlaces de Internet.

SEÑALIZACIÓN

La señalización es un proceso requerido por los sistemas telefónicos para llevar a cabo una llamada, como por ejemplo: establecer, modificar y finalizar llamadas.

Para ello se requieren de protocolos de señalización, entre estos se tiene el H.323 y el SIP para redes IP y SS7 para la red PSTN.

PROTOCOLO DE INICIALIZACIÓN DE SESIÓN (SIP)

Es un protocolo de señalización para establecimiento, modificación y finalización de llamadas entre uno o más usuarios. Este protocolo implementa aplicaciones como: telefonía IP, videoconferencia IP, mensajería instantánea, distribución de datos multimedia y juegos en red.

El protocolo SIP se basa en la arquitectura cliente-servidor, ya que sus mensajes son intercambiados en forma de peticiones y respuestas.

1.7.3 ASTERISK³⁴

La figura 1.19 muestra un diagrama ejemplo de la interacción de asterisk.

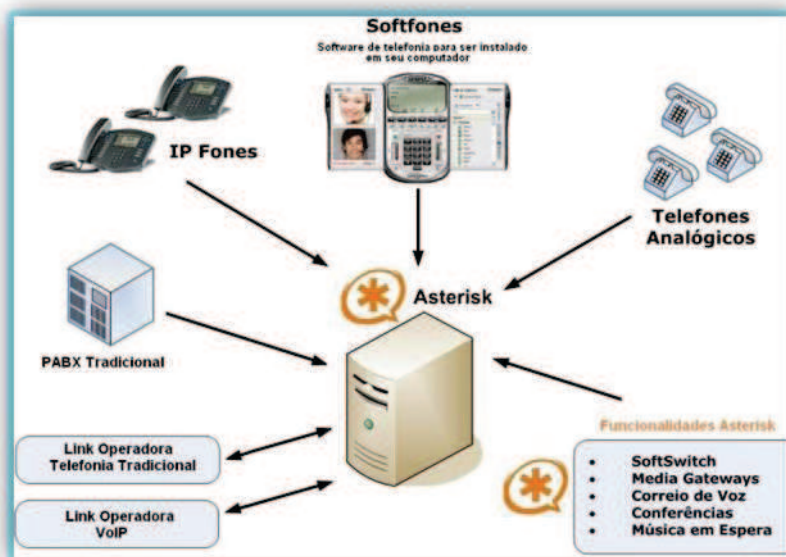


Figura 1.19 Servicios ofrecidos por Asterisk³⁵

Asterisk es un software libre que está desarrollado bajo GPL (General Public License), se considera una PBX porque es capaz de simular sus funciones, así como también ofrece las mismas características y servicios de una PBX, estos

son: buzón de voz, conferencia, IVR, distribución automática de llamadas, grabación de llamadas, entre otras.

La telefonía basada en Asterisk dispone de un extenso conjunto de funciones. Asterisk ofrece las funciones propias de las centralitas clásicas y además características avanzadas, pudiendo trabajar tanto con sistemas de telefonía tradicionales como con sistemas de redes IP. Soporta una gran variedad de protocolos entre ellos se tiene al protocolo SIP.

Gestiona en sistemas operativos como: Linux, Mac OS X, OpenBSD, FreeBSD and Sun Solaris.

1.7.4 VIDEOVIGILANCIA

Para mantener la seguridad de la empresa se deben colocar cámaras de vigilancia en lugares estratégicos donde se pueda enfocar y visualizar al personal que labora internamente y a los clientes que visitan las instalaciones, en función de esto la distribución debe enfocar lo siguiente:

1.7.4.1 Circuito cerrados de televisión o CCTV

Es un sistema de video vigilancia diseñado para supervisar diferentes actividades. Debido a sus características no permiten escalabilidad, flexibilidad y redundancia.

El sistema que puede estar compuesto por una o más cámaras analógicas para la vigilancia, normalmente es un grupo limitado de cámaras, conectadas a un monitor desde el cual se observa las imágenes capturadas por las cámaras.

El CCTV utiliza un DVR (Digital Video Record) para la grabación de video, esta grabación puede ser monitoreada remotamente a través de Internet, cuando el DVR posee característica IP.

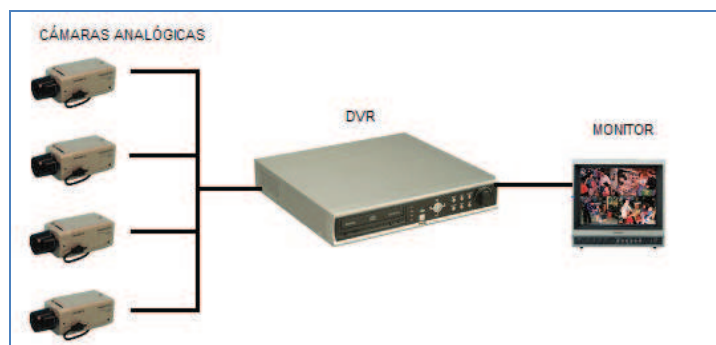


Figura 1. 20 Esquema básico de CCTV con DVR ³⁶

1.7.4.2 Sistema de video vigilancia sobre IP

Son sistemas que utilizan la red de datos para la transmisión de video, dando un sistema más flexible y eficiente. En este tipo de sistemas se utilizan cámaras IP que tienen características como: resolución alta de la imagen, zoom óptico, control de movimiento, control de acceso, entre otras.

A diferencia de los sistemas de CCTV con DVR, estos sistemas permiten almacenar la información directamente en un ordenador.

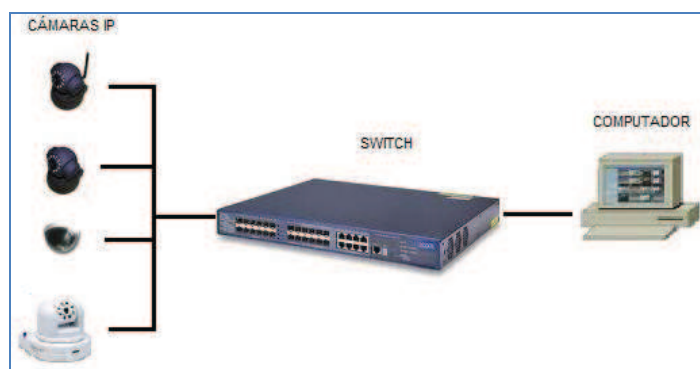


Figura 1. 21 Esquema Básico de Video Vigilancia sobre IP ³⁷

Por petición del cliente para la implementación de video vigilancia se lo va hacer con un sistema de CCTV con DVR, por tal razón no se detalla más acerca de la video vigilancia sobre IP.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA Y DISEÑO DE LA RED

2.1 ANTECEDENTES

INVETRONICA CIA. LTDA. es una empresa dedicada al desarrollo de sistemas de comunicación a nivel nacional, su principal objetivo es brindar a sus clientes la mejor solución de radiocomunicación, con equipos de alta tecnología que cubran las necesidades específicas de las empresas al mejor precio del mercado.

El personal técnico con el que cuenta, cumple con altos estándares requeridos para esta actividad. Los profesionales reciben capacitación permanente logrando un reconocido prestigio a nivel nacional.

Su trayectoria ha logrado la confianza de entidades privadas y gubernamentales, gracias al efectivo servicio y a la creación de sistemas innovadores.

Trabajan en base a principios sólidos de honestidad, profesionalismo, cuidando de los intereses de sus clientes a través de una efectiva asesoría.

2.2 INFRAESTRUCTURA

INVETRONICA, dentro de su estructura organizacional cuenta con una oficina principal y 3 sucursales, las mismas que se detallan a continuación.

- **OFICINA PRINCIPAL**

Se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, avenida Ramírez Dávalos 144 y Pasaje E4B, consta de dos pisos en los que trabajan alrededor de 12 personas distribuidas en las siguientes áreas:

ÁREA	# PERSONAS	UBICACIÓN
Infraestructura y Mantenimiento	4	Piso 1
Laboratorio de Soporte Técnico	4	Piso 2
Ventas	2	Piso 2
Proyectos	2	Piso 2

Tabla 2. 1 Distribución de personal Oficina Principal

La figura 2.1 muestra la ubicación de la oficina matriz obtenido desde el Google Earth.

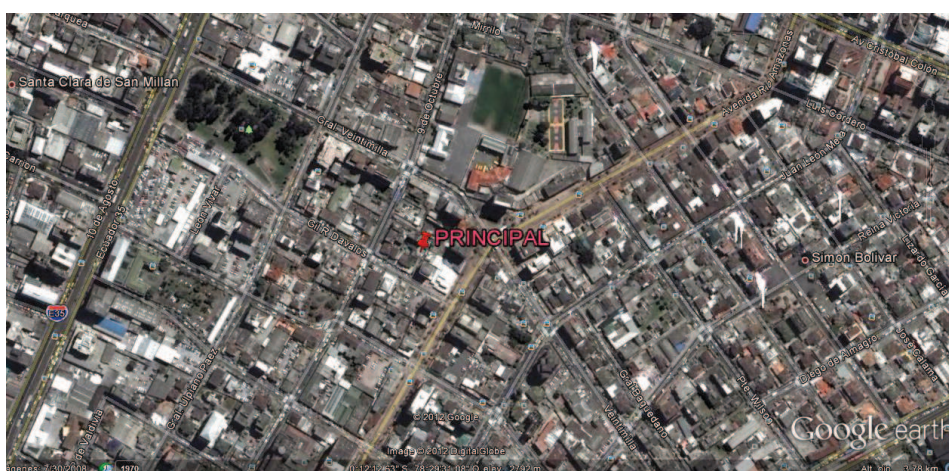


Figura 2. 1 Ubicación Oficina Principal

- **SUCURSAL 1**

Se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, Avenida Gran Colombia N16-112 y Telmo Paz y Miño, consta de un piso en el que trabajan alrededor de 7 personas distribuidas en las siguientes áreas:

ÁREA	# PERSONAS
Comercial	2
Ventas	2
Contabilidad	1
Servicio Técnico	2

Tabla 2. 2 Distribución de personal Sucursal 1

La figura 2.2 muestra la ubicación de la sucursal 1 obtenida desde el Google Earth.

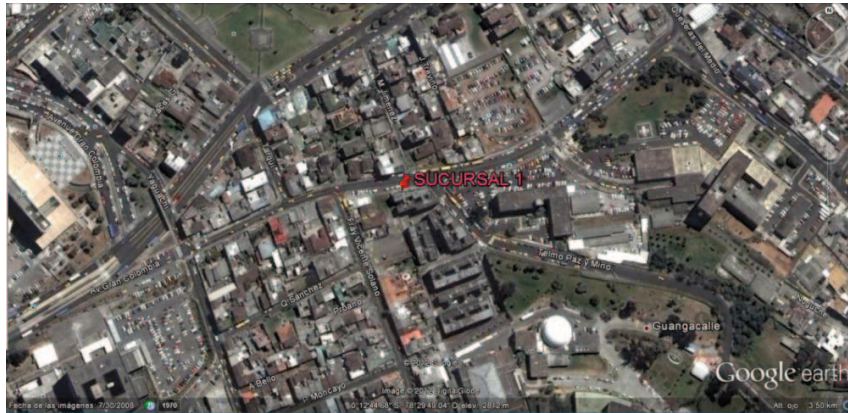


Figura 2. 2 Ubicación de la Sucursal 1

- **SUCURSAL 2**

Se encuentra ubicada en la ciudad de Quito en la Calle “D” Conocoto Lotización Poder Judicial por el Puente 2 en la Autopista General Rumiñahui, consta de dos pisos donde laboran alrededor de 7 personas distribuidas en las siguientes áreas:

ÁREA	# PERSONAS	UBICACIÓN
Metalmecánica	2	Piso 1
Diseño	3	Piso 1
Área	3	Piso 2

Tabla 2. 3 Distribución de personal Sucursal 2

La figura 2.3 muestra la ubicación de la Sucursal 2 obtenida en el Google Earth.



Figura 2. 3 Ubicación de la Sucursal 2

Al ser una empresa con varios años en el mercado cuenta con frecuencias asignadas para sistemas de radio comunicación y sistemas de modulación de banda ancha, de este modo se tiene:

TIPO DE SISTEMA	FRECUENCIAS [MHz]
Radiocomunicación	450 – 470 / 490 – 520
Modulación de Banda Ancha	5800

Tabla 2. 5 Frecuencias concesionadas para INVETRONICA

Cuentan con servicio de internet corporativo contratado con una velocidad de 2048 Mbps.

2.3 SITUACIÓN ACTUAL

Cada sucursal trabaja de manera independiente, pues no posee ningún tipo de enlace que permita la interacción y comunicación de datos.

Ninguna de las oficinas cuenta con cableado estructurado adecuado para la comunicación de las estaciones de trabajo.

No comparten recursos como impresoras, documentos o aplicativos de gestión, lo que dificulta el avance de procesos y proyectos con clientes.

Los valores de pago de servicio telefónico son excesivamente altos, pues las llamadas entre sucursales, nacionales y celulares se realizan a través de CNT.

No cuentan con un sistema de monitorización para cada sucursal, lo que dificulta al gerente conocer la gestión diaria que realiza cada uno de sus colaboradores.

2.4 REQUERIMIENTOS

La empresa INVETRONICA requiere de una red segura, disponible y escalable, integrando los servicios de voz, datos y video de forma convergente; así como la comunicación entre ellas, de la siguiente manera:

La sucursal 1 y la sucursal 2 se van a comunicar con la oficina principal a través de enlaces inalámbricos y ésta a su vez con la sucursal 3 a través de Internet.

Cada una de las sucursales deberá contar con cableado estructurado que cumpla con la norma T568-C.

Todos los equipos deberán trabajar bajo un mismo grupo de trabajo o dominio que les permita compartir los recursos de la red.

Cada usuario deberá manejar de manera independiente un nombre único para inicio de sesión que garantice a través de un password el acceso e integridad de la información.

Todas las estaciones podrán comunicarse entre sí a través de la implementación de telefonía IP con el fin de abaratar costos en llamadas.

Para mejor atención al cliente se deberá implementar un servicio de IVR que re dirija las llamadas entrantes con el fin de optimizar la comunicación.

Para un control adecuado de ocupación de líneas telefónicas, se deberá definir los tipos de llamadas que pueda realizar cada área en base a las funciones que éstas cumplan.

Con el fin de explotar todas las bondades que ofrece la telefonía IP, se deberá configurar sala de conferencias para todos los usuarios, desvío de llamadas por área,

transferencia de llamadas, captura de llamadas, buzón de mensajes de voz direccionados al correo electrónico entre otras.

Se deberá implementar un sistema de video vigilancia en las sucursales ubicadas en la ciudad de Quito, para realizar la debida monitorización y control de actividades de los colaboradores.

2.5 TELEFONÍA IP PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

La telefonía IP es una tecnología que permite integrar en una misma red las comunicaciones de voz y datos ya que se basa en el protocolo IP.

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de una central telefónica son:

Códecs usados ³⁸.- el códec es una de las características más importantes que maneja una central telefónica, ya que este es el lenguaje con que trasmite y recibe la información, los más comunes normados por la UIT-T son G.711, G.726 y G.729.

G.711, **COMPRESION**; A-law y u-law, **BITRATE (Kbps)**; 64, **APLICACIÓN**; Telefonía en general.

G.726, **COMPRESION**; ADPCM, **BITRATE (Kbps)**; 16, 24, 32 y 40, **APLICACIÓN**; DECT telefonía Internacional.

G.729, **COMPRESION**; CS-ACELP, **BITRATE (Kbps)**; 8, **APLICACIÓN**; VoIP sobre conexiones a Internet lentas.

Número de usuarios del sistema.- especifica el número mínimo de extensiones que podrán autenticarse en una central, para el caso de INVETRONICA el número de usuarios mínimo que debe soportar la central es de 31, ya que ese es el número actual de usuarios que laboran en la empresa.

Crecimiento.- este factor es primordial ya que hay que considerar una inversión a largo plazo, aplicando este concepto a INVETRONICA en base al crecimiento de la red a nivel de datos, el número de usuarios que en futuro deberá soportar la central es de 53.

Tipo de líneas a utilizar.- una central telefónica debe tener la capacidad para realizar llamadas internas y externas, para las internas se utilizará la infraestructura de la empresa y para las externas la empresa posee 3 líneas analógicas, mismas que se usarán para las llamadas entrantes, salientes convencionales y celulares.

Servicios adicionales.- la central telefónica deberá proveer de servicios adicionales como integración con otras centrales, manejo de troncales SIP, buzón de voz, IVR, soporte para conferencia multiusuario entre otras.

2.5.1. SELECCIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA

En base a los puntos antes mencionados las características mínimas que debe cumplir la central telefónica se muestran en la tabla 2.6:

EXTENSIONES REGISTRADAS	50
CÓDECS DE VOZ	G.729, G726, G.711
PUERTOS PARA LÍNEAS PSTN	3
PUERTOS ETHERNET	4
SERVICIOS	IVR, buzón de voz, conferencia
CONFIGURACIÓN Y ADMINISTRACIÓN	HTTP/HTTPS, TELNET
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	TCP/UDP/IP/, ICMP/ARP/RARP, DNS, TELNET, HTTP, SIP
ALMACENAMIENTO DE MENSAJES	50 horas de mensajes de voz
SALA DE CONFERENCIAS	1

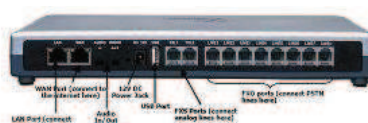
Tabla 2. 6 Características mínimas de la Central Telefónica

Con las características indicadas en la tabla 2.6 se ha buscado en el mercado centrales telefónicas que cumplan con las mismas y se consideraron como opciones válidas las siguientes:

- Central IP Grand stream Pbx-ip Gxe5024
- Central IP B-WISE
- Central IP Pbx Ip08

Central IP Grandstream Pbx-ip Gxe5024

Feature Specifications



Feature Specifications	GXE5024	GXE5028
FXO Ports	4 FXO	8 FXO
FXS Ports	2	2
Ethernet Ports	1 x WAN, 1 x LAN (10/100Mbps, integrated PoE)	1 x WAN, 1 x LAN (10/100Mbps, integrated PoE)
PSTN Life Line Ports	2 PSTN fail-over life lines	2 PSTN fail-over life lines
Peripheral Ports	USB, Audio In, Audio Out	USB, Audio In, Audio Out
Conference Rooms	2	4
Unified Message Storage	75 hours of voicemail, 5000 fax pages, 2 hours of video mail	150 hours of voicemail, 10000 fax pages, 4 hours of video mail
Registered Extensions	100	100
Voice Codecs	G.711, G.723, G.729 A/B/E, G.726, iLBC, T.38 fax relay	G.711, G.723, G.729 A/B/E, G.726, iLBC, T.38 fax relay
Video Codecs	H.264, H.263/H.263+	H.264, H.263/H.263+
Communication/Security Protocols	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, ARP/RARP, DNS, DDNS, DHCP, NTP, TFTP, TELNET, HTTP/HTTPS, PPoE, SIP(RFC3261),STUN, SRTP, TLS/SIP	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, ARP/RARP, DNS, DDNS, DHCP, NTP, TFTP, TELNET, HTTP/HTTPS, PPoE, SIP(RFC3261),STUN, SRTP, TLS/SIP
Compliance	FCC : Part 68 & 15B; CE : EN55022, EN55024, TBR21, EN60950, C-Tick : AS/NZX CISPR22, CIS PR24 A-Tick : AS-ACIF S002, AS/NZS60950 UL (power supply)	FCC : Part 68 & 15B; CE : EN55022, EN55024, TBR21, EN60950, C-Tick : AS/NZX CISPR22, CIS PR24 A-Tick : AS-ACIF S002, AS/NZS60950 UL (power supply)
Universal Power Supply	Input: 100-240V, 50-60Hz Output: 12 Vdc, 1.25Amp	Input: 100-240V, 50-60Hz Output: 12 Vdc, 1.25Amp
Configuration & Management	HTTP/HTTPS, TELNET, Syslog, TR-069 (pending)	HTTP/HTTPS, TELNET, Syslog, TR-069 (pending)

Figura 2. 5 Especificaciones de Grandstream Pbx-ip Gxe5024

Central IP B-WISE

- Sistema Operativo Asterisk 1.8
- Soporte de IVR configurable
- Correo de voz / Correo de voz a correo electrónico
- Desvío de llamadas
- Llamada en espera
- Transferencia de llamadas (Blind Transfer / Transferencia Attender)
- Sala de conferencias
- Identificador de llamadas
- Música en espera
- SIP Trunk
- enrutamiento de llamadas
- Códec usados G.711u / a, G.729, GSM, Speex, G.726
- Acceso SSH
- 100 extensiones disponibles SIP
- Interfaces Ethernet 10
- 4 Puertos FXO

Hardware

- CPU Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU E7400 @ 2.80GHz
- cache size 3072 KB
- Ram 2048 MB

Central IP Pbx Ip08

Sistema Operativo	Asterisk Open Source PBX IP
Versión	Asterisk GUI v2.0
Línea de código abierto de cancelación de eco	OSELEC
Menú IVR configurable	Si
correo de voz	Si

Correo de voz a correo electrónico	Si
Correo de voz a correo electrónico	Si
Desvío de llamadas	Si
Llamada en espera	Si
Transferencia de llamadas (Blind Transfer / Transferencia Attender)	Si
Sala de conferencias	Si
Proteger con contraseña de la Sala de Conferencias	Si
Captura de llamadas / llamadas Aparcamiento	Si
identificador de llamadas	Si
Follomee	Si
colas de llamadas	Si
Música en espera	Si
Call Detail Record	Si
Skype para SIP	Si
SIP Trunk / IAX2 Trunk	Si
PSTN troncales analógicas	Si
enrutamiento de llamadas	Si
Códec	G.711u / a, G.729, GSM, Speex, G.726
Acceso	SSH
extensiones disponibles SIP	50
llamadas simultáneas	llamadas simultáneas
Puertos Ethernet	2
Puertos USB	1
Slot MMC/SD	1

Tabla 2. 7 Características Central Central IP Pbx Ip08

Una vez analizadas las características técnicas de cada equipo todas cumplen con los requerimientos mínimos, sin embargo en base al presupuesto de la empresa, la central telefónica escogida para la implementación de la telefonía IP es la Central IP B-WISE.

2.5.2. DISEÑO DEL PLAN DE MARCACIÓN

Para que la marcación de la central telefónica se administre de manera adecuada, se deberá establecer planes de marcación para las llamadas entrantes y para las llamadas salientes.

Para definir las extensiones SIP se va a usar 3 dígitos ya que el número 100 que es el máximo número de usuarios se expresa con esa cantidad de números.

2.5.2.1. Llamadas Entrantes

Se ha visto la necesidad de configurar un IVR de bienvenida para mejorar la atención al cliente, éste en base a lo solicitado por el gerente de la empresa tendrá 2 opciones principales, opción 0 para comunicarse con ventas y opción 1 para comunicarse con soporte técnico, si el usuario conoce la extensión con la que desea comunicarse puede marcarla automáticamente o caso contrario puede esperar en la línea que la llamada será desviada automáticamente al área de atención al cliente.

2.5.2.2. Llamadas Salientes

En lo que respecta a llamadas salientes, éstas pueden ser llamadas internas, convencionales, nacionales, 1700, 1800, números de emergencia, llamadas a través de troncales SIP y celulares, cada una de estas marcaciones debe configurarse de manera separada, ya que no todos los usuarios tendrán acceso a todas las marcaciones por temas de uso de las líneas, de este modo se deberá crear niveles de permisos de la siguiente manera:

- **INVE-ADMINIS-LV0.-** este nivel tendrá acceso únicamente a llamadas internas entre extensiones, invitaciones para las conferencias y llamadas de emergencia.
- **INVE-ADMINIS-LV1.-** este nivel tendrá acceso a llamadas internas entre extensiones, invitaciones para conferencias, llamadas locales, llamadas nacionales y llamadas a números de emergencia.
- **INVE-ADMINIS-LV2.-** este nivel tendrá acceso a llamadas internas entre extensiones, invitaciones para conferencias, llamadas locales, llamadas nacionales, llamadas a celulares, llamadas 1700, llamadas 1800, llamadas a números de emergencia y llamadas a través de troncales SIP.

Acorde a las necesidades de la empresa se deben crear las siguientes extensiones IP para usuarios específicos, quienes deberán tener asignado un nivel de seguridad acorde a la tabla 2.10.

EXTENSIÓN	ASIGNADA A	NIVEL DE PERMISO
201	Laboratorio de Programación	INVE-ADMINIS-LV2
202	Metalmecánica	INVE-ADMINIS-LV0
203	Gerencia Amazonas	INVE-ADMINIS-LV2
204	Laboratorio Antenas	INVE-ADMINIS-LV1
205	Ventas, Amazonas	INVE-ADMINIS-LV1
206	Servicio al cliente, Hospital Militar	INVE-ADMINIS-LV1
207	Riobamba	INVE-ADMINIS-LV0

Tabla 2. 8 Niveles de permisos por extensión

2.6 DISEÑO DE LA VIDEO VIGILANCIA

Para el diseño de video vigilancia se va a tomar en cuenta varias características importantes, como son los requerimientos del cliente y los parámetros técnicos de las cámaras a utilizarse, las cuales permitirán hacer del diseño óptimo y eficiente.

En base a los requerimientos del cliente se podrá decidir mediante criterio, el sistema de video vigilancia a ser implementado (CCTV analógico usando un DVR IP o

Sistemas de Video IP con cámaras IP) y mediante pruebas visuales el número de cámaras a ser utilizadas en cada una de las sucursales.

Con los datos anteriores, se podrá elegir los parámetros técnicos que deben cumplir los equipos a ser adquiridos y posterior a esto realizar el cálculo del ancho de banda necesario para video vigilancia que entrará en funcionamiento dentro de toda la red implementada.

2.6.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

Un factor muy importante es el requerimiento del dueño de la empresa o cliente, por tanto se detalla a continuación las necesidades solicitadas por el mismo:

- Requiere de vigilancia en las sucursales ubicadas en Quito, con el propósito de monitorear el desarrollo de actividades de sus empleados, así como mantener en constante vigilancia las bodegas ubicadas en dichas agencias, y también llevar un registro mediante video del ingreso de cualquier persona extraña a las sucursales, dentro y fuera de horarios de oficina.
- El cliente requiere que en la matriz se utilice un equipo para video vigilancia, adquirido a inicios del año 2011.
- El equipo que posee al momento el cliente es un Hikvision modelo DSJ142I que cuenta con un DVR IP y cuatro cámaras analógicas. Por tanto en Matriz se va a implementar un Sistema CCTV analógico con DVR IP.

Para las demás sucursales será implementado un Sistema de Video IP con cámaras IP, debido a características como alta calidad y resolución de imagen, flexibilidad y escalabilidad. Además se toma en cuenta que el costo para la implementación de

dicho sistema es menor que la adquisición de un equipo similar al que se utilizará en la implementación del CCTV analógico con DVR IP en la matriz.

Para cumplir con lo solicitado por el cliente, se detalla en la tabla 2.9 el número de cámaras a usarse en cada sucursal, de acuerdo a los puntos estratégicos acordados con el cliente, luego de haber realizado pruebas visuales mediante la ubicación de las cámaras en varios sitios en cada una de la agencias, tomando en cuenta los ángulos de visión de cada una de las cámaras a ser utilizada.

SUCURSAL	NUMERO DE CÁMARAS
PRINCIPAL	4
SUCURSAL 1	1
SUCURSAL 2	1

Tabla 2. 9 Número de Cámaras por Sucursal de Quito

La figura 2.6 muestra la ubicación de la cámara 1 en el primer piso de la Oficina Principal.

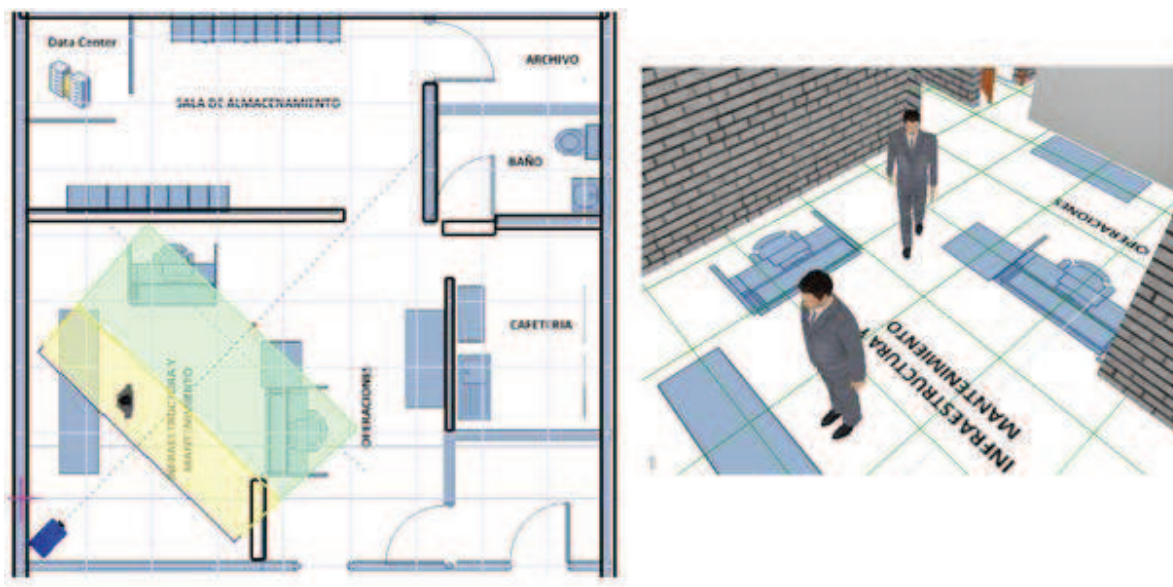


Figura 2. 6 Ubicación de las cámaras en el primer piso de la Matriz

La figura 2.7 muestra la ubicación de las cámaras 2, 3 y 4 en el segundo piso de la Oficina Principal, además de la cobertura que ofrecen.

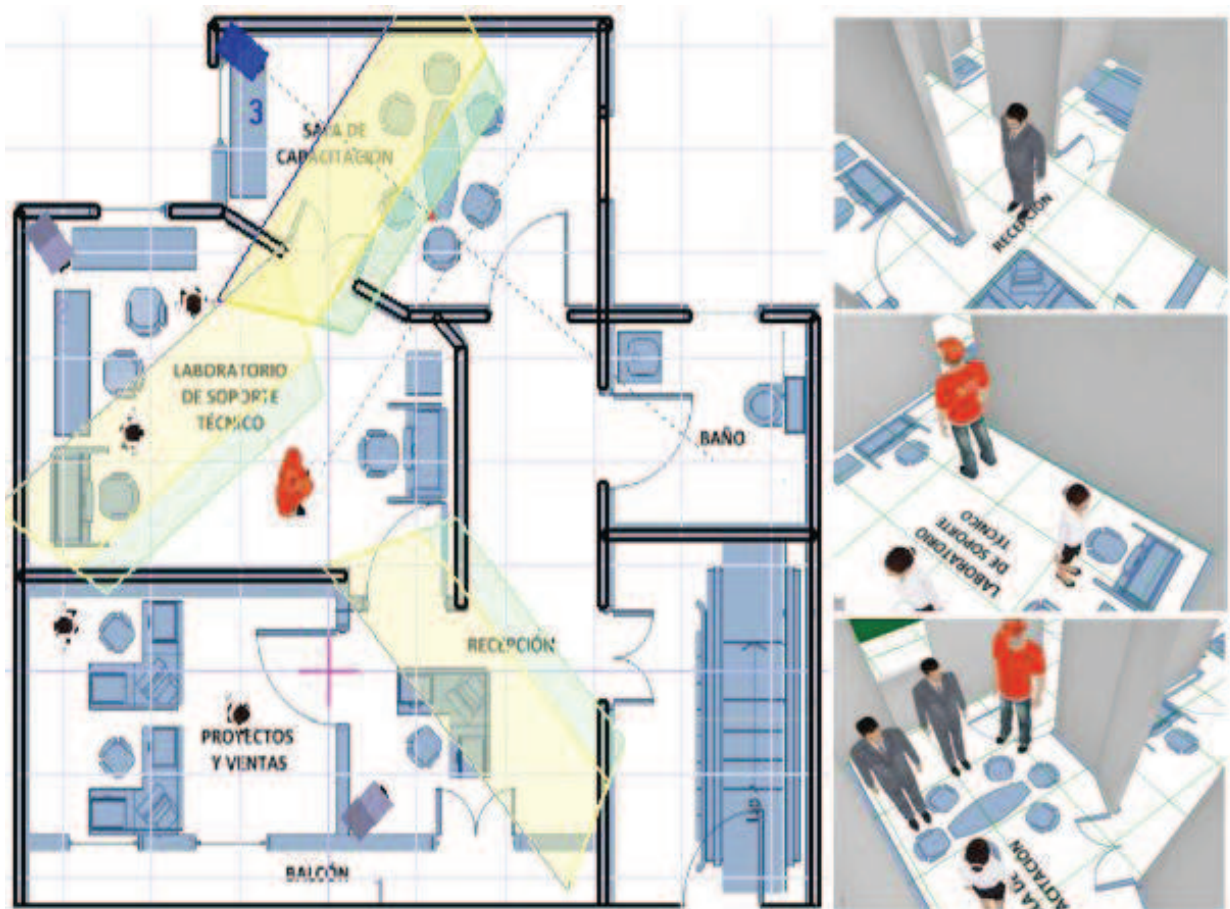


Figura 2. 7 Ubicación de las cámaras en el segundo piso de la Matriz

La figura 2.8 muestra la ubicación y cobertura de la cámara 4 en la Sucursal 1.

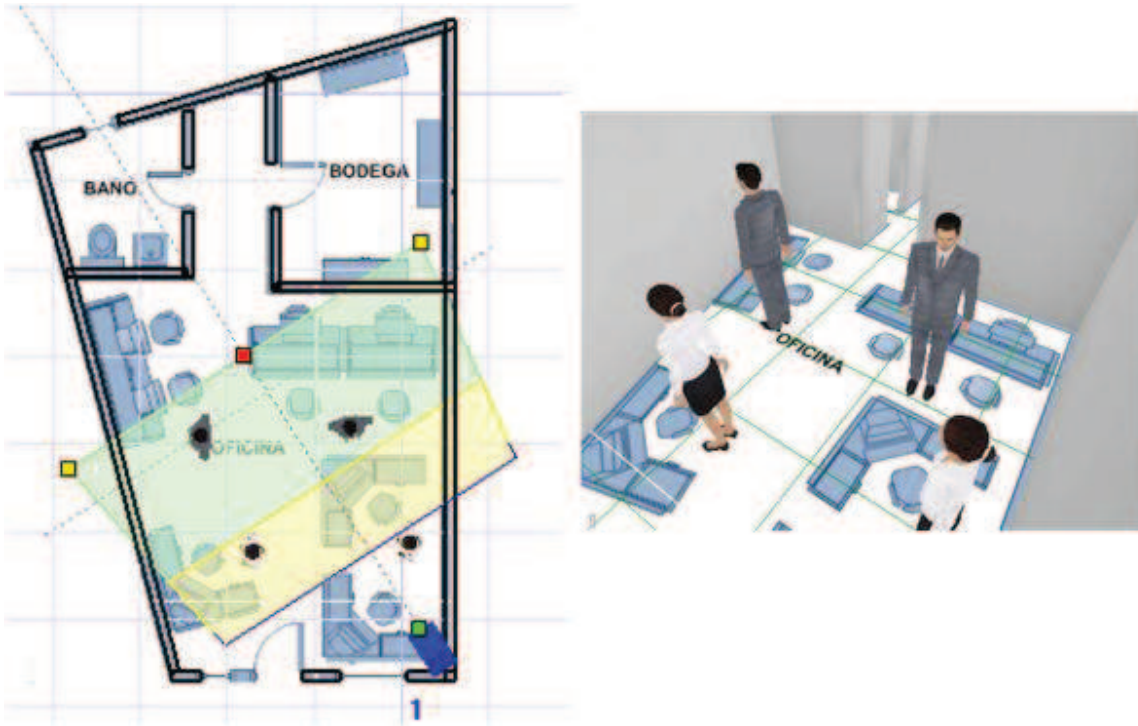


Figura 2. 8 Ubicación de las cámaras en la Sucursal 1

La figura 2.9 muestra la ubicación y cobertura de la cámara 5 en la Sucursal 2.

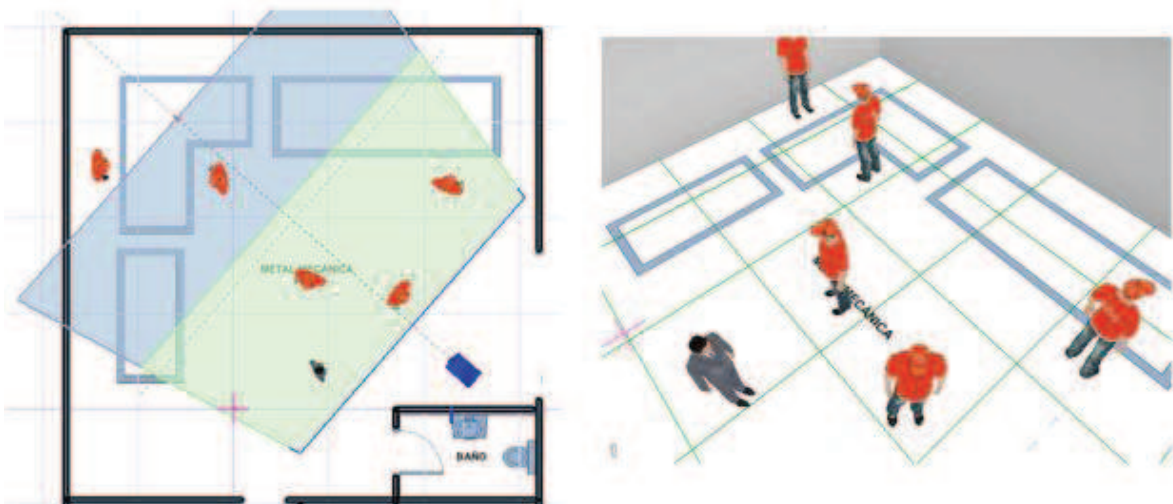


Figura 2. 9 Ubicación de las cámaras en la Sucursal 2

2.6.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Los requerimientos técnicos, son muy importantes dentro del diseño del sistema de video vigilancia sobre IP, ya que mediante estos parámetros se puede determinar el tráfico que genera el sistema de video vigilancia en la red, de manera de evitar inconvenientes en cuanto a saturación de la red en general y por ende a retardos en la transmisión del video.

2.6.3 ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA

Para el sistema de video vigilancia a implementarse en matriz CCTV analógico usando un DVR IP, se tiene mediante los parámetros técnicos del equipo DVR las siguientes características:

- VGA OUTPUT: 1024 x 768
- RESOLUCIÓN: CIF
- BIT RATE: 32 Kbps – 2 Mbps
- IMÁGENES POR SEGUNDO: 30
- FORMATO DE VIDEO COMPRESIÓN: H.264

De acuerdo a los parámetros anteriores, se tiene que el tráfico generado por el sistema de video vigilancia CCTV analógico usando un DVR IP puede oscilar entre 32 Kbps – 2 Mbps ajustables, por tanto se va a trabajar con el parámetro BIT RATE en 512 Kbps puesto que este valor es el mínimo para el correcto funcionamiento del sistema con la utilización de las 4 cámaras analógicas, de acuerdo a las hojas técnicas del equipo.

Para el sistema de video vigilancia a implementarse en el resto de sucursales de Quito a través de Video IP, de manera similar para diseño anterior se deben tomar en cuenta varias características técnicas de las cámaras IP así como la transmisión de la trama Ethernet para video.

En la tabla 2.10 se realizará el análisis rápido del formato de la trama Ethernet:

PREÁMBULO	INICIO Bytes	DIRECCIÓN DE ORIGEN	DIRECCIÓN DE DESTINO	LONG. Bytes	DATOS Bytes	FCS Bytes
7 Bytes	1	6 Bytes	6 Bytes	2	1460	4

Tabla 2. 10 Formato de la trama Ethernet

Encapsulando las tramas de capa superior con sus respectivas cabeceras, se produce una sobrecarga de 20 Bytes por la cabecera TCP y 20 Bytes de cabecera IP.

CABECERA IP	CABECERA TCP	Datos
20 Bytes	20 Bytes	1460 Bytes

Tabla 2. 11 Encapsulación de la Trama Ethernet

Por tanto se tiene una sobrecarga total de:

$$\text{Sobrecarga Total} = 7+1+6+6+2+4+20+20 = 66 \text{ Bytes}$$

A continuación se muestra en la tabla los niveles de compresión en función de la resolución

RESOLUCIÓN	Niveles de compresión KB		
	MJPEG		
	Alto	Medio	Bajo
320 x 240	15	12	10
640 x 480	58	46	39

Tabla 2. 12 Resolución vs. Nivel de compresión de imagen

Se tomará una resolución de 640 x 480 debido a que es una buena resolución respecto al nivel de compresión de 46 KB.

Por lo cual se tiene:

$$\#TRAMAS = \frac{\text{TAMAÑO DE APLICACIÓN}}{\text{DATOS ÚTILES DE LA TRAMA}}$$

$$\#TRAMAS = \frac{46 \text{ KBytes}}{1460 \text{ Bytes}} = 32$$

Por tanto la sobrecarga del paquete transmitido es: ³⁹

$$\begin{aligned} \text{SOBRECARGA TOTAL} &= \#TRAMAS * \text{SOBRECARGA TRAMA ETHERNET} \\ \text{SOBRECARGA TOTAL} &= 32 * 66 \text{ Bytes} = 2112 \text{ Bytes} \end{aligned}$$

Datos totales transmitidos por una imagen:

$$\begin{aligned} \text{DATOS TOTALES TRANSMITIDOS} &= \text{TAMAÑO APLICACION} + \text{SOBRECARGA TOTAL} \\ \text{DATOS TOTALES TRANSMITIDOS} &= 46 \text{ KBytes} + 2112 \text{ Bytes} = 49216 \text{ Bytes} \\ \text{DATOS TOTALES TRANSMITIDOS} &= 49216 \text{ Bytes} * 8 = 384,5 \text{ KBits} \end{aligned}$$

Aplicando el parámetro mínimo admisible para aplicaciones de video vigilancia como es una frecuencia de 10 imágenes por segundo, se tiene por cada cámara la siguiente velocidad de transmisión:

$$\begin{aligned} \text{VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN} &= \frac{384,5 \text{ KBits}}{1 \text{ imagen}} * \frac{10 \text{ imagen}}{1 \text{ segundo}} = 3.85 \text{ Mbps} \\ \text{VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN TOTAL} &= 3.85 \text{ Mbps} * 2 \text{ Cámaras} \approx 8 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Por tanto para el diseño de video vigilancia mediante Video IP tiene una Velocidad de transmisión de 8 Mbps, con lo cual si se suma la velocidad de transmisión de 512 Kbps del diseño de video vigilancia CCTV analógico usando un DVR IP, se tendrá un total de 8,5 Mbps de capacidad que circulará por la red LAN.

2.7 DISEÑO DE LA RED

2.7.1 PLANIFICACIÓN DE LA RED LAN

El diseño del presente proyecto se realizará en base a la proyección de 10 años, en cuanto a la implementación de los elementos pasivos como el cableado estructurado

se lo hará con una proyección de 10 años, debido a que este se lo implementa de manera permanente sin opción a ser modificado. Pero para la implementación del diseño restante haciendo referencia a los elementos activos de la red se efectuará con una proyección de 3 años, debido a que sería innecesario tener equipos que no se los ocuparía hasta los 10 años evitando así desperdiciar recursos.

2.7.1.1 Parámetros de Diseño

Seguridad

La utilización de redes y servicios de comunicación para transportar información, ha sido cada vez más creciente, ya que ha permitido compartir de manera eficiente, efectiva y oportuna la información; sin embargo, esto lleva consigo el riesgo que personas no autorizadas puedan acceder a la misma, con la finalidad de apropiarse, modificar su contenido o hacer un uso indebido de ella, por eso es importante proteger la información.

Disponibilidad

Por disponibilidad se entiende la probabilidad que un ítem (dispositivo, red o servicio) esté operativo y funcional en cualquier momento en el tiempo.

Escalabilidad

Una de las grandes necesidades en las Tecnologías de la Información (TI), es la de contar con infraestructura escalable, que permita garantizar los servicios ante incrementos en la demanda de los mismos, a la vez que facilite una rápida implementación de nuevos servicios sobre la infraestructura existente.

Convergencia

Permite la integridad de todo tipo de tráfico voz, datos y video; ya sea de manera cableada e inalámbrica, lo cual ha permitido dar valor a los negocios e incrementar la productividad y niveles de calidad de servicio al cliente.

2.7.1.2 Topología de la red

Es la forma como están interconectados los equipos (como routers, switch, computador, etc) en una red. Existen algunos tipos de topología que son: malla, árbol, estrella y bus.

2.7.1.3 Crecimiento de la empresa

El crecimiento en una empresa se puede interpretar como vitalidad y fortaleza, hay muchas formas en las que puede crecer una empresa por ejemplo: capacidad productiva, en infraestructura es decir creando nuevas sucursales, aumento de personal, etc. El crecimiento se lo puede representar de diferentes formas como: modelo de crecimiento exponencial, modelo crecimiento logarítmico y modelo de crecimiento lineal. Estos modelos ayudan a observar el comportamiento de un sistema o de una empresa.

2.7.1.4 Análisis del tráfico de la red

El análisis del tráfico de la red es de mucha utilidad porque proporciona información que permite saber la funcionalidad de la red y así determinar la capacidad.

Para analizar el tráfico de red se la puede monitorear, en la actualidad existen algunas herramientas que permiten hacer un análisis a través de SNMP que es un Protocolo Simple de Gestión de Red, tales como: PRTG, MRTG, JFFNMS, CACTI, etc.

SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red) es un protocolo que permite administrar, supervisar y diagnosticar problemas en la red.

2.7.1.5 Sistema de Cableado Estructurado ⁴⁰

Sistema que permite enlazar dispositivos de comunicación tanto dentro de un edificio como un grupo de edificios.

Se debe tomar en cuenta para el diseño los siguientes parámetros:

Número de salidas de telecomunicaciones (#Salidas)

Este parámetro permite conocer el total de puntos tanto dobles como simples a implementarse en una red.

$$\#Salidas = \sum_{n=1}^n Salidas_n$$

Ecuación 2. 1

Cálculo del número de Patch Panel

Se obtiene con la ecuación 2.2.

$$\text{Número Patch Panel} = \frac{\text{Número de Puntos}}{24}$$

Ecuación 2. 2

Cálculo del número de rollos

El cálculo se realizará de la siguiente manera:

Calcular la longitud del cable⁴¹

- Medir la distancia al punto más lejano
- Medir la distancia al punto más cercano
- Sumar y dividir para dos
- Añadir un 10% de holgura
- Añadir holgura de terminación (2.5 m)
- Se añadió unos 3.5 m de holgura en subida y bajada del cable

Una vez obtenida la longitud del cable se procede a:⁴²

- Calcular el número de corridas por caja o por rollo

$$D = \frac{305}{\text{Distancia promedio}}$$

Ecuación 2. 3

- Aproximarlo por debajo
- Calcular la cantidad de bobinas o rollos de cable
 - $\text{Cajas o rollos} = \text{número de salidas} / D$

Ecuación 2. 4

- Aproximar por arriba

Cálculo del número de switch

Se obtiene con la ecuación 2.5.

$$\#Switch = \sum_{n=1}^n \text{Número Patch Panel}_n$$

Ecuación 2. 5

Número de Patch Cord

El patch cord de 3 pies va a ser usado para la administración del puerto en el rack y el patch cord de 7 pies va a ser utilizado en la estación de trabajo del usuario.

$$\#Patch\ Cord = \#Salidas$$

Ecuación 2. 6

Cálculo del tamaño del rack

Para el cálculo de este parámetro se considera las medidas estandarizadas de los elementos que se muestran en la tabla 2.6.

Elemento	HU
Patch Panel 24 puertos	1
Organizadores Horizontales	2
Bandejas	1
Crecimiento	4
Espaciamiento	1
Alimentación	1
Switches	2
TOTAL	12

Tabla 2. 13 Tamaño del Rack

2.7.2 DISEÑO DE LA RED

En INVETRONICA se realizará el diseño de la red en base a la situación actual y requerimientos como se describe en los numerales 2.2 y 2.3 respectivamente, para satisfacer las necesidades del cliente como de sus empleados.

De las consideraciones expuestas en el numeral 2.3.1.1 se tiene:

Seguridad

La información es de vital importancia para una empresa por lo que debe ser protegida de intrusos y ataques informáticos. Por tanto, en el presente proyecto se implementará un Firewall, que permita controlar y proteger el tráfico entrante y saliente en la red, mediante la aplicación de políticas de seguridad.

Disponibilidad

Mediante el dimensionamiento de equipos, así como el análisis de tráfico, se podrá garantizar que la red esté disponible y funcionando correctamente.

Escalabilidad

La red a implementarse en el presente proyecto permitirá ser escalable a una proyección de 10 años, sin perder la calidad de los servicios y utilizar la misma infraestructura.

Convergencia

En este presente proyecto se implementará una única infraestructura para la transmisión de voz, datos y video.

2.7.2.1 Crecimiento de la empresa

INVETRONICA CIA. LTDA. tiene consolidada como empresa una vida útil de 19 años, tiempo en el cual ha ido incrementando sus sucursales y número de empleados paulatinamente.

La empresa nació el año de 1993 con una oficina situada en la Gran Colombia y Telmo Paz y Miño con un número inicial de 2 usuarios, 6 años más tarde (año 1999)

se ve la necesidad de incrementar una nueva oficina, ésta se ubicó en la Amazonas y Ramírez Dávalos con un número inicial de 2 usuarios, 5 años más tarde (año 2004) se establece una nueva sucursal en el Puente 2 de la autopista general Rumiñahui con 1 usuario inicial y finalmente 2 años más tarde (año 2006) se establece una nueva sucursal en Riobamba con 2 usuarios iniciales.

La tabla 2.14 muestra el crecimiento de empleados que ha tenido INVETRONICA desde el 2007 en cada una de las sucursales, de acuerdo a la información tomada de archivos del área de recursos humanos de la empresa.

	2007	2008	2009	2010	2011
Oficina Principal	6	7	7	10	12
Sucursal 1	3	5	6	7	7
Sucursal 2	3	3	4	6	6
Sucursal 3	2	3	4	5	5

Tabla 2. 14Crecimiento anual de empleados de INVETRONICA

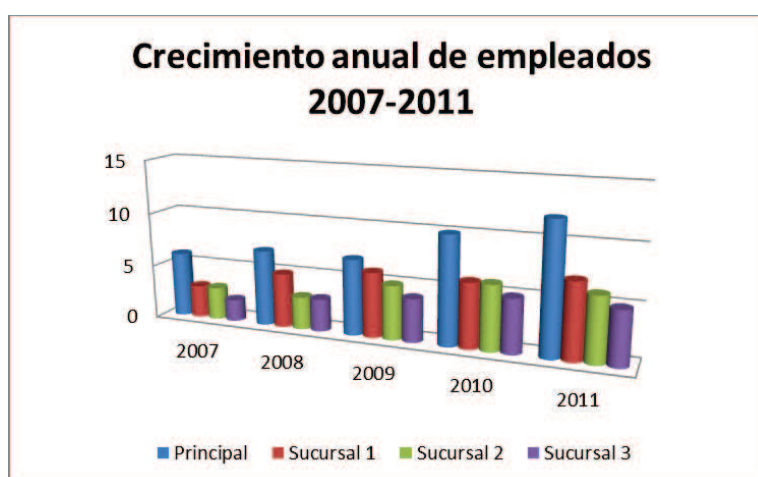


Figura 2. 10 Gráfica del crecimiento anual de empleados

La figura 2.10 muestra el crecimiento total de empleados que se ha tenido en los 5 últimos años, con los datos recolectados en las inspecciones realizadas a las agencias se ha comprobado de forma visual que no todo el personal requiere de un

Sucursal 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sucursal 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabla 2. 16 Crecimiento en una proyección de 10 años

En la tabla 2.17 se muestra el número total de personas y el número de puntos a implementar en 10 años, por sucursal.

	Total Personas	Total Puntos (voz, datos)
Oficina Principal	22	44
Sucursal 1	7	14
Sucursal 2	12	24
Sucursal 3	12	24

Tabla 2. 17 Número total de personas y puntos a implementar

2.7.2.2 Topología de la red

Permite conocer como está compuesta físicamente la red, por esa razón para INVETRONICA se definirá una topología que describa a la red y sea fácil de identificar cada elemento que lo compone para su administración.

INVETRONICA tiene cuatro sucursales como se detalló en el numeral 2.1.1, tres de ellas se encuentran en Quito y una en Riobamba, en este diseño se tendrá una topología en estrella por su fácil administración, así como se muestra en la figura 2.12.

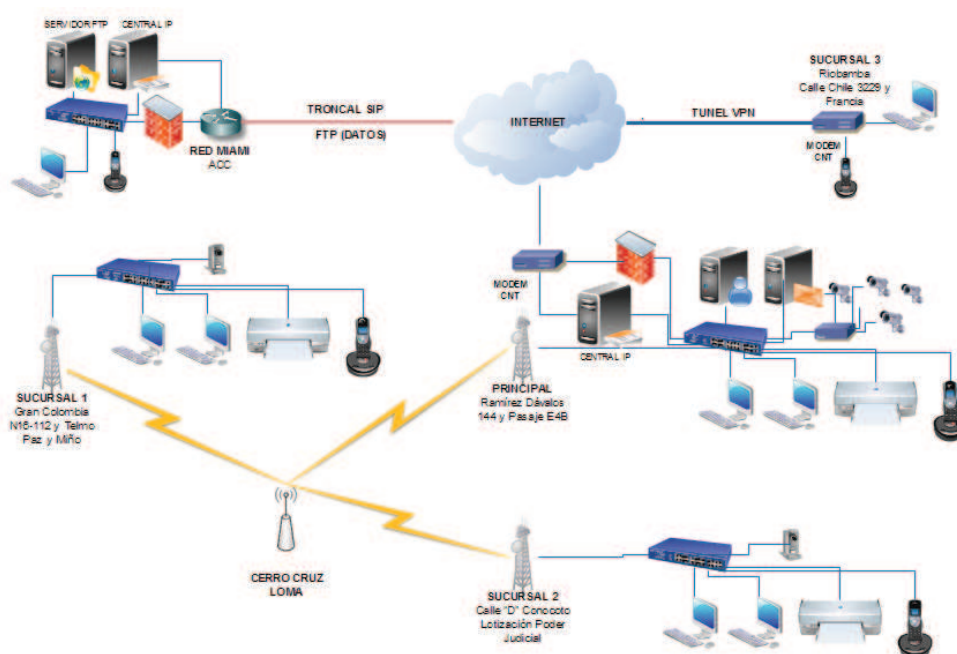


Figura 2. 12 Topología de red a implementarse en INVETRONICA

2.7.2.3 Análisis de tráfico

2.7.2.3.1 Análisis del tráfico de datos e Internet

El análisis del ancho de banda se efectuó mediante el uso de la herramienta de gestión de red PRTG (Paessler Router TrafficGrapher) a través del protocolo SNMP, se escogió esta herramienta por su fácil instalación y configuración.

El PRTG se instalará en un computador para monitorear una de sus interfaces de red en horas pico, en cada una de las sucursales.

Oficina Principal

En la figura 2.13 se muestra el tráfico total de datos e Internet, utilizado por una sola persona en la oficina principal.

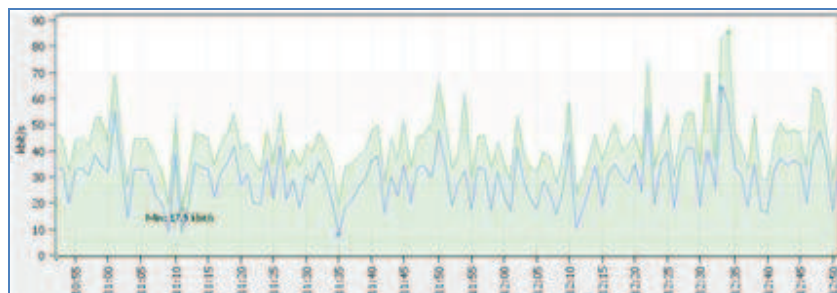


Figura 2. 13 Análisis de tráfico, Oficina Principal

Por tanto la velocidad total de datos e Internet de la Oficina Principal es igual a 86.8 Kbit/s por usuario.

Sucursal 1

La figura 2.14 muestra el tráfico de datos e Internet requerido por una sola persona en la Sucursal 1 para desempeñar sus funciones.

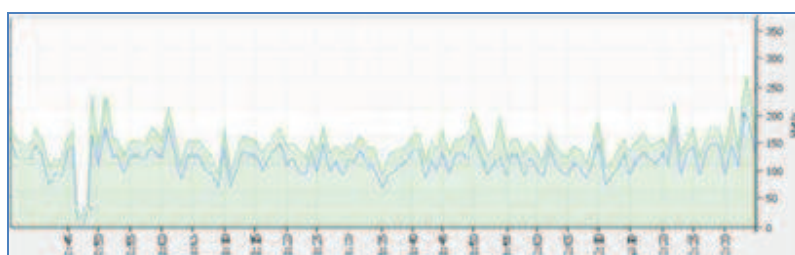


Figura 2. 14 Análisis de tráfico, Sucursal 1

Por lo tanto se concluye que la velocidad total de datos e Internet para esta sucursal es 252.1 Kbit/s.

Sucursal 2

La figura 2.15 muestra el tráfico total requerido que una sola persona necesita para realizar sus funciones en la sucursal 2.

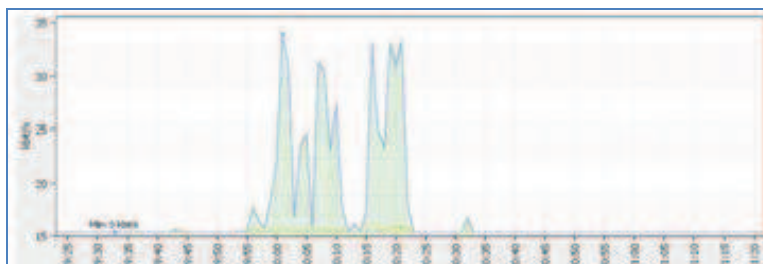


Figura 2. 15 Análisis de tráfico, Sucursal 2

De la figura 2.15 se puede concluir que la velocidad total requerida en esta sucursal es 34.7 kit/s.

Sucursal 3

El tráfico total de datos e Internet que requiere una persona para realizar su trabajo en esta sucursal se muestra en la figura 2.16.

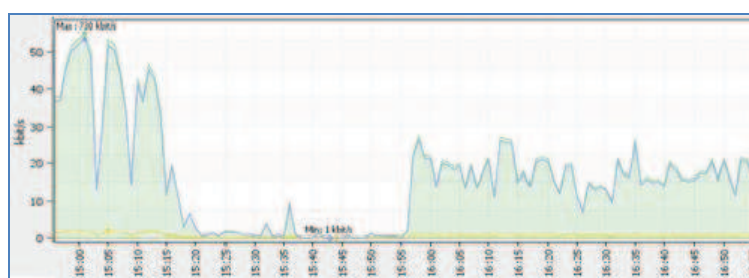


Figura 2. 16 Análisis del tráfico, Sucursal 3

La velocidad total requerida para la sucursal 3 es de 72.3 Kbps.

Por lo tanto la tabla 2.18 muestra el tráfico total de los datos e Internet requerido por cada sucursal a una proyección de 10 años.

	Tráfico Total Kbps
Oficina Principal	1909.6
Sucursal 1	1764.7
Sucursal 2	416.4
Sucursal 3	867.6

Total	4958.3
--------------	--------

Tabla 2. 18 Tráfico total

2.7.2.3.2 *Análisis del tráfico de voz*

El tráfico de voz se transmitirá usando la misma infraestructura de cableado estructurado, por tal razón se estimará la velocidad que se requiere para la transmisión de voz.

Para determinar la velocidad requerida, en base al ítem 2.5.1. se definió la central telefónica a usar para la implementación, misma que usa los siguientes códecs para la transmisión de la voz:

G.711, **COMPRESIÓN:** A-law y u-law, **BITRATE (Kbps):** 64, **APLICACIÓN:** Telefonía en general.

G.726, **COMPRESIÓN:** ADPCM, **BITRATE (Kbps):** 16, 24,32 y 40, **APLICACIÓN:** DECT telefonía Internacional.

G.729, **COMPRESIÓN:** CS-ACELP, **BITRATE (Kbps):** 8, **APLICACIÓN:** VoIP sobre conexiones a Internet lentas.

Además ésta es capaz de soportar mínimo 53 usuarios que fue lo dimensionado para un crecimiento a 10 años, por tanto la velocidad de transmisión requerida se obtendrá multiplicando la velocidad de G.711 por el número de usuarios.

La tabla 2.10 muestra la velocidad total que se requiere para la transmisión de voz.

Usuarios Totales	Velocidad requerida (Kbps)	Velocidad Total (Kbps)
53	64	3392

Tabla 2. 19 Muestra el tráfico total para la voz

2.7.2.3.3 Análisis del tráfico de video

En la empresa INVETRONICA se implementarán cámaras IP en las sucursales de Quito por petición del cliente, el tráfico de video al igual que la voz se transmitirá por la misma infraestructura de cableado estructurado, por tal razón se estimará la velocidad de transmisión requerida para video.

La tabla 2.20 muestra la velocidad requerida para transmisión de video obtenido en el numeral 2.6.3

Velocidad de Transmisión (Mbps)	
CCTV	0.512
Cámaras IP	8
Total	8.512

Tabla 2. 20 Velocidad total para transmisión de video

De acuerdo a los datos obtenidos en el numeral 2.7.2.3 se obtendrá la velocidad total que el sistema requiere para la transmisión de voz, datos y video.

Velocidad de Transmisión Total Mbps	
Tráfico de datos e Internet	4,958
Tráfico de voz	3,392
Tráfico de video	8,512
Total	16,862

Tabla 2. 21 Velocidad de Transmisión Total

La tabla 2.21 muestra la que la velocidad de transmisión total requerida por el sistema es de 16.862 Mbps requerida por el sistema para transmitir voz, datos y video a una proyección de 10 años.

2.7.2.4 Dimensionamiento de los servidores

La dimensión de los equipos es un parámetro muy importante porque se debe elegir un equipo adecuado que se ajuste a las necesidades del cliente.

Sistema Operativo

Existen varios sistemas operativos orientados a brindar servicios, en base a los requerimientos del cliente se debe realizar la selección entre los siguientes:

Sistema Operativo	Descripción
Windows Sever 2003 Standard Edition	Considerado como el sistema operativo servidor fiable ideal para satisfacer las necesidades diarias de pequeñas y medianas empresas, proporcionando la solución óptima para compartir archivos e impresoras, conectividad segura a Internet, implementación centralizada de aplicaciones y un entorno de trabajo que conecta eficazmente a empleados, socios y clientes. Soporta hasta 4 procesadores y 4 Gb de Memoria RAM
Windows Server 2003 Enterprise Edition	Ideal tanto para grandes compañías como para las de tamaño medio, para implementar aplicaciones de forma segura, así como servicios Web. Integrándose en infraestructuras aportando fiabilidad, mejores rendimientos y un elevado valor empresarial, se presenta tanto en 32 como en 64 bit. Soporta hasta 8 procesadores, hasta 64 Gb de memoria RAM y permite clustering de hasta 8 nodos
Windows Server 2003 Datacenter Edition	Suele emplearse para aplicaciones críticas de negocio así como las consideradas de misión crítica, que exigen los más altos niveles de uptime, escalabilidad y fiabilidad. Sólo disponible a través del Datacenter Program de la mano de los fabricantes y

	proveedores deservicios líderes del mercado, se presenta en las versiones de 32 y64 bit. y permite escalar por encima de las 8 vías o procesadores alcanzando hasta 64 procesadores en paralelo
<p align="center">Windows Server 2003 Web Edition</p>	Especialmente diseñado para alojar y servir páginas Web, manteniendo las funcionalidades esenciales que garantizan la fiabilidad, seguridad y facilidad de gestión características de Windows Server. Es la edición adecuada para implementar servidores Web dedicados a bajo coste

Tabla 2. 22 Descripción de los Sistemas Operativos de la plataforma Windows Server 2003 ⁴³

Servicio DNS

Permite asocia un nombre a un equipo dentro de la red, se implementará este servicio, como se dijo en el numeral 2.3 para el presente proyecto se requiere que todos los usuarios se encuentren en un mismo dominio, para que puedan compartir recursos.

Servicios de Active Directory

Es un servicio que permite creación de usuarios, grupos de usuarios relacionar componentes aplicando políticas de acceso, así como se dijo en el numeral 2.3 cada usuario deberá manejar de manera independiente un nombre único para inicio de sesión que garantice a través de una contraseña el acceso e integridad de la información para la implementación del presente proyecto.

Para el caso puntual de INVETRONICA se busca implementar un servidor DNS y Active Directory para manejar 29 usuarios contemplados para un crecimiento de 3

años, el sistema operativo que más se orienta a éstos requerimientos es el Windows Server 2003 Standar Edition para pequeñas y medianas empresas.

Para este tipo de servidor Microsoft define los requerimientos mínimos de hardware para la implementación.

Windows Server 2003 Standard Edition

Componente	Requisito
Equipo y procesador	PC con procesador a 133 MHz mínimo; procesador a 550 MHz o superior recomendado (Windows Server 2003 Standard Edition compatible con hasta cuatro procesadores en un servidor)
Memoria	128 MB de RAM mínimo; 256 MB o más recomendado; 4 GB máximo
Disco duro	Espacio en disco disponible entre 1,25 y 2 GB
Unidad	Unidad de CD-ROM o DVD-ROM
Pantalla	VGA o hardware compatible con redirección de consola mínimo; Super VGA compatible con 800 x 600 o monitor de resolución superior recomendado

Figura 2. 17 Requerimientos mínimos para un servidor Windows Server 2003 Standard Edition ⁴⁴

En base a las especificaciones de la figura 2.17 se ha buscado en el mercado equipos que cumplan con estos requerimientos, se ha tomado en cuenta HP y DELL por su experiencia y CLON por su economía.

	CLON	HP	DELL
PROCESADOR	Pentium 4	Core i5	Core i5
Memoria	1 GB	4 GB	4 GB
Disco Duro	120 GB	500 GB	1000 GB
Unidad Óptica	DVD - ROM	DVD - ROM	DVD – ROM
Interfaz de Red	10 – 100 Mbps	100 – 1000 Mbps	100 – 1000 Mbps

Tabla 2. 23 Comparación de equipos para Servidores

Analizando las características de los equipos se verifica que los 3 cumplen con las especificaciones técnicas necesarias, sin embargo se ha optado por el CLON debido al presupuesto, facilidad y economía para cambio de partes y piezas.

2.7.2.5 Dimensionamiento de cableado estructurado

En INVETRONICA como se ha venido mencionando anteriormente se implementará una red para: voz, datos, y video; por lo que es importante determinar el tipo de cable que se requiere para soportar estos servicios.

Existen una gran variedad de tipos de cable para cableado estructurado como se detalla en el Capítulo 1, pero se escogió el cable UTP categoría 5e debido a que la capacidad total del canal dimensionada a 10 años es de 16,862 Mbps y éste una velocidad máxima de 100 Mbps, distancia máxima a 100 m y frecuencia a 100 MHz.

En base al crecimiento de la empresa, al número de usuarios y al diseño de la video vigilancia se obtiene la tabla 2.4 que muestra el número de puntos de voz, datos y video para la implementación del cableado estructurado.

El etiquetado de los puntos en cada una de las sucursales se hará en base a la norma ANSI/TIA/EIA 606-A, así como se detalla en el Capítulo 1.

	PUNTOS DE VOZ	PUNTOS DE DATOS	PUNTOS DE VIDEO	TOTAL
PRINCIPAL	19	19	4	42
SUCURSAL 1	7	7	1	15
SUCURSAL 2	10	10	1	21
SUCURSAL 3	8	8	----	16

Tabla 2. 24 Puntos de cada sucursal

La implementación del cableado estructurado para cada una de las sucursales se lo hará para un plazo de 10 años.

Oficina Principal

Esta sucursal por ser una de las más grandes tiene el mayor número de puntos y físicamente está distribuida de en las siguientes áreas (ver tabla 2.25 y tabla 2.26):

- **Piso 1**

Área	Salidas	Tipo	Descripción
Infraestructura	5	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
	1	Simple	Salida simple: Video
Cafetería	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Bodega	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.

Tabla 2. 25 Salidas Planificadas Oficina Principal Piso 1

- **Piso 2**

Área	Salidas	Tipo	Descripción
Servicio Técnico	5	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
	1	Simple	Salida simple: Video
Recepción	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
	1	Simple	Salida simple: Video
Ventas	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Sala de Conferencia	4	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
	1	Simple	Salida simple: Video

Tabla 2. 26 Salidas Planificadas Oficina Principal Piso 2

Salidas de Telecomunicaciones.- la tabla 2.27 muestra la distancia desde el cuarto de telecomunicaciones al área de trabajo.

SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES	DISTANCIA [m]
1SA3-BD01 / 1SA3-BV01	1.60
1SA3-BD02 / 1SA3-BV02	4.20
1SA3-BD03 / 1SA3-BV03	5.90
1SA3-BD04 / 1SA3-BV04	7.20
1SA3-BD05 / 1SA3-BV05	19.3
1SA3-BD06 / 1SA3-BV06	13.2

1SA3-BD07 / 1SA3-BV07	14.4
1SA3-AD01 / 1SA3-AV01	8.60
1SA3-AD02 / 1SA3-AV02	5.7
1SA3-AD03 / 1SA3-AV03	6.50
1SA3-AD04 / 1SA3-AV04	7.50
1SA3-AD05 / 1SA3-AV05	10
1SA3-AD06 / 1SA3-AV06	12.7
1SA3-AD07 / 1SA3-AV07	14.5
1SA3-AD08 / 1SA3-AV08	16.3
1SA3-AD09 / 1SA3-AV09	11
1SA3-AD10 / 1SA3-AV10	18.5
1SA3-AD11 / 1SA3-AV11	23.9
1SA3-AD12 / 1SA3-AV12	28.9
1SA3-AD13 / 1SA3-AV13	31.2
1SA3-BD20	10.50
1SA3-AD21	4.5
1SA3-AD22	13.1
1SA3-AD23	28.5

Tabla 2. 27 Salidas de Telecomunicaciones Oficina Principal

Dimensionamiento.- La tabla 2.28 muestra los resultados obtenidos.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Número de Salidas de Telecomunicaciones	Ecuación 2.4	20 Dobles 4 Simples
Cálculo Patch Panel	Ecuación 2.15	2
Cálculo de Rollo	Ecuación 2.17	4
Cálculo Switch	Ecuación 2.18	2 / 24 puertos
Cálculo Patch Cords	Ecuación 2.19	44 / 3 pies

		44 / 7 pies
Cálculo del Rack	-----	12 HU

Tabla 2. 28 Dimensionamiento de cableado estructurado Oficina Principal

Sucursal 1

Esta sucursal cuenta con un piso que se encuentra distribuido por áreas de la siguiente manera (ver tabla 2.29):

Área	Salidas	Tipo	Descripción
Ventas	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Contabilidad	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Laboratorio Técnico	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Gerencia	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Proyectos	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Cámara	1	Simple	Salida simple: Video

Tabla 2. 29 Salidas Planificadas Sucursal 1

Salidas de Telecomunicaciones.- la tabla 2.20 muestra la distancia desde el cuarto de telecomunicaciones hasta el área de trabajo.

SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES	DISTANCIA [m]
1SA1-AD01 / 1SA1-AV01	2.60
1SA1-AD02 / 1SA1-AV02	5.6
1SA1-AD03 / 1SA1-AV03	8.30
1SA1-AD04 / 1SA1-AV04	9.7
1SA1-AD05 / 1SA1-AV05	12.5
1SA1-AD06 / 1SA1-AV06	8
1SA1-AD07 / 1SA1-AV07	5.4

1SA1-AD08	10
-----------	----

Tabla 2. 30 Salidas de Telecomunicaciones Sucursal 1

Dimensionamiento.- la tabla 2.31 muestra los resultados obtenidos.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Número de Salidas de Telecomunicaciones	Ecuación 2.4	7 Dobles 1 Simples
Cálculo Patch Panel	Ecuación 2.15	1
Cálculo de Rollo	Ecuación 2.17	1
Cálculo Switch	Ecuación 2.18	1 / 24 puertos
Cálculo Patch Cords	Ecuación 2.19	15 / 3 pies 15 / 7 pies
Cálculo del Rack	-----	12 HU

Tabla 2. 31 Dimensionamiento de cableado estructurado Sucursal 1

Sucursal 2

Esta sucursal cuenta con dos pisos que se encuentran distribuidos por áreas de la siguiente manera (ver tabla 2.32 y tabla 2.33):

- **Piso 1:**

Área	Salidas	Tipo	Descripción
Diseño	7	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos
Oficina	1	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos
Metalmecánica	1	Simple	Salidas simple: video

Tabla 2. 32 Salidas Planificadas Sucursal 2 Piso 1

- **Piso 2:**

Área	Salidas	Tipo	Descripción
------	---------	------	-------------

Proyectos	4	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos
-----------	---	--------	-----------------------------------

Tabla 2. 33 Salidas Planificadas Sucursal 2 Piso 2

Salidas de Telecomunicaciones.- la tabla 2.34 muestra la distancia desde el cuarto de telecomunicaciones al área de trabajo.

SALIDAS TELECOMUNICACIONES	DE	DISTANCIA [m]
1SA2-AD01 / 1SA2-AV01		6.4
1SA2-AD02 / 1SA2-AV02		13.6
1SA2-AD03 / 1SA2-AV03		11.6
1SA2-AD04 / 1SA2-AV04		12
1SA2-AD05 / 1SA2-AV05		14
1SA2-AD06 / 1SA2-AV06		16.6
1SA2-AD07 / 1SA2-AV07		18.6
1SA2-AD08 / 1SA2-AV08		2.19
1SA2-AD09 / 1SA2-AV09		12.8
1SA2-AD10 / 1SA2-AV10		10
1SA1-AD0		17.5

Tabla 2. 34 Salidas de Telecomunicaciones Sucursal 2

Dimensionamiento.- la tabla 2.35 muestra los resultados obtenidos.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Número de Salidas de Telecomunicaciones	Ecuación 2.4	20 Dobles 1 Simples
Cálculo Patch Panel	Ecuación 2.15	1
Cálculo de Rollo	Ecuación 2.17	2
Cálculo Switch	Ecuación 2.18	1 / 24 puertos

Cálculo Patch Cords	Ecuación 2.19	21 / 3 pies 21 / 7 pies
Cálculo del Rack	-----	12 HU

Tabla 2. 35 Dimensionamiento cableado estructurado Sucursal 2

Sucursal 3

Esta sucursal cuenta con un piso que se encuentra distribuido por áreas de la siguiente manera (ver tabla 2.36):

Área	Salidas	Tipo	Descripción
Recepción	3	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Ventas	4	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Servicio técnico	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.
Sala de Almacenamiento 4	2	Dobles	Salidas mixtas: Telefonía y Datos.

Tabla 2. 36 Salidas Planificadas Sucursal 3

Salidas de Telecomunicaciones.- la tabla 2.37 muestra la distancia desde el cuarto de telecomunicaciones hasta el área de trabajo.

SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES	DISTANCIA [m]
1SA4-AD01 / 1SA4-AV01	1.80
1SA4-AD02 / 1SA4-AV02	2.8
1SA4-AD03 / 1SA4-AV03	6
1SA4-AD04 / 1SA4-AV04	8.1
1SA4-AD05 / 1SA4-AV05	7.8
1SA4-AD06 / 1SA4-AV06	8.4
1SA4-AD07 / 1SA4-AV07	10.5

1SA4-AD08 / 1SA4-AV08	12.1
1SA4-AD08 / 1SA4-AV09	3.8
1SA4-AD10 / 1SA4-AV10	4.60
1SA4-AD11 / 1SA4-AV11	3.20
1SA4-AD12 / 1SA4-AV12	2.10

Tabla 2. 37 Salidas de telecomunicaciones Sucursal 3

Dimensionamiento.- la tabla 2.38 muestra los resultados obtenidos.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Número de Salidas de Telecomunicaciones	Ecuación 2.4	8 Dobles
Cálculo Patch Panel	Ecuación 2.15	1
Cálculo de Rollo	Ecuación 2.17	1
Cálculo Switch	Ecuación 2.18	1 / 24 puertos
Cálculo Patch Cords	Ecuación 2.19	16 / 3 pies 16 / 7 pies
Cálculo del Rack	-----	12 HU

Tabla 2. 38 Dimensionamiento de cableado estructurado Sucursal 3

La distribución de los puntos de cada una de las sucursales, se muestra en el anexo 6.

2.7.2.6 Direccionamiento IP para las sucursales

El direccionamiento IP para las sucursal se lo hará estáticamente, como son pocos usuarios se hace fácil la administración. La tabla 2.39 muestra la distribución de direccionamiento de clase C para cada una de las sucursales.

Direccionamiento IP	
Oficina Principal	192.168.1.30-192.168.1.80 /24
Sucursal 1	192.168.1.81-192.168.1.110 /24

Sucursal 2	192.168.1.111-192.168.1.140 /24
-------------------	---------------------------------

Tabla 2. 39 Direccionamiento IP por sucursales

Las 30 primeras direcciones para equipos como: antenas, cámaras IP y las direcciones desde la 200 a 254, se las reservará para los servidores.

La sucursal 3 tiene una diferente direccionamiento IP que es 192.168.2.0/24; ya que se va a comunicar con las demás sucursales a través de una VPN.

2.7.3 PLANIFICACIÓN DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS ⁴⁵

Con los antecedentes antes expuestos se requiere diseñar un sistema de comunicación que permita la interacción de cada una de las sucursales cumpliendo con las leyes y reglamentos emitidos por los diferentes organismos de control de las telecomunicaciones, de este modo se podrá obtener una comunicación de datos, voz y video clara de gran capacidad.

2.7.3.1 Clases de sistemas

De acuerdo a la Resolución 417-15-CONATEL-2005 en el artículo 7, la operación de sistemas de modulación digital de banda ancha pueda darse en las siguientes configuraciones:

- Sistemas punto – punto
- Sistemas punto – multipunto

SISTEMAS PUNTO - PUNTO

Es un sistema de radiocomunicación que permite enlazar dos estaciones fijas distantes a través de antenas direccionales en ambos extremos, estableciendo comunicación unidireccional ó bidireccional.

SISTEMAS PUNTO – MULTIPUNTO

Es un sistema de radiocomunicación que permite enlazar una estación fija central con varias estaciones fijas distantes. Las estaciones fijas distantes emplean antenas

direccionales para comunicarse en forma unidireccional o bidireccional con la estación fija central.

2.7.3.2 Frecuencias de operación

De acuerdo al artículo 6 de la norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, se aprobará la operación de los sistemas en las frecuencias que se detallan en la tabla 2.40.

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA				
Tipo de Configuración del Sistema	Bandas de Operación (MHz)	Potencia Pico Máxima del Transmisor (mW)	P.I.R.E. (mW)	Densidad de P.I.R.E. (mW/MHz)
punto-punto	902 – 928	250	---	---
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	2400 – 2483.5	1000	---	---
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	5150 – 5250	50 ⁱ	200	10
punto-multipunto				
móviles				
Punto-punto	5250 – 5350	--	200	10
punto-multipunto		250 ⁱⁱ	1000	50
móviles				
punto-punto	5470 – 5725	250 ⁱⁱ	1000	50
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	5725-5850	1000	---	---
punto-multipunto				
Móviles				

Tabla 2. 40 Bandas de frecuencia

2.7.3.3 Ubicación de las estaciones

Los sistemas de comunicación de banda ancha, de acuerdo a su clase pueden utilizar dos tipos de estaciones: estaciones fijas y estaciones móviles.

Las estaciones repetidoras son consideradas estaciones fijas, y se usan con el fin de interconectar estaciones cuando éstas no tengan línea de vista directa.

Las condiciones del lugar donde se desee instalar una estación repetidor son las siguientes:

- Ubicación en un sitio de gran altura.
- Infraestructura física en buen estado
- Vías de acceso hábiles
- Contar con red de energía eléctrica
- Facilidades para instalar estructuras o torres adicionales de ser necesarios.
- Seguridad y condiciones para mantener equipos electrónicos en buen estado y correcto funcionamiento.

La estación base, considerada también estación fija, debe estar ubicada en el punto específico que garantice la línea de vista con la estación repetidora, ésta deberá contar con las siguientes condiciones para su correcto funcionamiento.

- Condiciones climáticas adecuadas.
- Red de energía eléctrica
- Facilidad para colocar una estructura para la antena de comunicaciones.
- Seguridad y condiciones para mantener equipos electrónicos en buen estado y correcto funcionamiento.

2.7.3.4 Características de las antenas

Para estos tipos de sistemas se puede tener antenas directivas debido a que se debe emitir la mayor cantidad de radiación hacia un punto específico, los parámetros importantes a considerar en estos equipos son la frecuencia de operación, ganancia, tipo de polarización, ancho de banda, tamaño y costo.

2.7.3.5 Análisis de factibilidad de los enlaces

- **FACTOR DE CORRECCIÓN DE CURVA TERRESTRE (K)** ⁴⁶

El factor de corrección de curvatura terrestre, es la dirección que describe el haz de microondas durante su propagación, es considerado como el factor de radio eficaz de la Tierra.

El factor k está relacionado con el gradiente de refracción, por lo que no es una constante ya que depende de las condiciones meteorológicas. Considerando esto el valor del factor $k = 4/3$ que corresponde a la denominada atmósfera estándar. Este valor de k se usará para el diseño.

- **ABULTAMIENTO DE LA TIERRA (HAB)**

El abultamiento de la Tierra se refiere al desplazamiento de la superficie de la tierra por efecto del factor K respecto del nivel real de la superficie. Es uno de los puntos muy importantes a considerar para el establecimiento de un enlace.

Para el cálculo del abultamiento de la Tierra se utilizó la Ecuación 2.1, la cual se describe a continuación:

$$h_{ab} = \frac{d_1 \times d_2 \times 10^3}{2 \times K \times a} [m]$$

Ecuación 2. 7 ⁴⁷

Donde:

h_{ab} : Abultamiento de la tierra [m].

d_1 : Distancia al obstáculo desde el punto más bajo [Km]

d_2 : Distancia al obstáculo desde el punto más alto [Km].

K : Factor de curvatura de la Tierra.

a : Radio de la Tierra, equivale a 6370 km.

- **ZONA DE FRESNEL**

La zona de fresnel es la altura ideal en donde se deben ubicar las antenas para poder realizar un enlace confiable, esto depende de la frecuencia en la que se trabaje y la distancia entre emisor y receptor.

Cálculo para la zona de fresnel:

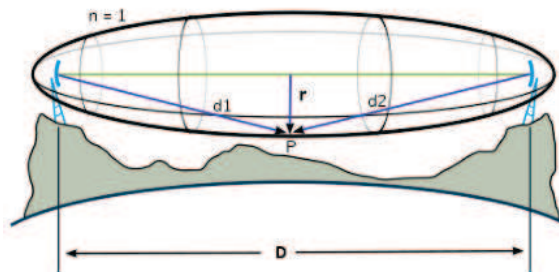


Figura 2. 18 Cálculo Zona de Fresnel ⁴⁸

$$rf = 547,72x \sqrt{\frac{(d_1 \times d_2)}{(d \times f)}} [m]$$

Ecuación 2. 8 ⁴⁹

Donde:

d_1 : Distancia al obstáculo desde el punto más bajo [Km].

d_2 : Distancia al obstáculo desde el punto más alto [Km].

d : Distancia entre las estaciones [Km].

f : Frecuencia [GHz].

rf : Radio de la primera Zona de Fresnel [m]

Obstáculo situado en el medio ($d_1 = d_2$)

$$rf = 17,32 \sqrt{\frac{d}{4f}} [m]$$

Ecuación 2. 9 ⁵⁰

El radio que contiene el 60% del total de la potencia:

$$rf(60\%) = 10,04x \frac{d}{4f} [m]$$

Ecuación 2. 10 ⁵¹

Para los cálculos del lado del receptor son iguales a los del lado del emisor.

- **ALTURA DE LAS ANTENAS**

Es importante saber la altura adecuada a la que se ubicaran las antenas, para tener un enlace adecuado y así cumplir con los requisitos expuestos anteriormente. La ecuación que se muestra a continuación, permite determinar la altura ideal para las antenas.

$$hb \geq (H_1 + h_a) \left(1 - \frac{d}{d_1}\right) - H_2 + \frac{d}{d_1} [h_c + rf + h_{ab}] [m]$$

Ecuación 2. 11 ⁵²

Donde:

- a: Radio de la Tierra, equivalente a 6370 km.
- d: Distancia desde el transmisor al receptor [km].
- d_1 : Distancia al obstáculo desde el punto más bajo [Km].
- h_a : Altura de la antena en el transmisor [m].
- h_b : Altura de la antena en el receptor [m].
- h_c : Altura del obstáculo [m].
- H_1 : Altura sobre el nivel del mar del punto más alto [km].
- H_2 : Altura del punto más bajo sobre el nivel del mar [km].
- h_{ab} : Abultamiento de la Tierra [m].
- rf : Zona de fresnel [m].

- **VALOR DE DESPEJE (h_{des}) Y MARGEN DE SEGURIDAD ($M_s\%$)**

El valor de despeje es la distancia entre el obstáculo (obstrucción de la primera zona de fresnel) y la línea de propagación de las antenas. Es importante el cálculo de este valor, ya que al haber una obstrucción en la primera zona de fresnel produce una pérdida debido a la difracción.

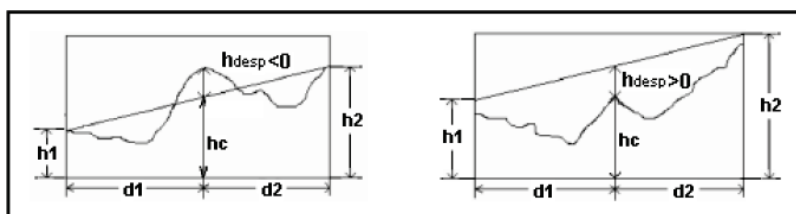


Figura 2. 19 Valor de Despeje ⁵³

La siguiente ecuación define el valor de despeje:

$$h_{des} = h_1 + \frac{d_1}{d} (h_2 - h_1) - (h_c + h_{ab}) \text{ [m]}$$

Ecuación 2. 12 ⁵⁴

Donde,

d : Distancia entre el transmisor y receptor [km].

d_1 : Distancia al obstáculo desde el punto más bajo [Km].

h_c : Altura del obstáculo [m].

h_{des} : Valor de despeje [m].

h_1 : Altura a nivel del mar más la altura de la antena en el punto más bajo [m].

h_2 : Altura al nivel de mar más la altura de la antena del punto más alto [m].

h_{ab} : Abultamiento de la Tierra [m].

Si $h_{des} < 0$ hay obstrucción en la línea de propagación de las antenas, en cambio se $h_{des} > 0$ no hay obstrucción.

Se debe calcular el margen de seguridad, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$M_s \% = \left(1 + \frac{h_{des} - rf}{rf} \right) \times 100$$

Ecuación 2. 13 ⁵⁵

Donde,

M_s : Margen de seguridad [%].

h_{des} : Valor de despeje [m].

rf : Primera zona de fresnel [m].

Si M_s es positivo o cero, se considera que hay espacio libre. Y si su valor es mayor al 60%, se garantiza la zona de fresnel. Si M_s es negativo, hay atenuación por obstrucción, es necesario cambiar las alturas de las antenas para despejar.

- **PIRE (POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EFECTIVA)**

El PIRE es la potencia necesaria que requiere el transmisor para emitir la misma potencia en una dirección, este valor se relaciona con la ganancia de la antena y la potencia del transmisor. Al estar operando en la banda U-NII (Infraestructura de Información Nacional sin licencia) el PIRE tomará valores diferentes, ya que se relaciona con la banda a la que se esté operando y el ancho de banda requerido.

- **GANANCIA DE LAS ANTENAS**

La ganancia de una antena es la potencia de amplificación de la señal concentración de potencia radiada en una dirección, se da en decibelio (dBi). Cuando una antena es directiva se tiene una ganancia elevada, en una antena omnidireccional sucede lo contrario. Para nuestro diseño se tomará en cuenta las características de las antenas que se disponen.

- **PÉRDIDA DE LA TRAYECTORIA POR ESPACIO LIBRE (FSL)**

Estas pérdidas se producen al propagarse la señal de radio desde el transmisor al receptor, ya que se produce una atenuación, a la que se le puede llamar como pérdidas. Mientras más grande es la distancia que recorre más se atenúa la señal.

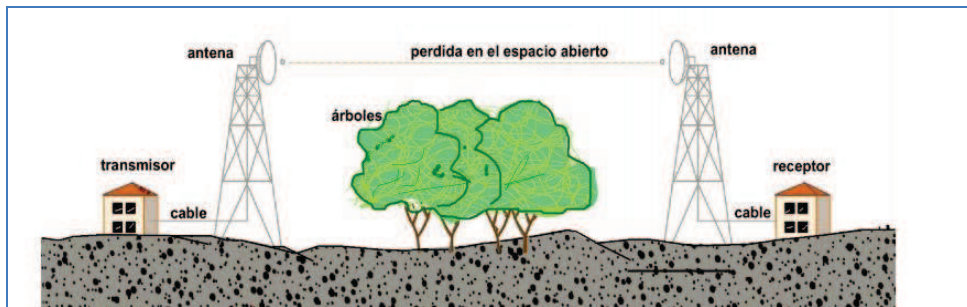


Figura 2. 20 Diagrama de las Pérdidas de la trayectoria en el espacio libre ⁵⁶

Al asumir que las antenas radian isotrópicamente se tiene la siguiente ecuación que permite realizar el cálculo de las pérdidas por espacio libre.

$$FSL = 20 \log_{10} d + 20 \log_{10} f + 92,4 \text{ [dB]}$$

Ecuación 2. 14⁵⁷

Donde:

FSL: Pérdida de la trayectoria en el espacio libre [dB].

d: Distancia entre el transmisor y receptor [km].

f: Frecuencia [GHz].

La tabla 2.41 muestra la pérdida en función de la distancia para 915 MHz, 2.4 GHz y 5.8GHz.

Distancia [Km]	915 MHz	2.4 GHz	5.8 GHz
1	92 dB	100 dB	108 dB
10	112 dB	120 dB	128 dB
100	132 dB	140 dB	148 dB

Tabla 2. 41 Pérdidas en el espacio libre ⁵⁸

• PÉRDIDAS POR CABLE

Las pérdidas en este medio se pueden dar debido a diferentes factores, estos son:

- Pérdidas debido a la atenuación

- La longitud del cable de la antena
- La frecuencia de trabajo
- Controlar y verificar la hoja de datos
- Los valores entre lo que oscilan las pérdidas van desde 1 dB/m hasta < 0.1 dB/m.

• POTENCIA NOMINAL DE RECEPCIÓN

Se determina como la diferencia entre la potencia de transmisión, todas las atenuaciones y la ganancia de las antenas. Es necesario realizar este cálculo, para conocer el nivel de señal que llegará a la antena receptora.

La siguiente ecuación permite calcular la potencia nominal.

$$P_{RX} = P_{TX} - A_{BTX} + G_{TX} - FSL - A_{BRX} + G_{RX} [dB]$$

Ecuación 2. 15⁵⁹

Donde,

P_{RX} : Potencia nominal de recepción [dBm].

P_{TX} : Potencia de transmisión [dBm].

G_{RX} : Ganancia de la antena de recepción [dBi].

G_{TX} : Ganancia de la antena de transmisión [dBi].

FSL : Pérdidas de trayectoria en el espacio libre [dB].

A_B : Pérdida de acoplamiento [dB].

• MARGEN DE UMBRAL DEL SISTEMA

Es una medida de confiabilidad del sistema está dado por la siguiente ecuación.

$$M_U = P_{RX} - P_U [dB]$$

Ecuación 2. 16⁶⁰

Donde,

M_U : Margen de Umbral [dB].

P_{RX} : Potencia de recepción [dBm].

P_U : Umbral de recepción o sensibilidad del equipo [dBm].

Para garantizar el enlace P_{RX} debe ser mayor a P_U .

- **MARGEN DE DESVANECIMIENTO (M_D)**

El margen de desvanecimiento involucra a la propagación de múltiples trayectorias, sensibilidad a superficie rocosa, condiciones climatológicas, objetivos de confiabilidad, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$M_D = 30 \log_{10} d + 10 \log_{10}(6ABf) - 10 \log_{10}(1 - R) - 70 \text{ [dB]}$$

Ecuación 2. 17 ⁶¹

Donde,

M_D : Margen de desvanecimiento [dB].

d : Distancia entre transmisor y recepción [km].

f : Frecuencia [GHz].

R : Confiabilidad para una distancia de 400 km.

$$(1 - R) = \frac{0.0001 \times d}{400}$$

Ecuación 2. 18 ⁶²

A : Factor de rugosidad del terreno. Sus valores son:

- 4 sobre agua o terreno muy parejo.
- 1 sobre terreno normal.

0.25 sobre terreno montañoso o muy disparejo.

B: Factor climático. Sus valores son:

- 1 Para clima muy lluvioso y con mucha neblina.
- 0.5 Para áreas calientes y húmedas (calor húmedo).
- 0.25 Para clima normal.
- 0.125 Para áreas muy secas y montañosas.

Para considerar un correcto funcionamiento del enlace se debe considerar que:

$$M_U \geq M_D$$

- **CONFIABILIDAD**

Determina la disponibilidad de un enlace, es decir que el enlace no falle durante un determinado tiempo. Se calcula de la siguiente forma:

$$R = 1 - P$$

Ecuación 2. 19⁶³

Donde,

R: Confiabilidad.

P: Probabilidad de la tasa de bits errados (BER).

$$P = 6 \times 10^{-7} \times A \times B \times f \times d^3 \times 10^{-M_D/10}$$

A: Factor de rugosidad del terreno.

B: Factor climático.

f: Frecuencia [GHz].

d: Distancia entre las estaciones [km].

M_D : Margen de desvanecimiento [dB].

2.7.4 DISEÑO DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS

2.7.4.1 Descripción del sistema

En base a los requerimientos del cliente se han realizado las debidas inspecciones en las sucursales y se ha trasladado los datos tomados a un plano geográfico, en este se observó que las sucursales a enlazar no cuentan con línea de vista directa, por lo que se ha visto la necesidad de ubicar una estación repetidora que geográficamente se encuentre cerca de los 3 puntos y garantice línea de vista hacia los mismos.

Tomando como referencia la infraestructura con la que cuenta INVETRONICA, se puede ubicar la estación repetidora en el cerro Cruz Loma o Pichincha, analizando la ubicación geográfica de ambos puntos se define que el Cerro Cruz Loma es el más cercano a los 3 puntos y garantiza la línea de vista directa con las sucursales a enlazar.

Se ha seleccionado el sistema punto – multipunto ya que en la estación repetidora, por ubicación geográfica se puede colocar una antena sectorial que deberá radiar un ángulo de 30 grados máximo para enlazar las tres sucursales, como lo ilustra la figura 2.21.

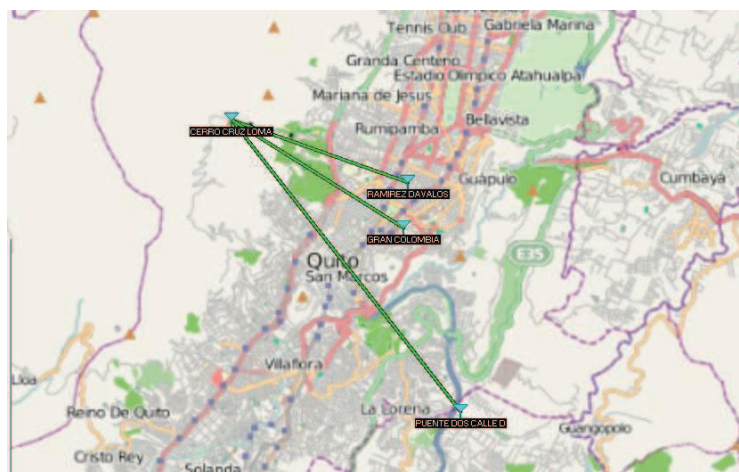


Figura 2. 21 Vista del Cerro Cruz Loma hacia las Sucursales

2.7.4.2 Frecuencia de Operación

Se ha considerado la frecuencia de 5800MHz para la operación del sistema, debido a que ésta es una frecuencia asignada a INVETRONICA CIA para los sistemas de modulación de banda ancha.

2.7.4.3 Características de un sistema de modulación de banda ancha

Los reglamentos a tomar en cuenta para el diseño de un sistema de modulación de banda ancha son los siguientes:

- Ley Especial de Telecomunicaciones reformada
- Reglamento General a la Ley de Telecomunicaciones Reformada
- Reglamento de Radiocomunicaciones

Para regular la instalación y operación de Sistemas de Radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha el CONATEL ha emitido la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, en el cual se establecen las características técnicas a considerar para la implementación de este tipo de sistemas, las cuales son:

Límites de Potencia.- Los sistemas que operen en la banda de 5725 - 5850 MHz pueden emplear antenas de transmisión con ganancia direccional mayor a 6 dBi y de hasta 23 dBi sin la correspondiente reducción en la potencia pico de salida del transmisor.

Si emplean ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una reducción de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.

Límites de Emisión no deseada.- En las bandas de 5150 – 5250 MHz, 5250 – 5350 MHz, 5470 – 5725 MHz y 5725 – 5850 MHz, deberán cumplir con lo establecido en la Tabla No 2.42:

Banda de Operación (MHz)	Rango de frecuencias considerado (MHz)	P.I.R.E. para emisiones fuera de banda (dBm/MHz)
5150 – 5250	< 5150 > 5250	-27
5250 – 5350	< 5250 > 5350	-27
5470 – 5725	< 5470 > 5725	-27
5725 – 5850	5715 – 5725 5850 – 5860	-17
	< 5715 > 5860	-27

Tabla 2. 42 Límites de emisión no deseada

2.7.4.4 Ubicación de las Estaciones

En base a lo expuesto en el punto 2.4.2.1 se requiere la instalación de una estación repetidora en el cerro Cruz Loma mismo que cuenta con las características mostradas en la tabla 2.43.

CERRO CRUZ LOMA			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 395	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 10	
UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)

			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
PICHINCHA	QUITO	CERRO CRUZ LOMA	00°11'17.50"S	78°32'06.70"W
PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA SI (X) NO ()			PARARRAYOS SI () NO (X)	
TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS (X)	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____	
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: INVETRONICA				

Tabla 2. 43 Características de la estación repetidora Cruz Loma

La figura 2.22 muestra la ubicación geográfica del cerro cruz loma.

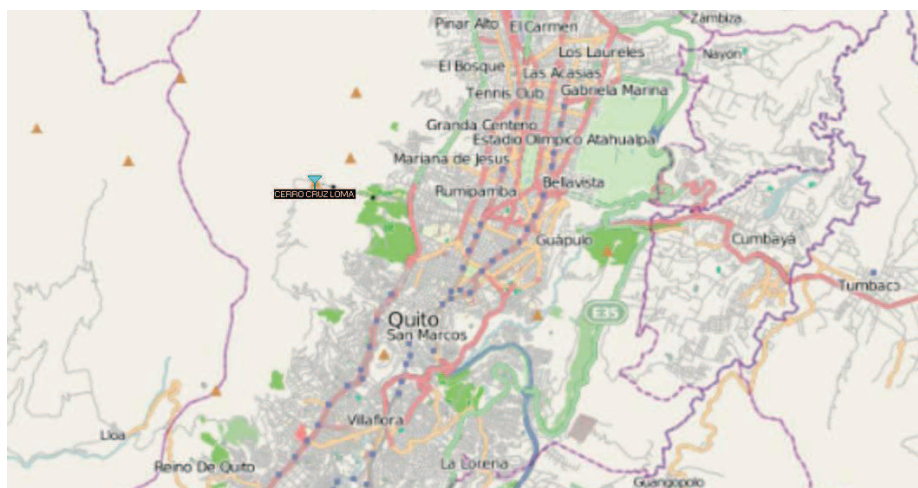


Figura 2. 22 Ubicación geográfica de Cruz Loma

Con respecto a las estaciones fijas de cada una de las sucursales, se ha realizado las inspecciones del caso y se han determinado sus características principales.

La tabla 2.44 muestra las características principales de la Estación Principal.

OFICINA PRINCIPAL		
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: MASTIL	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2813	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 10
UBICACION DE LA ESTRUCTURA:		

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
PICHINCHA	QUITO	RAMIREZ DAVALOS 144 Y PASAJE E4B	00°12'09.50"S	78°29'40.70"W
PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA SI (X) NO ()			PARARRAYOS SI () NO (X)	
TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____	
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: INVETRONICA				

Tabla 2. 44 Características de la estación Principal

La figura 2.23 muestra la ubicación geográfica de la estación Principal.



Figura 2. 23 Ubicación geográfica de la Oficina Principal

La tabla 2.45 muestra las características principales de la Estación Sucursal 1.

SUCURSAL 1			
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m):	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m):	
MASTIL	2859	10	
UBICACION DE LA ESTRUCTURA:			
PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)

			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
PICHINCHA	QUITO	AV. GRAN COLOMBIA N16-112 Y TELMO PAZ Y MIÑO	00°12'47.20"S	78°29'44.20"W
PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:				
PUESTA A TIERRA		SI (X) NO ()	PARARRAYOS	
			SI ()	NO (X)
TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO	
			SI ()	NO ()
TIPO DE RESPALDO				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____	
PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: INVETRONICA				

Tabla 2. 45 Características de la estación Sucursal 1

La figura 2.24 muestra la ubicación geográfica de la Sucursal 1.



Figura 2. 24 Ubicación geográfica de la Sucursal 1

La tabla 2.46 muestra las características principales de la Estación sucursal 2.

SUCURSAL 2		
TIPO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE: TORRE NO AUTOSOPORTADA	ALTURA DE LA ESTRUCTURA s.n.m. (m): 2767	ALTURA DE LA ESTRUCTURA (BASE-CIMA) (m): 25
UBICACION DE LA ESTRUCTURA:		

PROVINCIA	CIUDAD / CANTON	LOCALIDAD/CALLE y No.	UBICACION GEOGRAFICA (WGS84)	
			LATITUD (S/N) (°) (') (") (S/N)	LONGITUD (W) (°) (') (") (W)
PICHINCHA	QUITO	CALLE D CONOCOTO, LOTIZACIÓN PODER JUDICIAL	00°15'18.80"S	78°28'56.80"W
<i>PROTECCIONES ELECTRICAS A INSTALAR EN LA ESTRUCTURA:</i>				
PUESTA A TIERRA		SI (X) NO ()	PARARRAYOS	
			SI () NO (X)	
<i>TIPO DE FUENTE DE ENERGIA A UTILIZAR:</i>				
LINEA COMERCIAL (X)	GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	EXISTE RESPALDO SI () NO ()	
<i>TIPO DE RESPALDO</i>				
GENERADOR ()	BANCO DE BATERIAS ()	UPS (X)	OTRO: _____	
6) PROPIETARIO DE LA ESTRUCTURA: INVETRONICA				

Tabla 2. 46 Características de la estación Sucursal 2

La figura 2.25 muestra la ubicación geográfica de la Sucursal 2.



Figura 2. 25 Ubicación geográfica de la Sucursal 2

2.7.4.5 Selección de las Antenas

En base a los parámetros seleccionados en los puntos 2.3.2.2 y 2.3.2.3 los parámetros que deben cumplir las antenas para los enlaces diseñados son las siguientes:

- Rango de frecuencia entre 5715 MHz a 5860 MHz.
- Ser directivas debido a que se necesita emitir la mayor cantidad de radiación hacia un punto específico.
- Potencia máxima 1000mW.
- Polarización vertical u horizontal.

De lo anterior expuesto se ha buscado en el mercado antenas que cumplan con estos parámetros, y se han encontrado las siguientes: (ver comparación en las tablas 2.47, 2.48, 2.49 y 2.50)

Oficina Principal

CARACTERÍSTICAS	UBIQUITI	MOTOROLA	TP-LINK
	AIRGRID M5	GRID ANTENNA 2400 - 2485 MHz	TL-ANT2424B
Rango Frecuencia (GHz)	5,47 – 5,825	2,4 – 2,485	2.4
Ganancia (dBi)	23	15	24
Potencia (W)	3	200	100
Polarización	Horizontal o vertical	Horizontal o vertical	Lineal, Vertical

Tabla 2. 47 Descripción Técnica de las antenas Oficina Principal

Estación Repetidora Cruz Loma

CARACTERÍSTICAS	UBIQUITI	MOTOROLA	TP-LINK
	AirMax Sector 5G-17-90	PMP 430	DC LINK ALWO-2417P- 120
Rango Frecuencia (GHz)	4,9 – 5,8	5,725 – 5,875	2,4 – 2,5
Ganancia (dBi)	16,1 – 17,1	17	17
Potencia (W)	0,5	0,126	0,23

Polarización	Dual Linear	TDD/TDMA	Vertical
--------------	-------------	----------	----------

Tabla 2. 48 Descripción Técnica de las antenas Cruz Loma

Sucursal 1

CARACTERÍSTICAS	UBIQUITI	MOTOROLA	TP-LINK
	NANO STATION M5	PTP 100	TL-WA5210G
Rango Frecuencia (GHz)	5,47 – 5,825	5425-5725 MHz , 5725-5850 MHz	2,4 – 2,4835
Ganancia (dBi)	13	18	12
Potencia (W)	0,2	0,126	0,5

Tabla 2. 49 Descripción Técnica de las antenas Sucursal 1

Sucursal 2

CARACTERÍSTICAS	UBIQUITI	MOTOROLA	TP-LINK
	RD-5G-30	PTP 100	TL-ANT2424B
Rango Frecuencia (GHz)	5,1-5,8	5425-5725 MHz , 5725-5850 MHz	2.4
Ganancia (dBi)	30	18	24
Potencia (W)	0,5	0,126	100

Tabla 2. 50 Descripción Técnica de las antenas Sucursal 2

Analizando las características de cada una de las antenas se concluye que solo las UBIQUITI y MOTOROLA cumplen con las especificaciones técnicas, y basándose en el presupuesto de la empresa se selecciona las antenas UBIQUITI para cada una de las sucursales.

CRUZ LOMA

- Antena UBIQUITI AirMax Sector 5G-17-90

Es una antena sectorial MIMO de 90 grados que va conectada al Rocket M5, ofrece una velocidad de hasta 150 Mbps a una distancia de 50 km, la figura 2.26 muestra una imagen del equipo.

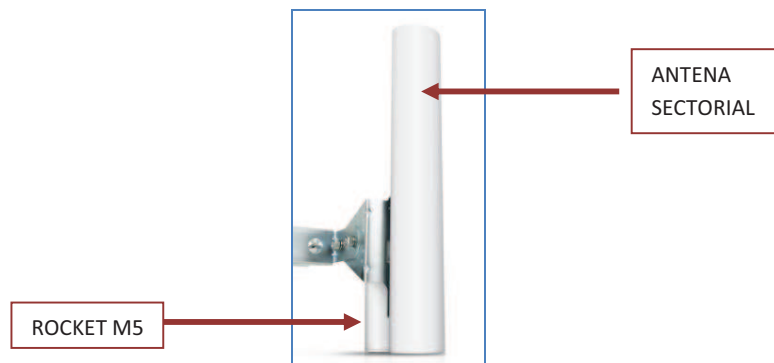


Figura 2. 26 Antena AirMax5G-17-90

Las figuras 2.27 y 2.28 muestran el diagrama de radiación de la antena en polarización horizontal y vertical.

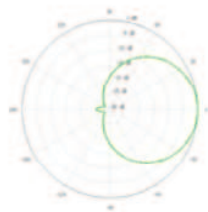


Figura 2. 27 Diagrama de radiación
(Polarización Horizontal)



Figura 2. 28 Diagrama de radiación
(Polarización Vertical)

- La tabla 2.51 muestra las características técnicas de la antena

Marca / Modelo	UBIQUITI /AirMax5G-17-90
Rango de Frecuencia	5.10-5.90GHz
Apertura	90°
Ganancia	16.1-17.1dBi
Polarización	Vertical y Horizontal

Sensibilidad	-97 dbm
Especificación ETSI	EN 302 326 DN2
Dimensiones	367X63X41mm de diámetro
Peso	1.1kg
Resistencia al viento	120mph

Tabla 2. 51 Características antena para Cruz Loma

OFICINA PRINCIPAL

- **Antena UBIQUITI AIRGRID M5**

Es una antena para exteriores direccional de grilla de 14 dBi y velocidad de 100 Mbps, proporciona un alto rendimiento y un rango de cobertura extenso, la figura 2.29 muestra una imagen del equipo.



Figura 2. 29 AirGridAM5G-17-90

- La tabla 2.52 muestra las características técnicas de la antena

Modelo	AirGridAM5G-17-90
Marca	UBIQUITI
Rango de Frecuencia	5.10-5.90GHz
Ganancia	16.1-17.1 dBi
Sensibilidad	-90 dbm
Polarización	Horizontal o Vertical
Especificación ETSI	EN 302 326 DN2

Dimensiones	367X63X41mm de diámetro
Peso	1.1 kg

Tabla 2. 52 Características antena para Oficina Principal

SUCURSAL 1

- **Antena UBIQUITI NANO STATION M5**

Es un equipo con antena integrada que utiliza la tecnología MIMO, tiene una velocidad de 150 Mbps a una distancia de 15 Km, logrando en un enlace una gran distancia y un alcance robusto, la figura 2.30 muestra una imagen del equipo.



Figura 2. 30 Nano Station M5

Las figuras 2.31 y 2.32 muestran los diagramas de radiación de la antena en polarización horizontal y polarización vertical.

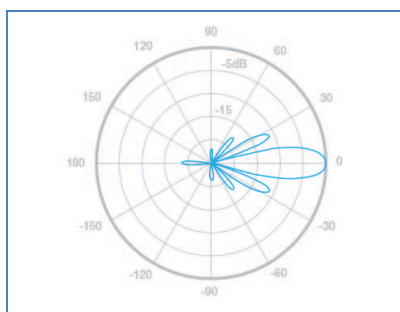


Figura 2. 31 Diagrama de radiación (Polarización Horizontal)

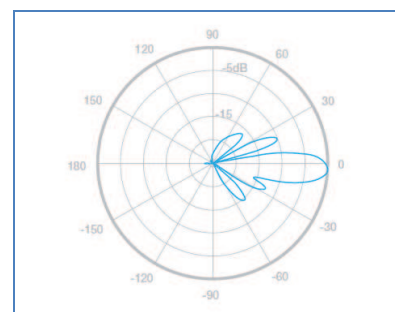


Figura 2. 32 Diagrama de radiación (Polarización Vertical)

- La tabla 2.53 muestra las características técnicas de la antena

Marca / Modelo	UBIQUITI / NSM5
Rango de Frecuencia	4.9-5.9GHz
Ganancia	14.6-16.1 dBi
Sensibilidad	-97 dbm
Polarización	Horizontal y Vertical
Dimensiones	294 x 31 x 80 mm de diámetro
Peso	0.4kg

Tabla 2. 53 Características antena para Sucursal 1

SUCURSAL 2

- **Antena UBIQUITI RD-5G-30.-** la figura 2.33 muestra una imagen del equipo.

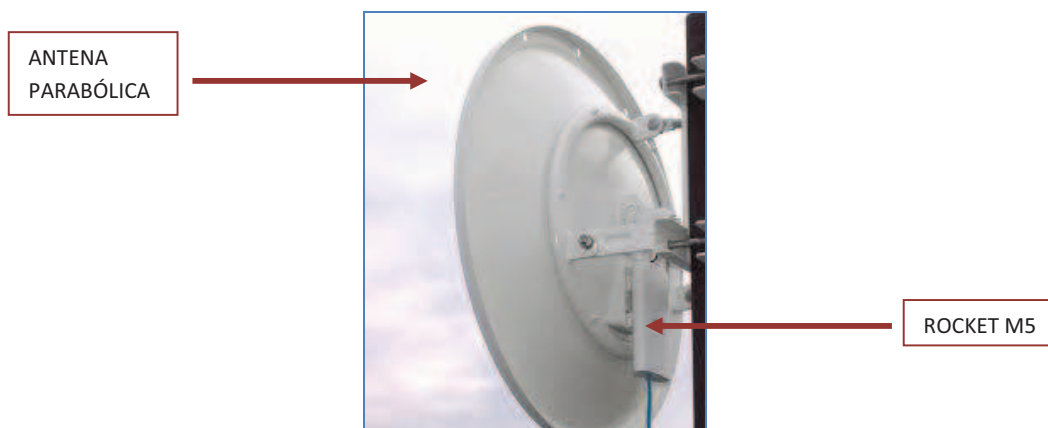


Figura 2. 33 Antena RD-5G-30

Las figuras 2.34 y 2.35 muestran los diagramas de radiación de esta antena en polarización vertical y horizontal

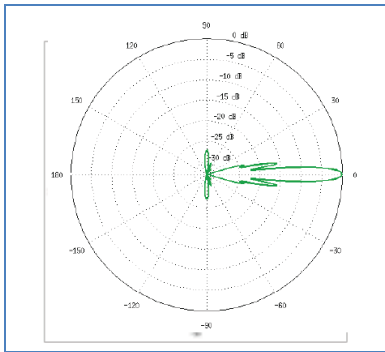


Figura 2. 34 Diagrama de radiación
(Polarización Horizontal)

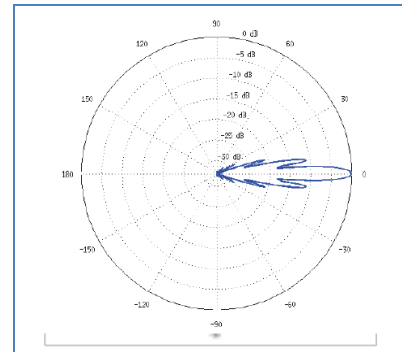


Figura 2. 35 Diagrama de radiación
(Polarización Vertical)

RocketM5 es una radio base MIMO que trabaja en el rango de frecuencia de 5 GHz.

Es de alta potencia, muy resistente, como receptor tiene un gran rendimiento y velocidad de hasta 150 Mbps.

MIMO (Múltiples Entradas Múltiples Salidas) de manera específica indica la forma en que viajan las ondas de transmisión y recepción en antenas, esta tecnología aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica debido a que mediante un sistema inteligente re amplifica y remite las señales, incluso las reflejadas, las ventajas de esta tecnología son las siguientes:

- Menor margen de error
- Mayor alcance
- Mayor velocidad

La figura 2.36 muestra una imagen del RocketM5.



Figura 2. 36 Rocket

- La tabla 2.54 muestra las características técnicas de la antena

Modelo	RD-5G-30
Marca	UBIQUITI
Rango de Frecuencia	4.9-5.90GHz
Ganancia	30 dBi
Polarización	Horizontal y Vertical
Sensibilidad	-97 dbm
Impedancia	50 Ohm
Especificación ETSI	EN 302 326 DN2
Dimensiones	648mm de diámetro
Peso	9.8kg
Resistencia al viento	120mph

Tabla 2. 54 Características antena para Sucursal 2

2.7.4.6 Cálculo de factibilidad de los enlaces

Para el cálculo de factibilidad de cada uno de los enlaces se ha determinado según las inspecciones realizadas al cerro Cruz Loma que la altura ideal para la colocación de la antena repetidora es 10 [m], garantizando línea de vista a los puntos.

ENLACE 1.- CRUZ LOMA – OFICINA PRINCIPAL

- **Datos geográficos de los puntos**

Ubicación de la estación base	Cerro Cruz Loma
Latitud	00:11:17.5S
Longitud	078:32:06.7W
Altura sobre el nivel del mar	3915 m
Ubicación de la estación fija	Ramírez Dávalos 144 y Pasaje E4B
Latitud	00:12:09.5S

Longitud 078:29:40.7W
 Altura sobre el nivel del mar 2813 m

- **Datos técnicos**

Distancia total entre emisor y receptor 4.789 Km
 Distancia al obstáculo desde el punto más bajo 2.394 Km
 Distancia al obstáculo desde el punto más alto 2.394 Km
 Radio de la tierra 6370 Km
 Factor de curvatura de la tierra 4 / 3
 Frecuencia 5800 MHz

La figura 2.37 muestra el perfil del enlace 1, con la información de distancia y altura sobre el nivel del mar de los puntos.

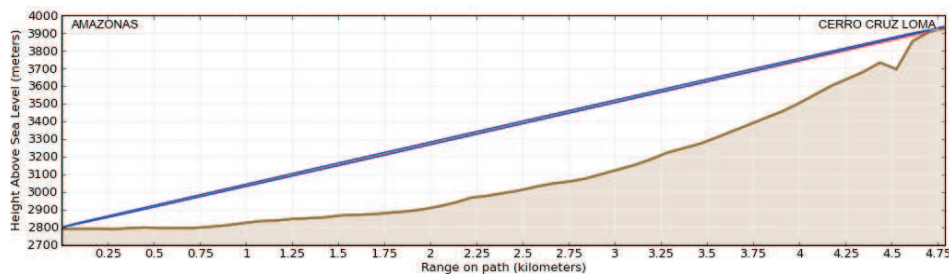


Figura 2. 37 Enlace Oficina Principal con Sector Cruz Loma

Resultados obtenidos.- la tabla 2.55 los resultados obtenidos del análisis de factibilidad del enlace.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Abultamiento	Ecuación 2.1	0.337 [m]
Zona de Fresnel	Ecuación 2.2	7.869 [m]
Altura de la antena	Ecuación 2.5	5.08 [m]
Valor de despeje	Ecuación 2.6	14.795 [m]
Margen de seguridad	Ecuación 2.7	88.01 %
FSL	Ecuación 2.8	121.273 [dB]

Potencia nominal de Rx	Ecuación 2.9	-60.273 [dB]
Margen de Umbral	Ecuación 2.10	36.727 [dB]
Margen de desvanecimiento	Ecuación 2.11	19.0215 [dB]
Confiabilidad	Ecuación 2.13	99.999 %

Tabla 2. 55 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace

ENLACE 2.- CRUZ LOMA – SUCURSAL 1

- **Datos geográficos de los puntos**

Ubicación de la estación base	Cerro Cruz Loma
Latitud	00:11:17.5S
Longitud	078:32:06.7W
Altura sobre el nivel del mar	3915 m
Ubicación de la estación fija	Gran Colombia y Telmo Paz y Miño
Latitud	00:12:47.2S
Longitud	078:29:44.2W
Altura sobre el nivel del mar	2859 m

- **Datos técnicos**

Distancia total entre emisor y receptor	5.198 Km
Distancia al obstáculo desde el punto más bajo	2.599 Km
Distancia al obstáculo desde el punto más alto	2.599 Km
Radio de la tierra	6370 Km
Factor de curvatura de la tierra	4 / 3
Frecuencia	5800 MHz

La figura 2.38 muestra el perfil del enlace 2, con la información de la distancia y la altura sobre el nivel del mar de los puntos.

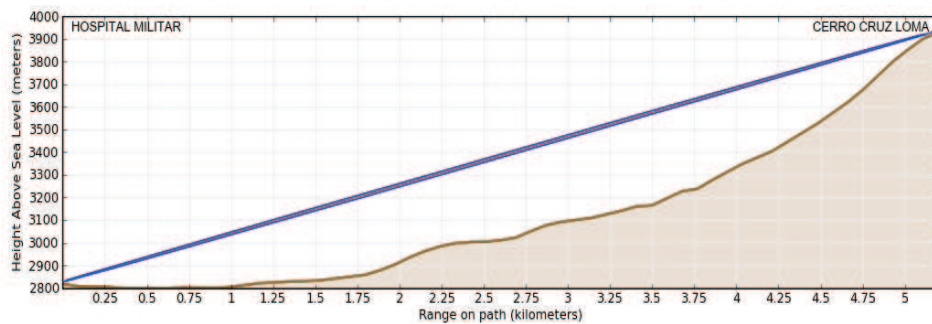


Figura 2. 38 Enlace Av. Gran Colombia – Sector Cruz Loma

Resultados obtenidos.- la tabla 2.56 muestra los resultados obtenidos del análisis de factibilidad del enlace.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Abultamiento	Ecuación 2.1	0.397 [m]
Zona de Fresnel	Ecuación 2.2	8.198 [m]
Altura de la antena	Ecuación 2.5	3.00 [m]
Valor de despeje	Ecuación 2.6	10.989 [m]
Margen de seguridad	Ecuación 2.7	100.00 %
FSL	Ecuación 2.8	121.98 [dB]
Potencia nominal de Rx	Ecuación 2.9	-67.88 [dB]
Margen de Umbral	Ecuación 2.10	26.12 [dB]
Margen de desvanecimiento	Ecuación 2.11	19.734 [dB]
Confiability	Ecuación 2.13	99.999 %

Tabla 2. 56 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace

ENLACE 3.- CRUZ LOMA – SUCURSAL 2

- Datos geográficos de los puntos

Ubicación de la estación base	Cerro Cruz Loma
Latitud	00:11:17.5S
Longitud	078:32:06.7W
Altura sobre el nivel del mar	3915 m
Ubicación de la estación fija	Calle "D" Conocoto
Latitud	00:15:18.8S
Longitud	078:28:56.8W
Altura sobre el nivel del mar	2767 m

- **Datos técnicos**

Distancia total entre emisor y receptor	9.455 Km
Distancia al obstáculo desde el punto más bajo	0.624 Km
Distancia al obstáculo desde el punto más alto	8.831 Km
Radio de la tierra	6370 Km
Factor de curvatura de la tierra	4 / 3
Frecuencia	5800 MHz

La figura 2.39 muestra el perfil del enlace 3, con la información de la distancia y altura sobre el nivel del mar de los puntos.

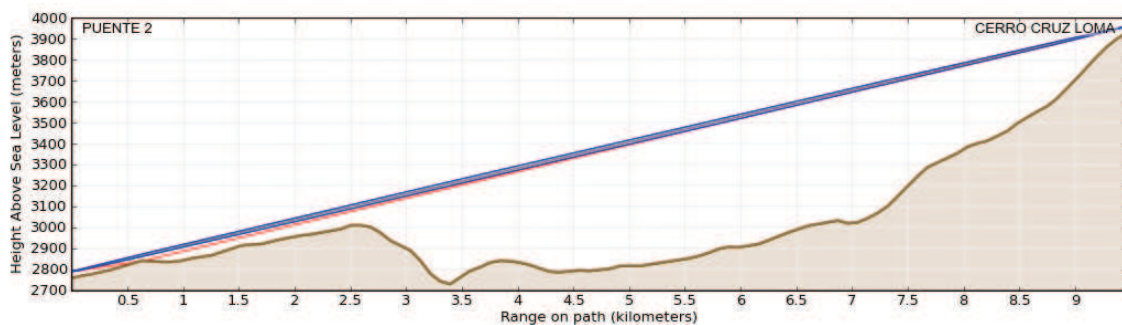


Figura 2. 39 Enlace Puente 2 – Sector Cruz Loma

Resultados obtenidos.- la tabla 2.57 muestra los resultados obtenidos del análisis de factibilidad del enlace.

PARÁMETRO	ECUACIÓN APLICADA	VALOR OBTENIDO
Abultamiento	Ecuación 2.1	0.324 [m]
Zona de Fresnel	Ecuación 2.2	5.49 [m]
Altura de la antena	Ecuación 2.5	18.72 [m]
Valor de despeje	Ecuación 2.6	13.907 [m]
Margen de seguridad	Ecuación 2.7	88.01 %
FSL	Ecuación 2.8	127.182 [dB]
Potencia nominal de Rx	Ecuación 2.9	-59.182 [dB]
Margen de Umbral	Ecuación 2.10	34.818 [dB]
Margen de desvanecimiento	Ecuación 2.11	24.930 [dB]
Confiabilidad	Ecuación 2.13	99.999 %

Tabla 2. 57 Resultados obtenidos para la factibilidad del enlace

Conclusiones

- Con respecto al valor del despeje, como el valor que se ha obtenido es positivo se concluye que no existe ninguna obstrucción en la línea de propagación para todos los enlaces.
- Debido a que el margen de seguridad que se obtuvo es positivo y mayor que 0 se concluye que la zona de Fresnel está garantizada.
- Al realizar la comparación entre el margen de umbral y margen de seguridad se encuentra que $M_U \geq M_D$ por lo tanto se concluye que los enlaces funcionarán de manera adecuada.
- Con respecto al valor del margen de seguridad, para que un enlace se considere confiable al menos debe garantizar cinco nueves, para el caso de todos los enlaces garantizan el 99.999% de confiabilidad, por lo que la implementación es viable.

2.8 REQUERIMIENTOS PARA LA VPN

Debido a que no se puede enlazar directamente la sucursal principal con la sucursal de Riobamba a través de un enlace microondas, se ha visto la necesidad de generar la comunicación entre las mismas para la transmisión de voz y datos de manera segura y transparente para el usuario.

Por tal motivo se ha propuesto la implementación de una VPN (Virtual Private Network) para enlazar las sucursales y transmitir voz y datos sobre internet sin problema, manejando las seguridades del caso para salvaguardar la integridad de la información.

Para la implementación de la VPN se ha decidido utilizar el aplicativo OPENVPN, el cual permite extender la red de la empresa a cualquier lugar del mundo con la ventaja de que la identificación y comunicación sean seguras, además de que actúa como firewall de la empresa.

Para esto se va a requerir de 2 partes importantes que son una oficina central (servidor) y una o varias oficinas remotas (cliente).

El servidor va a convertirse en pasarela para que todos los clientes puedan conectarse a la red a través de internet, ya que se genera un túnel para la conexión, además se van a definir los usuarios y credenciales para el acceso a la red.

En el cliente a través de la instalación del software openvpn se configura las credenciales que se crearon en el servidor, con esto se garantiza la seguridad en la comunicación, la conexión puede darse independientemente de la ubicación física del cliente y del segmento de red que esté usando ya que al estar conectados mediante un túnel VPN se crea una red virtual que asigna un nuevo segmento de red generada automáticamente por el servidor.

En la figura 2.40 se puede observar la utilidad de este servicio en una red corporativa.

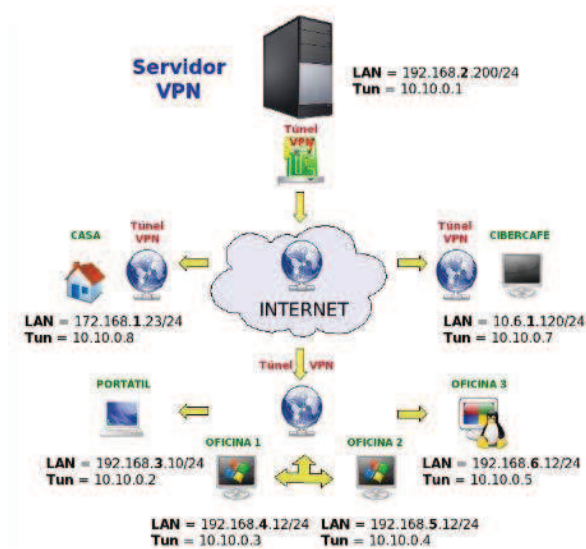


Figura 2. 40 Esquema de OPENVPN

Actualmente en la empresa se requiere de 2 usuarios autorizados para éste servicio que son el Gerente de la empresa Ing. Juan Guerra y para el administrador de la red.

2.9 PRESUPUESTO

2.9.1 ELEMENTOS DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS

La tabla 2.58 muestra la comparación de costos de las antenas consideradas para la presente implementación.

ELEMENTO	MARCA	COSTO (\$)
ANTENA OFICINA PRINCIPAL	UBIQUITI AIRGRID M5	129,99
	MOTOROLA GRID ANTENNA	1.100,00
	TP-LINK	74,242
ANTENA ESTACIÓN REPETIDORA CRUZ	UBIQUITI AirMax Sector 5G-17-90	311,57
	MOTOROLA PMP 430	3.945,00
	TP-LINK DC LINK ALWO-2417P-120	700,00

LOMA		
ANTENA SUCURSAL 1	UBIQUITI NANO STATION M5	96,30
	MOTOROLA PTP 100	3.945,00
	TP-LINK TL-WA5210G	59,86
ANTENA SUCURSAL 2	UBIQUITI RD-5G-30	384,81
	PTP 100	3.945,00
	TP-LINK TL-ANT2424B	74,242

Tabla 2. 58 Comparación de costos de antenas

2.9.2 ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED LAN

La tabla 2.59 muestra la comparación de costos de los elementos pasivos de la red.

ELEMENTO	MARCA	COSTO (\$)
Patch Panel de 24 Puertos Categoría 5e	PANDUIT MODULAR	130.00
	LEVINTON SOLIDO	98.00
	NEXXT	30.00
Rollo de cable UTP Categoría 5e	PANDUIT	149.00
	LEVINTON	145.00
	NEXT	132.10
Face Plate dobles con caja y cubierta	LEVINTON	11.62
	SIN MARCA	6.85
	NEXXT	6.24
Jack RJ-45 categoría 5e	LEVINTON	4.50
	PANDUIT	4.30
	NEXT	3.00
Organizador de cables horizontal completo 40 x 60	Sin Marca	9.20
	DEXSON	10.70
	Beaucoup	15.80

Rack Abierto de 12 HU	BEAUCOUP	105.00
Bandeja de 19 " para rack	Sin Marca	18.00
Regleta para Rack	Sin Marca	33.00
Codos	Sin Marca	2.90
Canaleta 60 mm * 40 mm con división	DEXXON	9.00
Video balum, convertidor de BNC a UTP	Video Balum Pasivo + energía	11.00
	Balum Pasivo adaptador de BNC a UTP	4.00
	Balum pasivo rj-45 utp cctv	9.00

Tabla 2. 59 Tabla 2. 60 Comparación de costos equipos pasivos de la red
Analizando las características de las antenas se verifica que las UBIQUITI y las MOTOROLA cumplen con lo solicitado, en base al presupuesto se deberá adquirir las antenas UBIQUITI para la implementación.

2.9.3 ELEMENTOS ACTIVOS DE LA RED LAN

La tabla 2.61 muestra la comparación de costos de los elementos activos de la red.

ELEMENTO	MARCA	COSTO (\$)
Switch de 24 puertos	TP-LINK TI-sf1024	80.50
	D-LINK Des – 1024d	94.80
	NEXXT Nw223nxt54	84.75
Servidor	CLON	454.99
	HP	750.63
	DELL	745.36
DVR	HIKVISION DS-J142I	315.60
	DVR-H9104V	495.00
	DVR-H.264	398.99

Cámaras IP	DLINK DSC930L	128.80
	DLINK DCS932L	165.76
	UBIQUITI AIRCOM	140.00
Teléfonos IP	GXP-285	123.98
	GXP-1450	170.00

Tabla 2. 61 Comparación de costos equipos activos de la red

2.10 COSTO REFERENCIAL DE MATERIALES

2.10.1 ELEMENTOS PASIVOS DE LA RED

La tabla 2.62 muestra el costo referencial de los elementos pasivos de la red.

ITEM	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Rollo de cable UTP cat.5e, 100 ohms de cuatro pares	6	118.00	708.00
2	Kit Caja Sobrepuesta + 2 jacks rj45	50	7.37	368.50
3	CAT 5e + Face Plate Doble	5	23.57	117.85
4	Patch Panel cat 5e Nexxt	4	93.75	375.00
5	Rack abierto de piso 12U. Organizador de cables Horizontal completo	10	9.55	95.50
6	Bandeja 19"estandar para rack	2	16.07	32.14

7	Separador estándar	3	1.56	4.68
8	Regleta para Rack	4	29.46	117.84
9	Codos	30	2.59	77.70
10	Canaleta 60 mm * 40 mm con división	40	8.04	321.60
11	Amarras 10 cm T4 Blanca paquete de 100 unidades	3	1.79	5.37
	Video balum pasivo + energía	4	9.7	38.80
SUBTOTAL				2262.98
IVA			12%	27.16
Imprevistos (5%)				300.00
TOTAL				2590.14

Tabla 2. 62 Costo referencial elementos pasivos de la red

2.10.2 ELEMENTOS ACTIVOS DE LA RED

La tabla 2.63 muestra el costo referencial de los elementos activos de la red.

ITEM	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	UBIQUITAIRGRID M5	1	116.06	116.06
2	UBIQUITI AirMax Sector 5G-17-90	1	278.19	278.19
3	UBIQUITI NANO STATION M5	1	85.98	85.98
4	UBIQUITI RD-5G-30	1	343.58	343.58
5	CAMARAS UBIQUITI AIRCOM	2	123.20	246.40
6	TELEFONOS IP GXP-285	10	109.10	1091.00
7	D-LINK	5	83.42	417.10
8	DVR HIKVISION DS-J142I	1	277.73	277.73
9	SERVIDORES	2	454.99	909.98
SUBTOTAL				3766.02
IVA			12%	45.19
Imprevistos (5%)				300.00
TOTAL				4111.21

Tabla 2. 63 Costo referencial elementos activos de la red

2.10.3 VALORES ADICIONALES

La tabla 2.64 muestra el costo referencial de los valores adicionales considerados.

ITEM	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Costo de Diseño	1	800,00	800,00
2	Costo de instalación por punto de cableado estructurado	106	24,00	2544,00
3	Sistema Operativo	1	788,70	788,70
4	Infraestructura de torre 1 por metro	23	200,00	4600,00
5	Infraestructura de torre 2 por metro	14	200,00	2800,00
	SUBTOTAL			11532,70
	IVA		12%	138,39
	Imprevistos (5%)			300,00
	TOTAL			11971,09

Tabla 2. 64 Costo referencial adicional

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA RED, PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS

Para la implementación de los enlaces inalámbricos, como se indicó en el capítulo dos, se escogió las antenas de marca UBIQUITI, en figura 3.1 se muestra el diagrama a implementar con el nombre de las antenas correspondientes a cada estación.

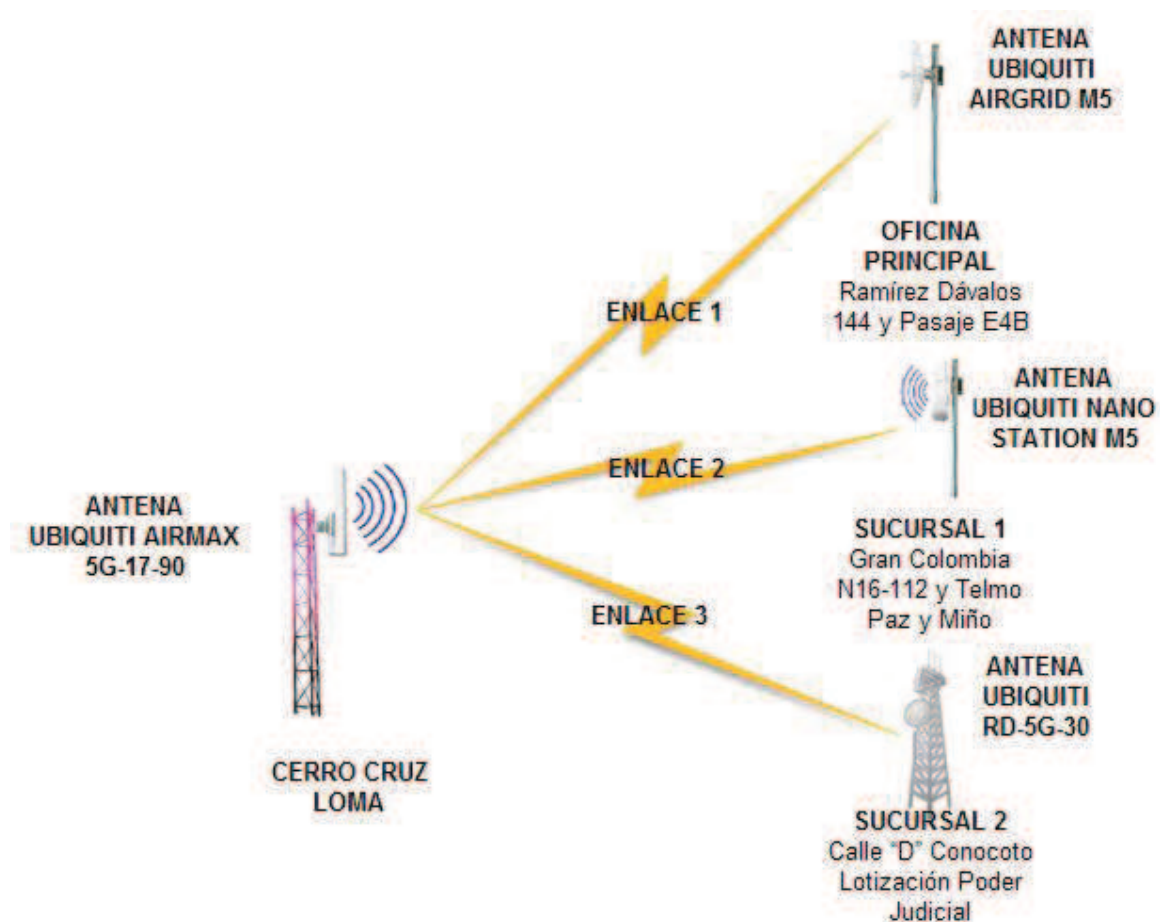


Figura 3. 1 Ubicación de las antenas

3.1.1 ENLACE 1 CRUZ LOMA – OFICINA PRINCIPAL

Este enlace se efectuó entre el repetidor Cruz Loma y la Oficina Principal, presenta línea de vista sin obstrucción por ubicación geográfica, con los cálculos realizados en el numeral 2.4.3.2 se garantizó la factibilidad del enlace.

- La tabla 3.1 muestra los parámetros de instalación del enlace 1.

Parámetros de Instalación	OFICINA PRINCIPAL	CRUZ LOMA
Distancia del enlace	4.789 km	
Azimut	295.02 °	115.02 °
Ángulo de Inclinación	12.1 °	-12.1 °

Tabla 3. 1 Parámetros de instalación enlace 1

Descripción ubicación Repetidor Cruz loma

Esta antena se instaló sobre una torre de 25 metros que forma parte de la infraestructura de Invetronica, se ubicó a 12 metros de altura definidos en las inspecciones físicas que se hicieron en el lugar, la figura 3.2 muestra la vista panorámica de la instalación efectuada.



Figura 3. 2 Estructura Cruz Loma

La figura 3.3 muestra con mayor exactitud la vista de la antena que fue colocada.



Figura 3. 3 Vista cercana antena Cerro Cruz Loma

ANTENA OFICINA PRINCIPAL

Se la instaló sobre un mástil ubicado en el segundo piso, tentativamente según los cálculos se debía ubicar a una altura de 5.08 [m], pero en este no se tomó en cuenta la altura de las edificaciones tras la sucursal, por tal motivo se la instaló a una altura de 8 metros, la figura 3.4 muestra la vista panorámica de la instalación efectuada.



Figura 3. 4 Vista de antena en la Oficina Principal

La figura 3.5 muestra una toma cercana realizada a la antena de la Oficina Principal.



Figura 3. 5 Vista cercana a la antena Oficina Principal

3.1.2 ENLACE 2 CRUZ LOMA – SUCURSAL 1

Este enlace se efectuó entre el repetidor Cruz Loma y la Sucursal 1, presenta línea de vista sin obstrucción por ubicación geográfica, con los cálculos realizados en el numeral 2.4.3.2 se garantizó la factibilidad del enlace.

- La tabla 3.2 muestra los parámetros de instalación del enlace 2.

Parámetros de Instalación	SUCURSAL 1	CRUZ LOMA
Distancia del enlace	5.198 km	
Azimut	307.19 °	127.19 °
Ángulo de Inclinación	10.6 °	-10.7 °

Tabla 3. 2 Parámetros de instalación enlace 2

Ubicación antena Sucursal 1

La instalación se efectuó en el primer piso de la edificación a una altura de 3 [m] que para este caso fueron los calculados, la figura 3.8 muestra una vista panorámica de la instalación efectuada en la sucursal.



Figura 3. 6 Vista de la antena en la Sucursal 1

La figura 3.9 muestra una vista cercana de la antena ubicada en esta sucursal.



Figura 3. 7 Vista cercana a la antena Sucursal 1

3.1.3 ENLACE 3 CRUZ LOMA – SUCURSAL 2

Este enlace se lleva a cabo entre la Sucursal 2 y el repetidor colocado en Cruz Loma, por condiciones del terreno el enlace presenta línea de vista, con los cálculos realizados en el numeral 2.4.3.2 se garantizó la factibilidad del enlace.

- La tabla 3.3 muestra los parámetros de instalación del enlace 3.

Parámetros de Instalación	A1	A2
Distancia del enlace	9.455 km	
Azimut	321.6 °	141.61 °
Ángulo de Inclinación	6 °	-6.1 °

Tabla 3. 3 Parámetros de instalación enlace 3

Ubicación antena Sucursal 2

Se instaló en una torre de 23 metros de altura, la altura teórica encontrada fue de 18.72 [m], sin considerar las edificaciones del sector. La figura 3.8 muestra una vista panorámica de la instalación efectuada.



Figura 3. 8 Torre Sucursal 2

La figura 3.9 muestra una vista cercana a la antena instalada en la Sucursal 2.



Figura 3. 9 Vista cercana a la antena Sucursal 2

La configuración de cada una de las antenas anteriormente detalladas se encuentra en el anexo 1.

3.1.4 PRUEBA Y RESULTADOS

Ya implementados los enlaces se realizaron las pruebas necesarias para probar la conectividad y estado de cada una de las antenas, en la tabla 3.4 se detalla las direcciones IP de cada una de las antenas.

UBICACIÓN	DIRECCIÓN IP
Cruz Loma	192.168.1.21
Oficina Principal	192.168.1.22
Sucursal 1	192.168.1.23
Sucursal 2	192.168.1.24

Tabla 3. 4 Direcciones IP de las antenas

3.1.4.1 Pruebas de conectividad

Una vez ubicadas las antenas se llevó a cabo una prueba de conectividad desde la Oficina Central hacia cada una de las estaciones obteniendo los siguientes resultados.

- Prueba de conectividad desde Oficina Principal hacia Repetidor Cerro Cruz Loma. (ver figura 3.10)

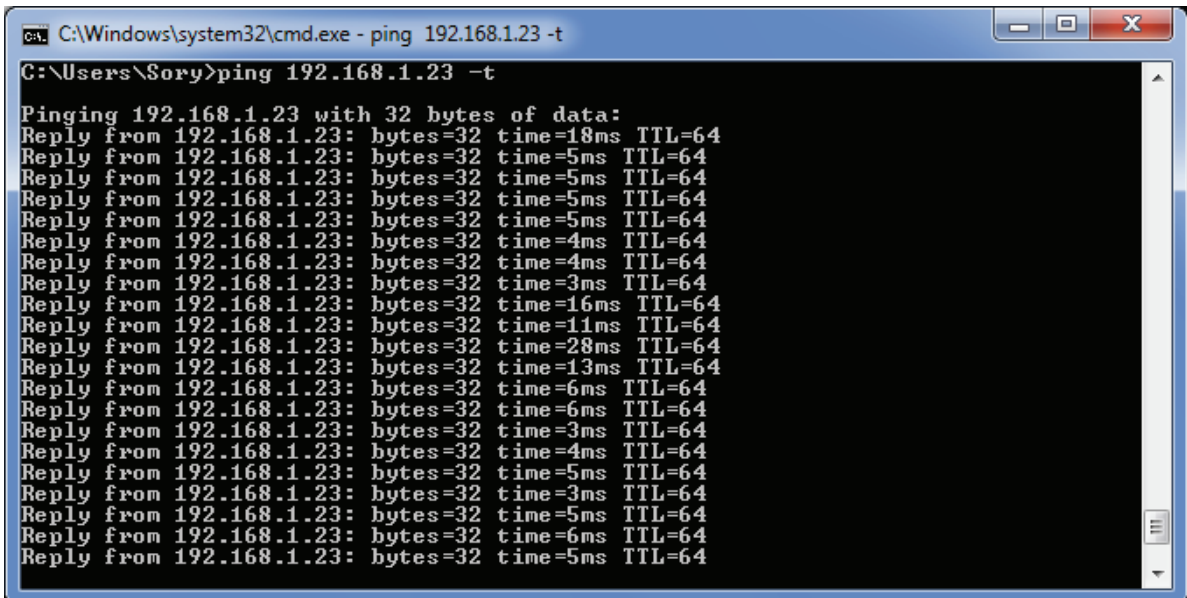
```

C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.21 -t
C:\Users\Sory>ping 192.168.1.21 -t
Pinging 192.168.1.21 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=15ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=7ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.21: bytes=32 time=2ms TTL=64

```

Figura 3. 10 Prueba de conectividad de Cerro Cruz Loma

- Prueba de conectividad desde Oficina Principal hacia Sucursal 1. (ver figura 3.11)

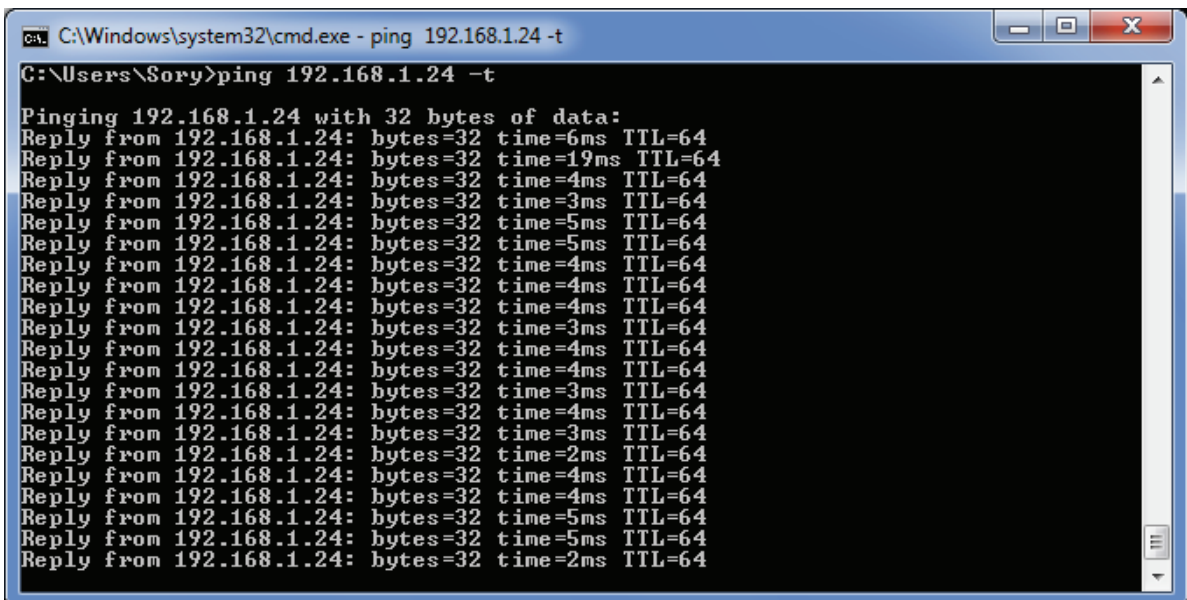


```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.23 -t
C:\Users\Sory>ping 192.168.1.23 -t

Pinging 192.168.1.23 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=18ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=16ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=11ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=28ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=13ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.23: bytes=32 time=5ms TTL=64
```

Figura 3. 11 Prueba de conectividad de Sucursal 1

- Prueba de conectividad desde Oficina Central hacia Sucursal 2. (ver figura 3.12)



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.24 -t
C:\Users\Sory>ping 192.168.1.24 -t

Pinging 192.168.1.24 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=19ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=5ms TTL=64
Reply from 192.168.1.24: bytes=32 time=2ms TTL=64
```

Figura 3. 12 Prueba de conectividad de Sucursal 2

- Prueba de conectividad desde un equipo en la Oficina Principal hacia la antena. (ver figura 3.13)

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - ping 192.168.1.22 -t
^C
C:\Documents and Settings\Usuario>ping 192.168.1.22 -t

Haciendo ping a 192.168.1.22 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

```

Figura 3. 13 Prueba conectividad de Oficina Principal

3.1.4.1.1 Conclusión

Como se muestra en las figuras 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13 anteriormente expuestas, existe conexión entre todas las antenas, ya que se tiene respuesta a lo solicitado. Además el tiempo en respuesta que se observa a esta solicitud es pequeño, por lo que concluimos que los enlaces son eficientes.

3.1.4.2 Probando el enlace

Para probar el estado de los enlaces se puede hacer una comparación entre la sensibilidad y la intensidad de señal de cada una de las antenas.

La pestaña principal de la interfaz de cada antena muestra la configuración en tiempo real, dentro de estos parámetros hay un ítem que permite identificar que tan eficaz es el enlace

- La figura 3.14, muestra la ventana principal la antena ubicada en la Oficina Matriz.

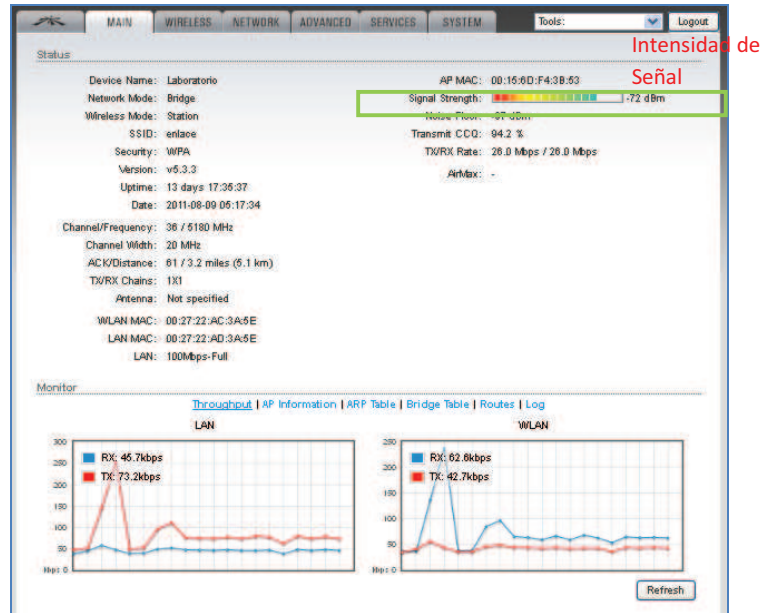


Figura 3. 14 Intensidad de Señal de la antena en Oficina Principal

- La figura 3.15 muestra la ventana principal de la antena ubicada en el Cerro Cruz Loma.

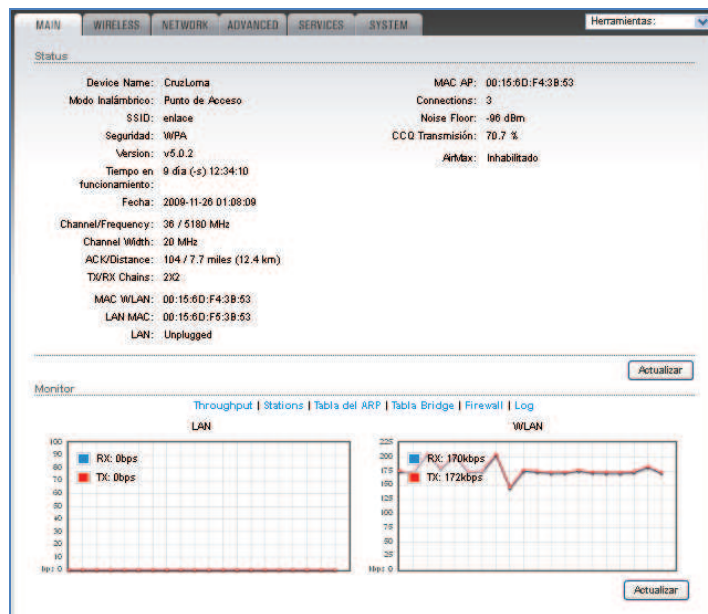


Figura 3. 15 Intensidad de Señal de la antena en Cruz Loma

- La figura 3.16 muestra la ventana principal de la antena ubicada en la Sucursal 1.

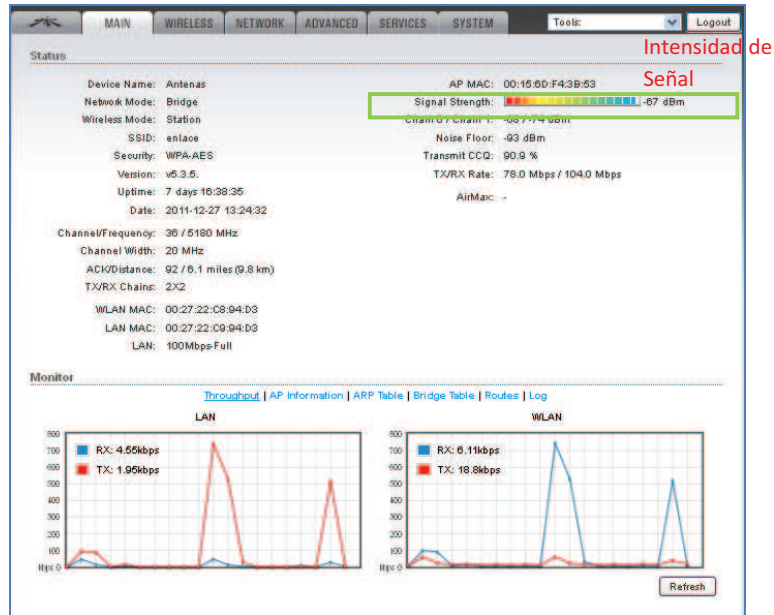


Figura 3. 16 Intensidad de Señal de la antena en Sucursal 2

- La figura 3.17 muestra la ventana principal de la antena ubicada en la Sucursal 2.

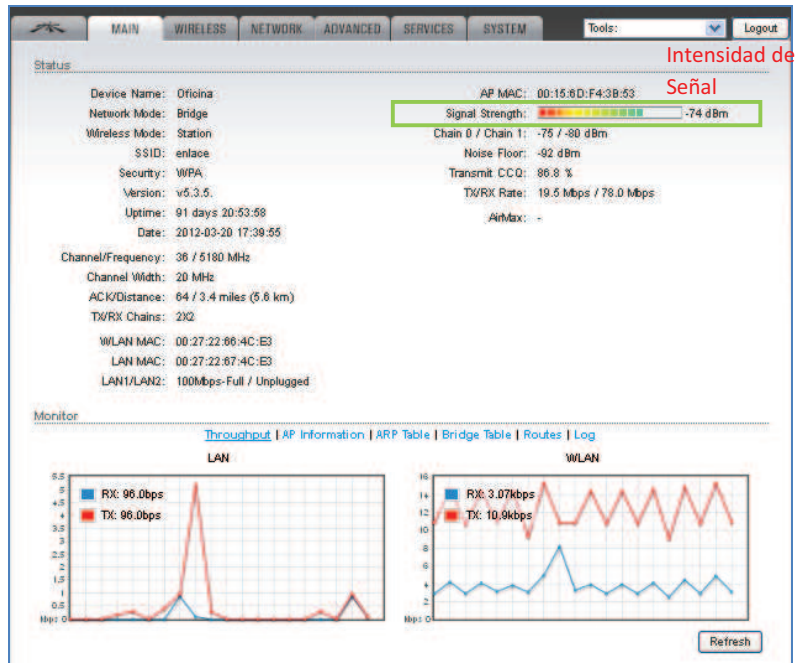


Figura 3. 17 Intensidad de señal de la antena en Sucursal 1

3.1.4.2.1 Conclusión

De las figuras 3.14, 3.16 y 3.17 se han recolectado los datos de intensidad de señal de cada una de las antenas, estos valores han sido comparados con la sensibilidad de cada equipo dado por el fabricante de tal modo que se obtuvo la tabla 3.5.

- La tabla 3.5 muestra la comparación entre la sensibilidad y la intensidad de señal de las antenas instaladas.

Antenas	Sensibilidad Fabricante	Intensidad de Señal
A1	-80 dbm	-67 dbm
A3	-80 dbm	-74 dbm
A4	-90 dbm	-72 dbm

Tabla 3. 5 Cuadro de Comparación entre la sensibilidad y la intensidad de señal

Por lo tanto se puede concluir que los enlaces son efectivos ya que la intensidad de la señal efectiva de cada una de las antenas es mayor que la sensibilidad mínima establecida por el fabricante para la transmisión de datos.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN

3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

Acorde a lo diseñado se ha implementado el cableado estructurado de cada una de las sucursales ubicando los puntos de voz datos y video.

PRINCIPAL

La figura 3.18 muestra el rack ubicado en la Oficina Principal, mismo que contiene el mayor número de puntos de voz, datos y video de la presente implementación.



Figura 3. 18 Vista del rack implementado en la Oficina Principal

La figura 3.19 muestra la implementación del cableado estructurado en la Sucursal 1, Sucursal 2 y Sucursal 3.


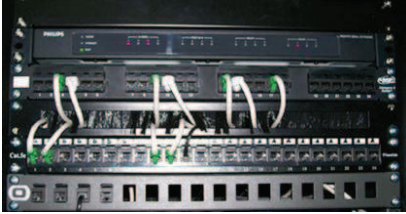

RACK SUCURSAL 1	RACK SUCURSAL 2	RACK SUCURSAL 3
		

Figura 3. 19 Racks de cada una de las Sucursales

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE RED

Para poder demostrar que los servicios de Active Directory y DNS se encuentran instalados y correctamente configurados en la red de INVETRONICA se visualizará pantallas tomadas de los servidores con las configuraciones realizadas.

La figura 2.20 muestra la pantalla principal del servidor de active directory que se encuentra instalado, configurado y operativo en la red de la empresa, en ésta se puede visualizar las características del equipo a nivel de hardware y de software, además un monitoreo a través del software freemeter del uso del disco y procesos que se ejecutan en el.

The screenshot displays a Windows desktop environment with a blue background. On the left side, there is a taskbar with several icons: 'Mis documentos', 'DNS', 'Mi PC', 'Usuarios y equipos...', 'Mis sitios de red', 'Merak Mail Server Admin...', 'Papetera de reciclaje', 'putty.exe', 'Internet Explorer', 'Asistente para configuración...', and 'Radmin Viewer 3'. The main area of the desktop is occupied by the Freemeter monitoring application. The Freemeter window shows system status including 'Uptime: 0 00:00', a drive usage table for C:, CPU usage at 0%, and disk usage at 0.0KB/sec. Below these are sections for 'Physical Memory Information' and 'Page File Information'. To the right of the Freemeter window, a blue panel displays system configuration details for the host 'INVETRON-E47E3E', including IP address (192.168.1.253), subnet mask, default gateway, DNS server, MAC address, network card, boot time, user name (Administrador), logon domain (INVETRONICA), and system type (Domain Controller, Primary, Terminal Server).

Drive	Free (MB)	Used (MB)	Total (MB)	% Used
(C)	108,936.9	5,549.8	114,486.6	4.8%

Available	Used	Total
698,656 KB	332,200 KB	1,030,856 KB
67.8%	32.2%	

Available	Used	Total
2,196,500 KB	288,760 KB	2,485,260 KB
88.0%	12.0%	

HOST NAME: INVETRON-E47E3E

IP Address: 192.168.1.253
Subnet Mask: 255.255.255.0
Default Gateway: 192.168.1.254
DHCP Server: (none)
DNS Server: 192.168.1.253
MAC Address: 00-1E-58-9C-42-6C
Network Card: Adaptador VIA VT6105 Rhine III Compatible Fast Et...
Network Speed: 100 Mb/s
Network Type: Ethernet

Boot Time: 02/01/2013 20:38
User Name: Administrador
Logon Domain: INVETRONICA
Logon Server: INVETRON-E47E3E
Machine Domain: INVETRONICA

CPU: 3.00 GHz Intel Pentium(R) 4 (Hyper-Threaded)
Memory: 1007 MB
System Type: Domain Controller, Primary, Terminal Server
OS Version: Windows 2003
Service Pack: Service Pack 2
IE Version: 6.0.3790.3959;SP2;
Snapshot Time: 20/01/2013 13:11

Volumes: C:\ 111.80 GB NTFS
Free Space: C:\ 106.35 GB NTFS

Figura 3. 20 Pantalla principal del Servidor Active Directory y DNS

Para el caso del servicio de DNS, la figura 3.21 muestra los archivos correctamente creados del servicio de dominio configurado como invetronica.local

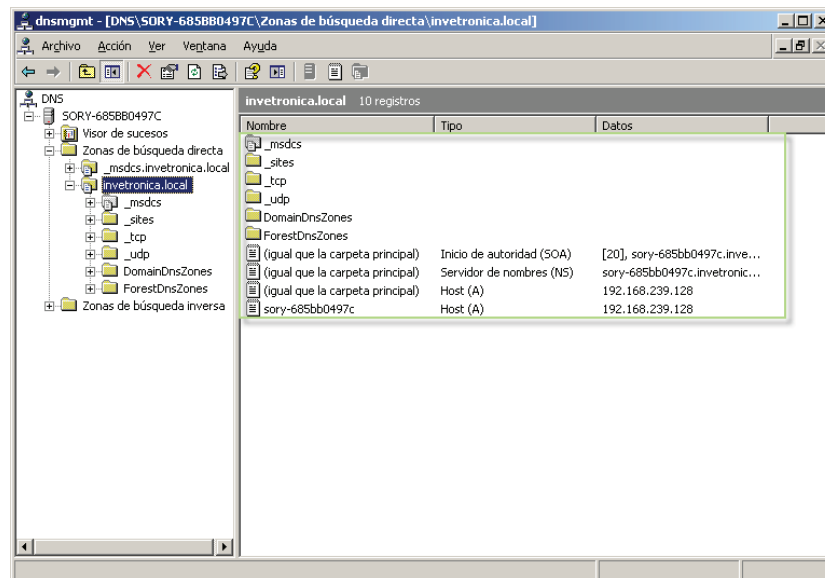


Figura 3. 21 Zona de búsqueda directa de inetronica.local

La figura 3.22 muestra los tipos de usuarios configurados en Active Directory.

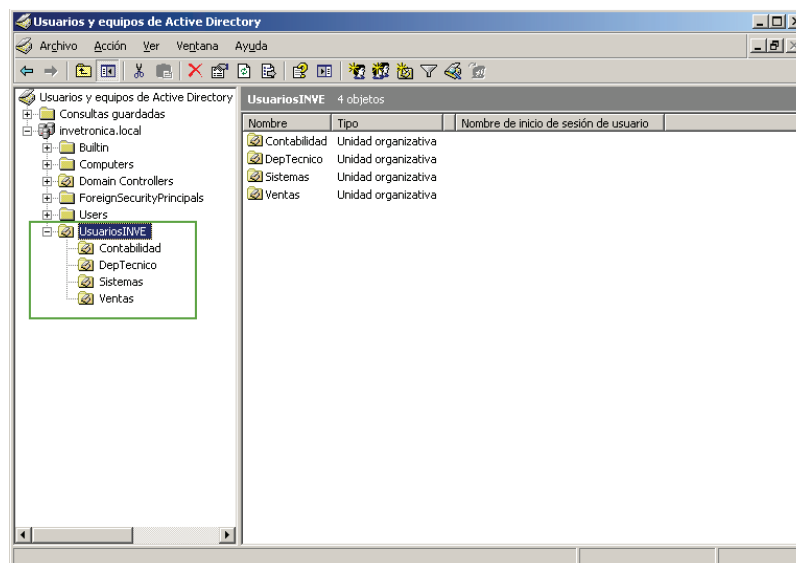


Figura 3. 22 Usuarios de INVETRONICA

La figura 3.23 muestra los usuarios configurados para el área de Laboratorio, la definición que se tomó para la creación de cada usuario fue el primer nombre junto a la letra inicial del apellido para inicio de sesión.

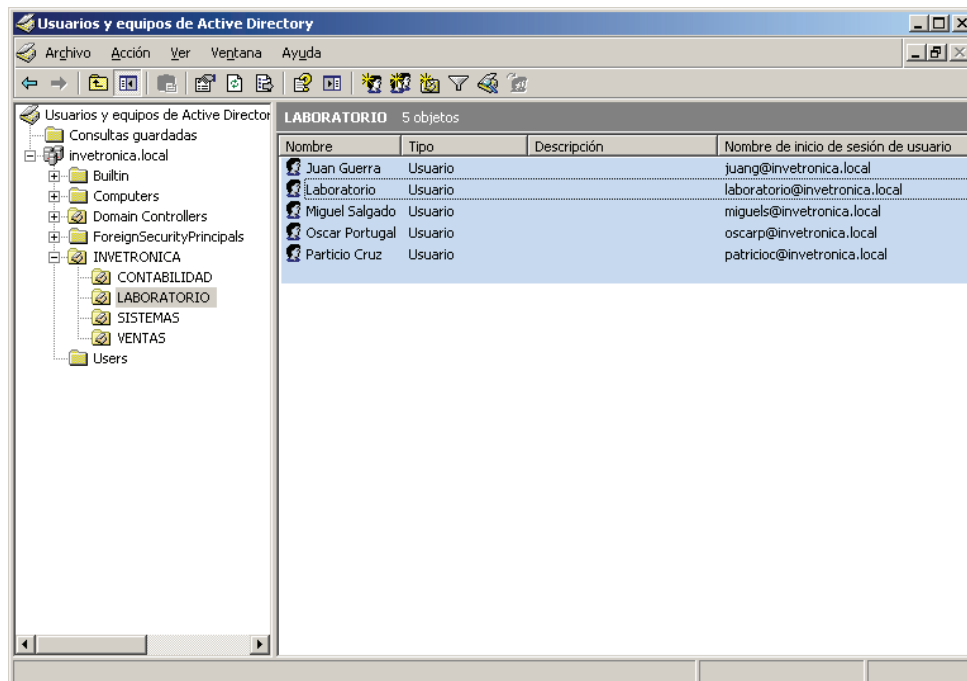


Figura 3. 23 Usuarios activos

3.2.2.1 Pruebas y Resultados

Para comprobar la correcta implementación del servicio DNS, la figura 3.24 muestra un ejemplo de las propiedades de un equipo de la red, en donde se evidencia que trabaja en el dominio invetronica.local

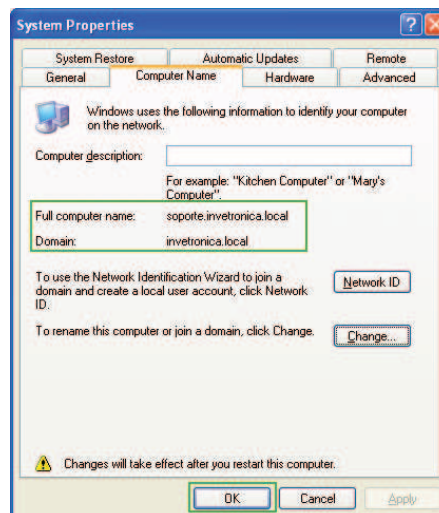


Figura 3. 24 Vista del equipo dentro del dominio

Para comprobar el correcto funcionamiento del servicio de active directory, la figura 3.25 muestra la lista de cuentas de usuario de un equipo de la red, donde muestra el usuario sorayat perteneciente al dominio INVETRONICA.

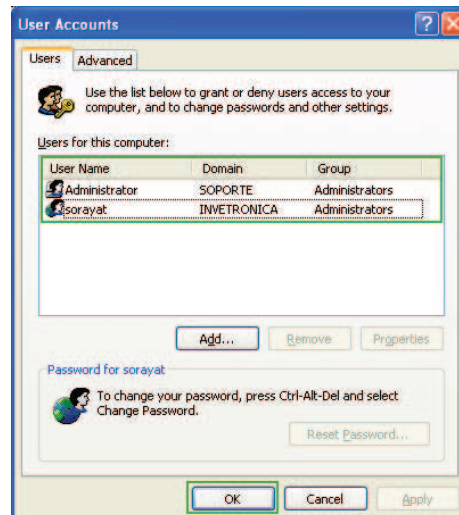


Figura 3. 25 Visualización de las cuentas de usuario

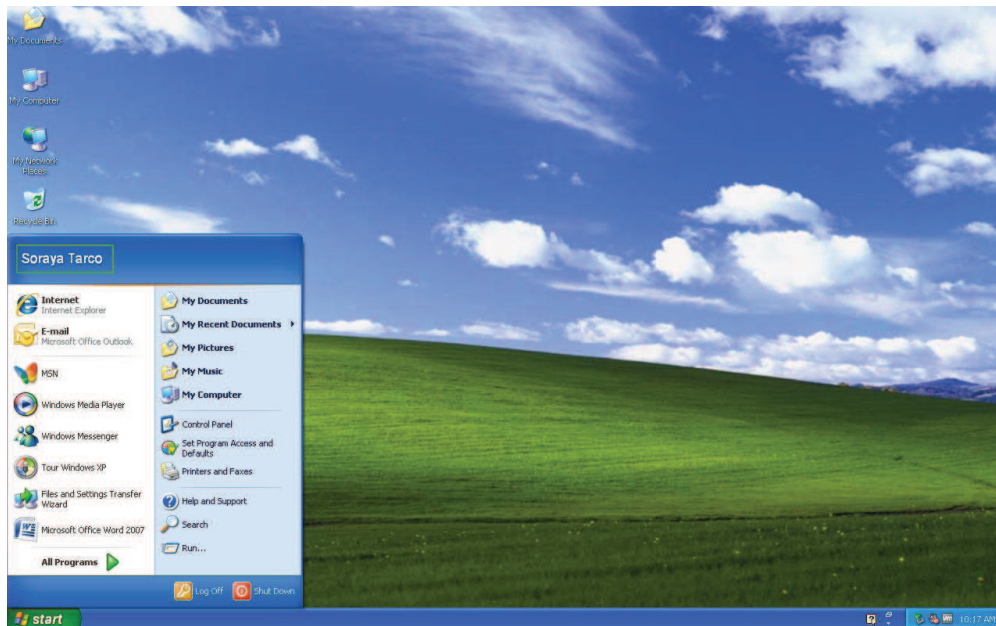


Figura 3. 26 Pantalla de inicio de sesión

Conclusión

Por todo lo anterior expuesto se concluye que los servicios de Active Directory y DNS se encuentran correctamente implementados y configurados en INVETRONICA.

3.2.2.2 Firewall y VPN

El firewall es un elemento indispensable en una red, ya que permite resguardarla de los peligros que encierra el internet, para la implementación en el presente proyecto se utilizó un firewall basado en Linux cuyo nombre es pfsense con versión 1.2.3-RELEASE, por ser de distribución gratuita, fácil administración además de que como función adicional se puede utilizar como servidor de VPN.

La figura 3.27 muestra la interfaz web principal de pfsense con la información del sistema implementado.

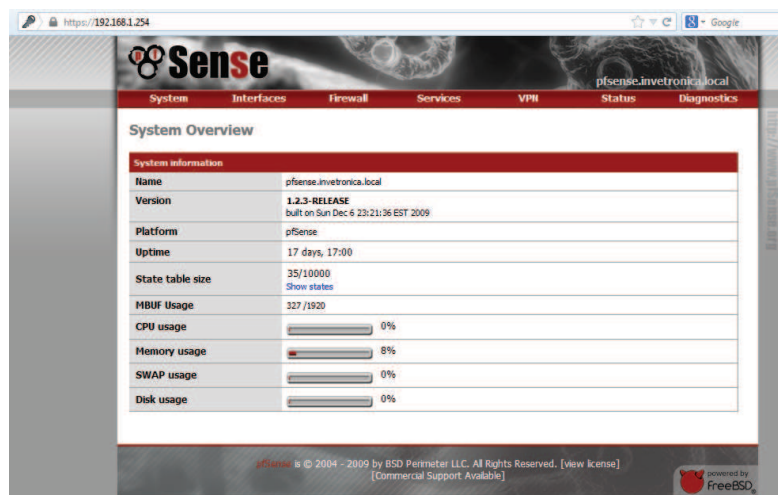


Figura 3. 27 Información del sistema

En este equipo se ha configurado las IP que manejará a nivel de LAN y de WAN, permisos para la navegación a internet de los usuarios, los puertos abiertos para las conexiones externas, administración a través de SSH, credenciales que permitirán al usuario final conectarse al equipo a través de un cliente VPN.

La figura 3.28 muestra las reglas configuradas en el equipo.

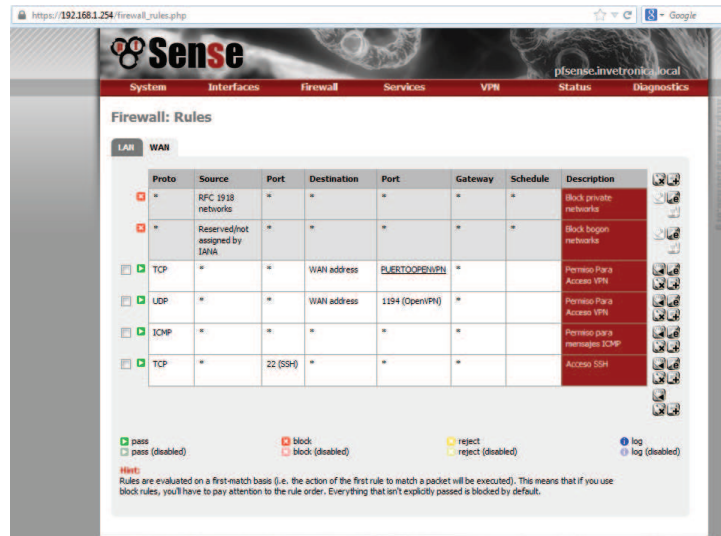


Figura 3. 28 Reglas configuradas en el firewall

La configuración de servidor VPN se realizó de manera sencilla, ingresando correctamente las siguientes características:

- Protocolo a usar
- Rango de direcciones IP a asignar a sus clientes
- Puerto de que aceptará las conexiones
- Certificados de autenticación del servidor.

La figura 3.29 muestra a detalle los datos configurados.

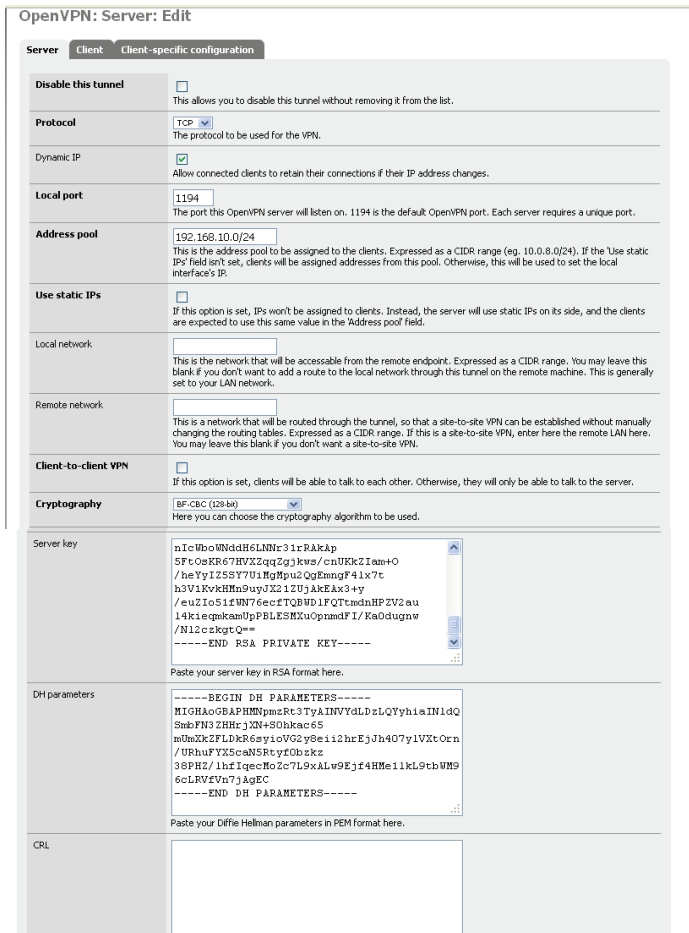


Figura 3. 29 Parámetros configurados en el servidor VPN

Pruebas y resultados

Se ha descargado el software openvpn e instalado con las opciones que vienen predeterminadas en el equipo cliente, a continuación en la ruta C:\Archivos de programa\OpenVPN\config se creó un archivo .txt con el formato del dominio, y en la ruta C:\Archivos de Programas\OpenVPN\config se han pegado las credenciales del cliente configuradas, la configuración de éstas se muestra en el anexo 3.

Se realizó la prueba de conexión a la VPN desde el equipo cliente y la comunicación se dio sin novedad, la figura 3.30 ilustra el resultado obtenido.

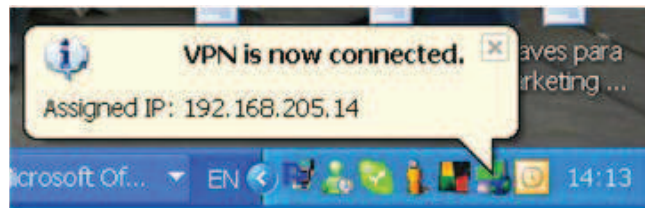


Figura 3. 30 Mensaje de Conexión de la VPN

Una vez conectada la VPN el equipo puede acceder a todos los aplicativos de la red, compartiendo voz y datos sin inconveniente.

3.2.2.2.1 Conclusión:

Por lo anterior expuesto se puede concluir que el servicio de firewall y VPN actualmente se encuentran configurados y operativos en la red de INVETRONICA, cumpliendo los requerimientos de la empresa.

3.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEFONÍA IP

La central telefónica que se ha utilizado para el presente Proyecto de Titulación es de marca B-WISE basada en el sistema operativo centos definida en el ítem 2.5.2 del capítulo 2, la administración y configuración se realiza en los archivos de configuración de asterisk ubicados en la ruta /etc/asterisk.

Los archivos de configuración que fueron afectados son los siguientes:

Sip.conf.- configuración de extensiones.

Extensions.conf.- configuración de plan de marcación.

Dahdi-channels.conf.- configuración de uso de líneas analógicas

Voicemail.conf.- servicio de buzón de voz

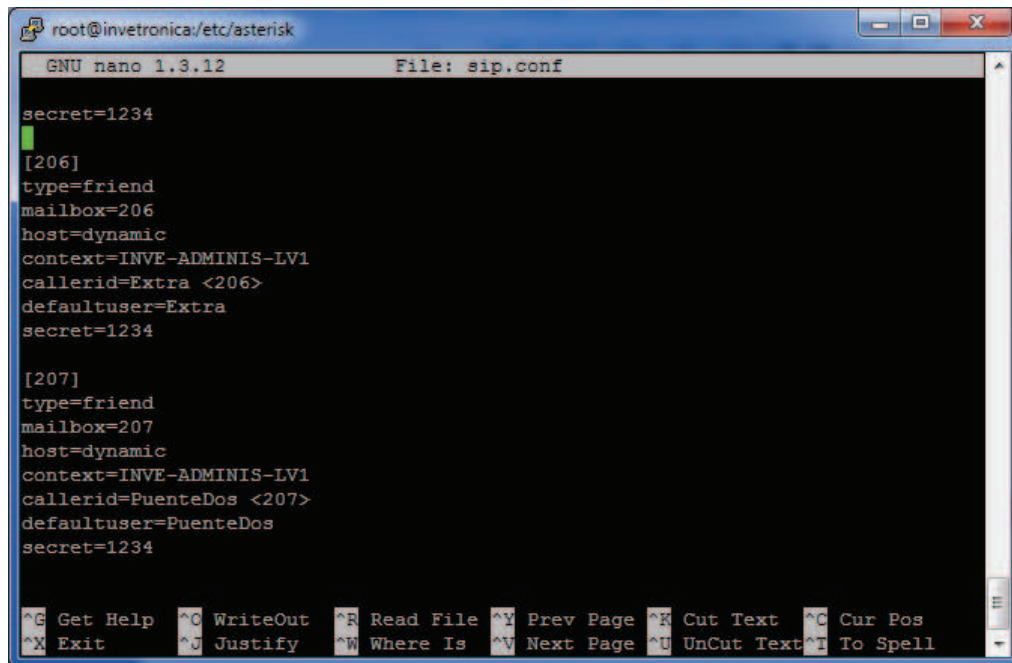
Followme.conf.- servicio de salto de llamadas

CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO SIP.CONF

En este archivo se pueden definir tres bloques importantes, el general donde se define la configuración general de las extensiones, uno para definir el registro de proveedores y finalmente otro para definir las extensiones que van a ser usadas, a continuación se describen las características que se usarán para la definición de las extensiones internas que van a ser usadas.

- [-----].- Campo que indica el número o nombre de la extensión a configurar.
- type.- se define el tipo de extensión, se puede escoger entre peer, user o friend, peer se utiliza para las llamadas salientes, user para llamadas locales y friend puede cumplir las funciones de peer o user indistintamente.
- Host.- este parámetro especifica el hostname del servidor, se puede colocar el hostname, la IP o simplemente dynamic que quiere decir que las extensiones tienen que registrarse.
- Context.- El contexto que va a utilizar la extensión para la marcación, éste está definido en el archivo extensions.conf.
- Callerid.- se coloca el nombre que se va a mostrar en la llamada.
- Defaultuser.- nombre del usuario
- Secret.- Se coloca el password con el que la extensión se va a autenticar en el servidor.

La figura 3.31 muestra un ejemplo de la configuración realizada en el archivo sip.conf para la definición de las extensiones telefónicas a usar,



```

GNU nano 1.3.12 File: sip.conf
secret=1234
[206]
type=friend
mailbox=206
host=dynamic
context=INVE-ADMINIS-LV1
callerid=Extra <206>
defaultuser=Extra
secret=1234

[207]
type=friend
mailbox=207
host=dynamic
context=INVE-ADMINIS-LV1
callerid=PuertoDos <207>
defaultuser=PuertoDos
secret=1234

^G Get Help  ^C WriteOut  ^R Read File  ^Y Prev Page  ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit      ^J Justify   ^W Where Is  ^V Next Page  ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 3. 31 Configuración de extensiones SIP

CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO EXTENSIONS.CONF

En este archivo se define en base a los requerimientos el plan de marcado que se va a manejar en la central telefónica, está dividido en tres bloques, La parte general donde se configuran parámetros generales, la parte global donde se definen las variables globales que puede usar la central y la parte donde se define la configuración de las llamadas.

A continuación se describe el bloque general.

[general]

static=yes.- si static es yes y writeprotect es no, para guardar los cambios hechos desde la consola de asterisk se tendrá que escribir el comando dialplan reload.

writeprotect=yes.- En caso contrario se actualizará automáticamente pero perderemos todos los comentarios presentes en el archivo.

autofallthrough=yes.- si el valor es yes cuando alguna llamada, por algún motivo se sale del plan se terminará.

clearglobalvars=no

En este caso el bloque dos no existe debido a que no se van a definir variables globales.

En el tercer bloque se configuró el plan de marcación de la empresa para llamadas entrantes y salientes.

Para las llamadas entrantes la interacción se dará a través de un IVR que contiene el siguiente speech: Gracias por comunicarse con INVETRONICA, si conoce el numero de extensión márkelo ahora, caso contrario marque 0 ventas, 1 soporte técnico o espere en la línea que una operadora le atenderá.

- Si el usuario conoce la extensión al marcarla la llamada se direccionará directamente sin problema a través del contexto interno.
- Opción 0, la llamada se direcciona a la extensión 205 perteneciente a ventas.
- Opción 1, la llamada se direcciona a la extensión 201 perteneciente a soporte técnico.
- Si aguarda en la línea la llamada se direccionará a la extensión 205 por default, y lo mismo sucederá si el usuario ingresa una opción inválida.

Para garantizar la atención de todas las llamadas se ha implementado el servicio de salto de llamadas a través de una función llamada followme, en donde se configuran los saltos que atravesará la llamada para ser atendida.

La figura 3.32 muestra la configuración de las llamadas que está implementada.

```

root@invetronica/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica_dialplan.conf Modified
;*****
; llamadas locales entrantes
; creado 05 Ene 2013 by ST
; *****
[incoming]
exten = s,1,NoOp(Llamadas entrantes a Invetronica)
exten = s,2,Answer()
exten = s,3,Background(IVR)
exten = s,4,WaitExten(10)
exten = s,8,Goto(interno,205,1) ;Reproduce el IVR de interno

exten = _2XX,1,Goto(interno,${EXTEN},1)
exten = 0,1,Goto(opcion0,s,1) ;Opcion 0 del IVR
exten = 1,1,Goto(opcion1,s,1) ;Opcion 1 del IVR
exten = t,1,Goto(interno,205,1) ;espera datos entrantes, si no recibe nada ento$
exten = i,1,Goto(interno,205,1) ;en poner i indica que si es un numero invalido$

[interno]
exten => _2XX,1,NoOp('Marca a extensiones')
exten => _2XX,2,Dial(SIP/${EXTEN},25,${DIALOPTIONS})
exten => _2XX,3,GotoIf("${DIALSTATUS}" = "NOANSWER"?4:5)
exten => _2XX,4,Followme(${EXTEN})
;exten => _2XX,5,VoiceMail(${EXTEN}@default)
exten => _2XX,6,HangUp()

[opcion0]
exten = s,1,NoOp(Ventas)
exten = s,n,Dial(SIP/205,20,${DIALOPTIONS}i)
exten = s,n,Goto(opcion1,s,1)
exten = s,n,HangUp()

[opcion1]
exten = s,1,NoOp(Soporte tecnico)
exten = s,n,Dial(SIP/201,20,${DIALOPTIONS}i)
exten = s,n,HangUp()

```

Figura 3. 32 Configuración de llamadas entrantes

La figura 3.33 muestra la configuración del archivo followme.conf para el salto de llamadas de la extensión 205, que indica que si esta extensión no está disponible se direcciona a la 201, si ésta tampoco está disponible se direcciona a la extensión 205, y si ésta tampoco atiende la llamada será colgada.

```

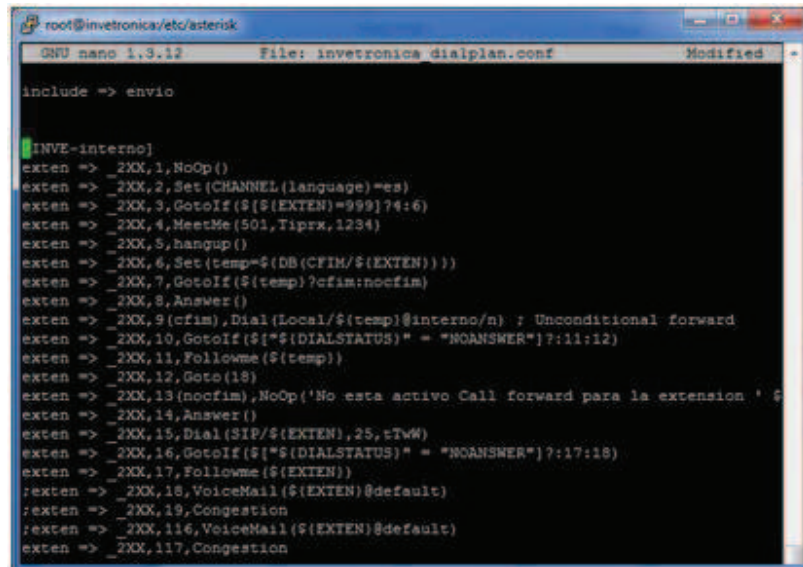
root@invetronica/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: followme.conf
[205]
musicclass=>default
context=>INVE-ADM-LV1
number=>201,15
number=>203,15

```

Figura 3. 33 Configuración de salto de llamadas

Las llamadas salientes de igual manera tienen su plan de marcación definido en varios contextos, donde se configuraron marcaciones internas, convencionales, nacionales, celulares, números de emergencia, servicio 1700 y 1800.

La figura 3.34 muestra la configuración del manejo de llamadas internas.



```

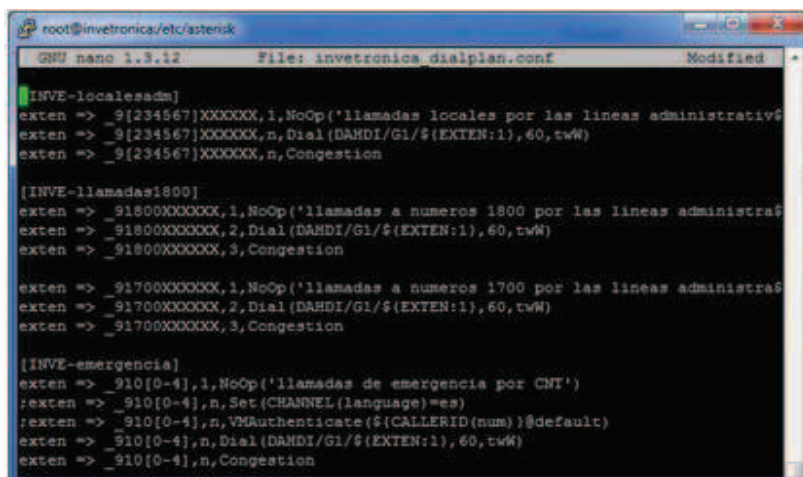
root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica dialplan.conf Modified
include => envio

[INVE-interno]
exten => _2XX,1,NoOp()
exten => _2XX,2,Set(CHANNEL(language)=es)
exten => _2XX,3,GotoIf($[${EXTEN}=999]74:6)
exten => _2XX,4,MeetMe(501,Tiprx,1234)
exten => _2XX,5,hangup()
exten => _2XX,6,Set(temp=${DB(CFIM/${EXTEN})})
exten => _2XX,7,GotoIf(${temp}?cfim:noopfim)
exten => _2XX,8,Answer()
exten => _2XX,9(cfim),Dial(Local/${temp}@interno/n); Unconditional forward
exten => _2XX,10,GotoIf($[${DIALSTATUS} = "NOANSWER"]?:11:12)
exten => _2XX,11,Followme(${temp})
exten => _2XX,12,Goto(18)
exten => _2XX,13(noofim),NoOp('No esta activo Call forward para la extension ' ${temp})
exten => _2XX,14,Answer()
exten => _2XX,15,Dial(SIP/${EXTEN},25,tTW)
exten => _2XX,16,GotoIf($[${DIALSTATUS} = "NOANSWER"]?:17:18)
exten => _2XX,17,Followme(${EXTEN})
:exten => _2XX,18,VoiceMail(${EXTEN}@default)
:exten => _2XX,19,Congestion
:exten => _2XX,116,VoiceMail(${EXTEN}@default)
exten => _2XX,117,Congestion

```

Figura 3. 34 Configuración de llamadas internas

La figura 3.35 muestra la configuración para marcaciones locales, 1800, 1700 y números de emergencia.



```

root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica dialplan.conf Modified

[INVE-localesads]
exten => _9[234567]XXXXXX,1,NoOp('llamadas locales por las lineas administrativas')
exten => _9[234567]XXXXXX,n,Dial(DAHDI/G1/${EXTEN:1},60,tw)
exten => _9[234567]XXXXXX,n,Congestion

[INVE-llamadas1800]
exten => _91800XXXXXX,1,NoOp('llamadas a numeros 1800 por las lineas administrativas')
exten => _91800XXXXXX,2,Dial(DAHDI/G1/${EXTEN:1},60,tw)
exten => _91800XXXXXX,3,Congestion

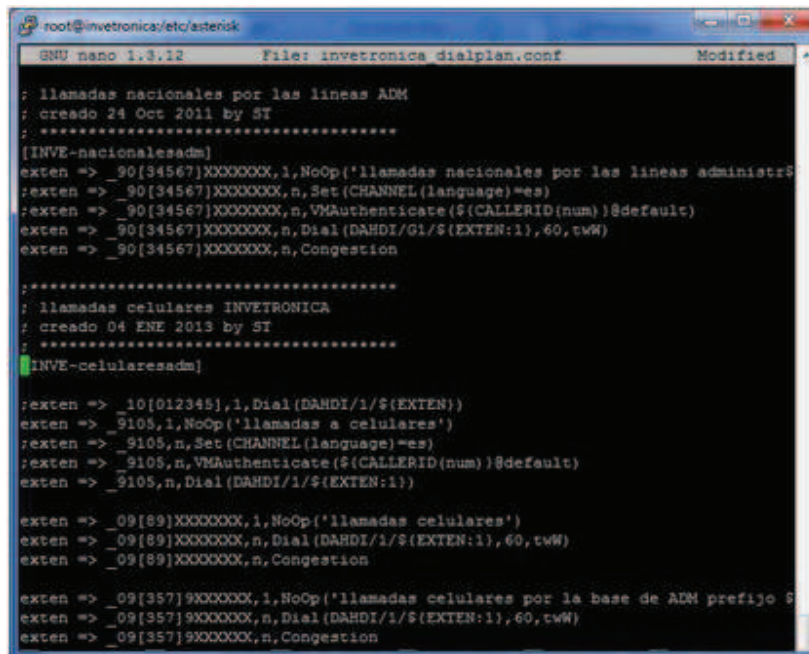
exten => _91700XXXXXX,1,NoOp('llamadas a numeros 1700 por las lineas administrativas')
exten => _91700XXXXXX,2,Dial(DAHDI/G1/${EXTEN:1},60,tw)
exten => _91700XXXXXX,3,Congestion

[INVE-emergencia]
exten => _910[0-4],1,NoOp('llamadas de emergencia por CNT')
:exten => _910[0-4],n,Set(CHANNEL(language)=es)
:exten => _910[0-4],n,VMAuthenticate(${CALLERID(num)})@default)
exten => _910[0-4],n,Dial(DAHDI/G1/${EXTEN:1},60,tw)
exten => _910[0-4],n,Congestion

```

Figura 3. 35 Configuración de marcaciones a locales, 1800 y 1700

La figura 3.36 muestra la configuración para marcaciones a nacionales y celulares.



```

root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica dialplan.conf Modified
; llamadas nacionales por las lineas ADM
; creado 24 Oct 2011 by ST
; *****
[INVE-nacionalesadm]
exten => _90[34567]XXXXXXXX,1,NoOp('llamadas nacionales por las lineas administr$
exten => _90[34567]XXXXXXXX,n,Set(CHANNEL(language)=es)
exten => _90[34567]XXXXXXXX,n,VMAuthenticate(${CALLERID(num)}@default)
exten => _90[34567]XXXXXXXX,n,Dial(DAHDI/G1/${EXTEN:1},60,twW)
exten => _90[34567]XXXXXXXX,n,Congestion

; *****
; llamadas celulares INVETRONICA
; creado 04 ENE 2013 by ST
; *****
[INVE-celularesadm]

exten => _10[012345],1,Dial(DAHDI/1/${EXTEN})
exten => _9105,1,NoOp('llamadas a celulares')
exten => _9105,n,Set(CHANNEL(language)=es)
exten => _9105,n,VMAuthenticate(${CALLERID(num)}@default)
exten => _9105,n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN:1})

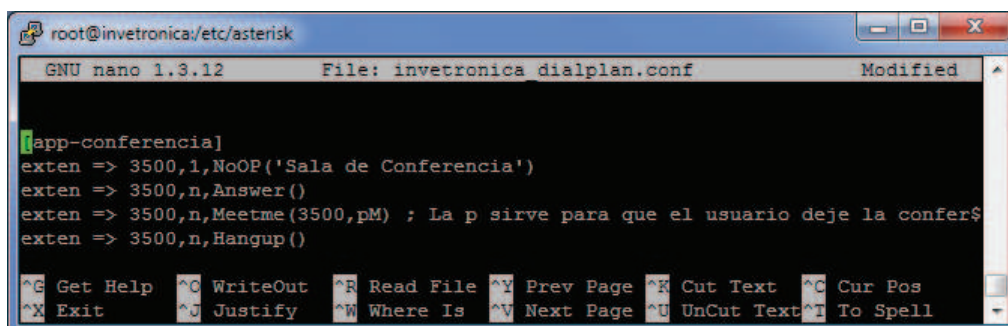
exten => _09[89]XXXXXXXX,1,NoOp('llamadas celulares')
exten => _09[89]XXXXXXXX,n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN:1},60,twW)
exten => _09[89]XXXXXXXX,n,Congestion

exten => _09[357]XXXXXXXX,1,NoOp('llamadas celulares por la base de ADM prefijo $
exten => _09[357]XXXXXXXX,n,Dial(DAHDI/1/${EXTEN:1},60,twW)
exten => _09[357]XXXXXXXX,n,Congestion

```

Figura 3. 36 Configuración marcaciones nacionales y celulares

Otra funcionalidad que se implementó fue la sala de conferencia para 2 o más usuarios, en este caso digitando 3500 ingresan a la sala, la figura 3.37 muestra la configuración realizada.



```

root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica dialplan.conf Modified

[app-conferencia]
exten => 3500,1,NoOP('Sala de Conferencia')
exten => 3500,n,Answer()
exten => 3500,n,Meetme(3500,pM) ; La p sirve para que el usuario deje la confer$
exten => 3500,n,Hangup()

^G Get Help ^C WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^I To Spell

```

Figura 3. 37 Configuración sala de conferencia

Para la correcta administración del tipo de marcaciones acorde al diseño en el numeral 2.5.2.2 del capítulo 2, se implementó niveles de permisos según la tabla 3.6:

NIVELES	INVE-ADMINIS-LV0	INVE-ADMINIS-LV1	INVE-ADMINIS-LV2
EMERGENCIA	X	X	X
CONFERENCIA	X	X	X
INTERNAS	X	X	X
CONVENCIONALES		X	X
NACIONALES		X	X
CELULARES			X
1700 Y 1800			X
PROVEEDORES			X

Tabla 3. 6 Niveles de permiso para marcaciones

La figura 3.38 muestra la configuración de niveles de seguridad.

```

root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: invetronica/dialplan.conf Modified
; ***** DIALPLAN OUTBOUND *****
; *****
; llamadas basicas desde extension IP INVE
; creado 04 ENE 2013 by ST
; *****
[INVE-ADMINIS-LV0]
include => INVE-interno
include => app-conferencia
include => INVE-emergencia

; *****
; llamadas basicas, locales y nacionales
; desde extension IP INVETRONICA
; creado 04 ENE 2013 by ST
; *****
[INVE-ADMINIS-LV1]
include => INVE-interno
include => app-conferencia
include => INVE-localesadm
include => INVE-nacionalesadm
include => INVE-emergencia

; *****
; llamadas basicas, locales, nacionales y celulares
; desde extension IP ACCUIO
; creado 03 ENE 2013 by ST
; *****
[INVE-ADMINIS-LV2]
include => INVE-interno
include => app-conferencia
include => INVE-localesadm
include => INVE-nacionalesadm
include => INVE-emergencia
include => INVE-celularesadm
include => INVE-llamadas1800
include => envio

```

Figura 3. 38 Configuración niveles de permiso

CONFIGURACIÓN TRONCAL SIP

Se realizó la implementación de una troncal SIP, en base al requerimiento que el cliente manifestó, con el fin de establecer comunicación gratuita para soporte técnico con el proveedor EPCOM ubicado en el país de Miami, para esto se mantuvo varias reuniones con el departamento técnico limando las dudas para la transferencia de voz en donde se acordó configurar una troncal para llamadas entrantes y otra para llamadas saliente, la figura 3.39 muestra las configuraciones realizadas en la central de INVETRONICA.

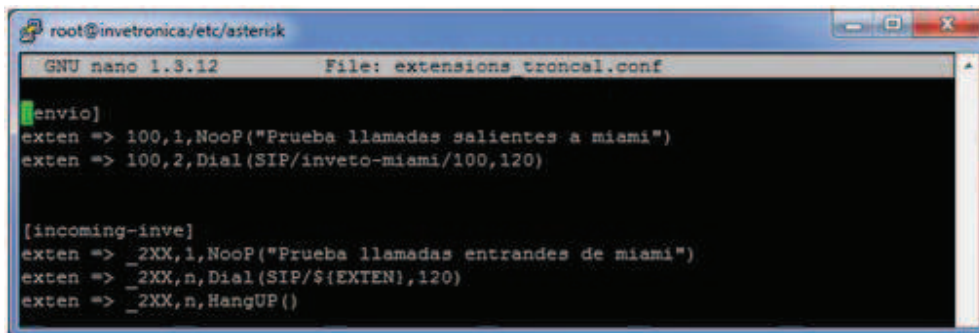
```

root@invetronica:/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: sip_troncal.conf Modified
; *****
; TRONCAL SIP INVETRONICA HACIA MIAMI
; *****
[inveto-miami]
username=inveto-acc
fromuser=inveto-acc
type=peer
secret=TrunkInve2012
qualify=yes
host=190.108.69.164
;port=5060
;directmedia=no
disallow=all
;qualify=yes
allow=gsm
;allow=alaw
;allow=ulaw
; *****
; TRONCAL SIP MIAMI HACIA INVETRONICA
; *****
[accto-inve]
username=miamito-inve
type=user
host=190.108.69.164
context=incoming-inve
secret=TrunkInve2012
disallow=all
qualify=yes
allow=alaw
allow=ulaw
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^V Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell

```

Figura 3. 39 Configuración Troncal SIP con Miami

La figura 3.40 muestra las configuraciones a nivel de plan de marcado a efectuar para la comunicación de la troncal SIP.



```

root@invetronica/etc/asterisk
GNU nano 1.3.12 File: extensions troncal.conf
[envio]
exten => 100,1,NoOP("Prueba llamadas salientes a miami")
exten => 100,2,Dial(SIP/inveto-miami/100,120)

[incoming-inve]
exten => _2XX,1,NoOP("Prueba llamadas entrandes de miami")
exten => _2XX,n,Dial(SIP/${EXTEN},120)
exten => _2XX,n,HangUP()

```

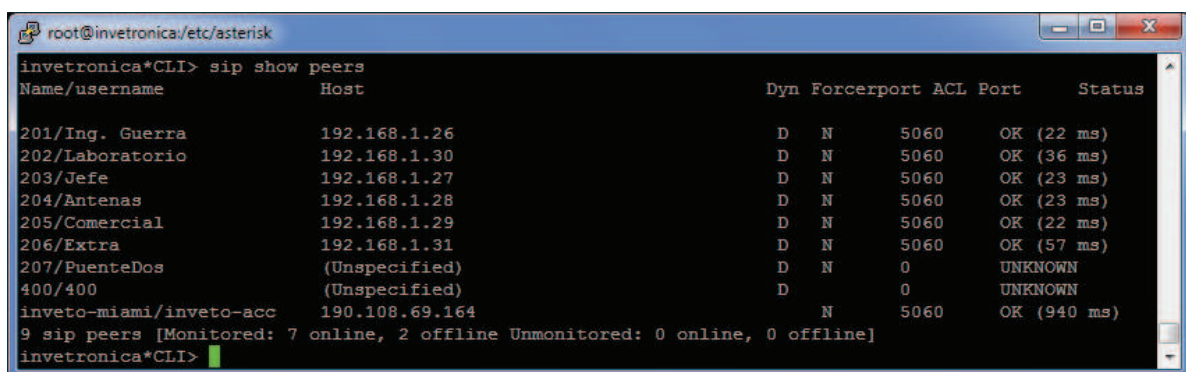
Figura 3. 401 Plan de marcado para Miami

Donde el contexto envío indica que se deberá marcar el número 100 para establecer la comunicación que se enviará a través de la troncal llamada inveto-miami y el contexto incoming-inve indica que el proveedor en Miami podrá comunicarse con cualquiera de las extensiones de la empresa.

3.3.1 PRUEBAS Y RESULTADOS

Asterisk posee una consola especializada de visualización de eventos que permite observar en tiempo real las actividades que está realizando la central y además ejecutar diversos comandos para visualizar las configuraciones efectuadas.

Para ingresar a la consola del asterisk se ejecuta el comando asterisk -r, el comando sip show peers muestra el estado de las conexiones al servidor, la figura 3.41 ilustra lo indicado.



```

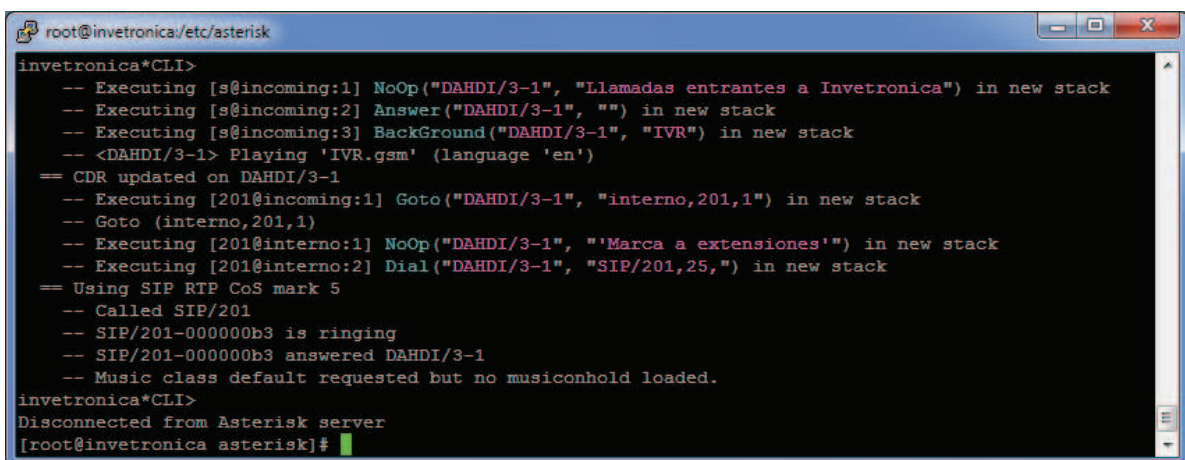
root@invetronica/etc/asterisk
invetronica*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Forcerport ACL Port      Status
-----
201/Ing. Guerra    192.168.1.26       D  N    5060     OK (22 ms)
202/Laboratorio    192.168.1.30       D  N    5060     OK (36 ms)
203/Jefe           192.168.1.27       D  N    5060     OK (23 ms)
204/Antenas        192.168.1.28       D  N    5060     OK (23 ms)
205/Comercial      192.168.1.29       D  N    5060     OK (22 ms)
206/Extra          192.168.1.31       D  N    5060     OK (57 ms)
207/PuenteDos      (Unspecified)      D  N    0        UNKNOWN
400/400            (Unspecified)      D  N    0        UNKNOWN
inveto-miami/inveto-acc  190.108.69.164    N  N    5060     OK (940 ms)
9 sip peers [Monitored: 7 online, 2 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
invetronica*CLI>

```

Figura 3. 41 Vista de las extensiones registradas en la Central Telefónica

Con esto se confirma que las extensiones configuradas y la troncal SIP se encuentran en esta ok, listas para su funcionamiento.

Para verificar que las llamadas entrantes y salientes se estén ejecutando sin inconveniente se pueden observar los logs en la consola, la figura 3.42 muestra un ejemplo de llamada entrante donde se valida que el IVR responde y el usuario solicita comunicación con la extensión 201, misma que responde sin problema a través de la línea 3.



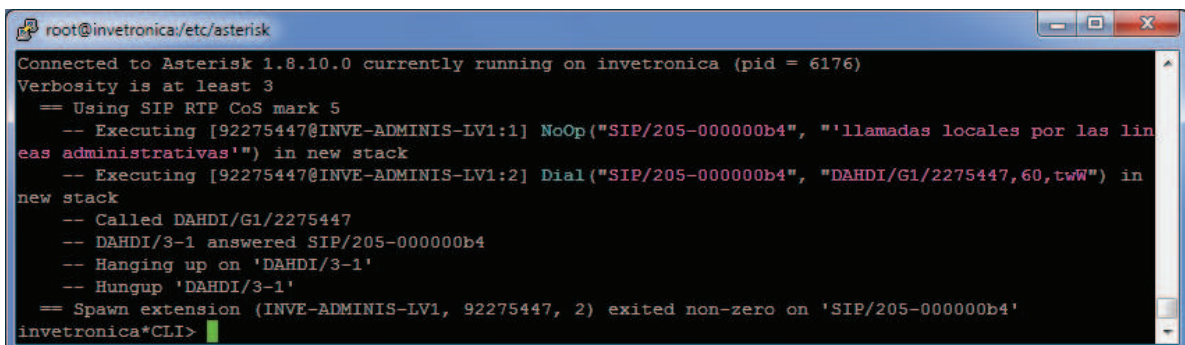
```

root@invetronica/etc/asterisk
invetronica*CLI>
-- Executing [s@incoming:1] NoOp("DAHDI/3-1", "Llamadas entrantes a Invetronica") in new stack
-- Executing [s@incoming:2] Answer("DAHDI/3-1", "") in new stack
-- Executing [s@incoming:3] BackGround("DAHDI/3-1", "IVR") in new stack
-- <DAHDI/3-1> Playing 'IVR.gsm' (language 'en')
== CDR updated on DAHDI/3-1
-- Executing [201@incoming:1] Goto("DAHDI/3-1", "interno,201,1") in new stack
-- Goto (interno,201,1)
-- Executing [201@interno:1] NoOp("DAHDI/3-1", "'Marca a extensiones'") in new stack
-- Executing [201@interno:2] Dial("DAHDI/3-1", "SIP/201,25,") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/201
-- SIP/201-000000b3 is ringing
-- SIP/201-000000b3 answered DAHDI/3-1
-- Music class default requested but no musiconhold loaded.
invetronica*CLI>
Disconnected from Asterisk server
[root@invetronica asterisk]#

```

Figura 3. 42 Log de llamada entrante

La figura 3.43 muestra el proceso de una llamada saliente a convencional en donde se verifica que la llamada salió por la línea 1 estableciendo comunicación sin problema.



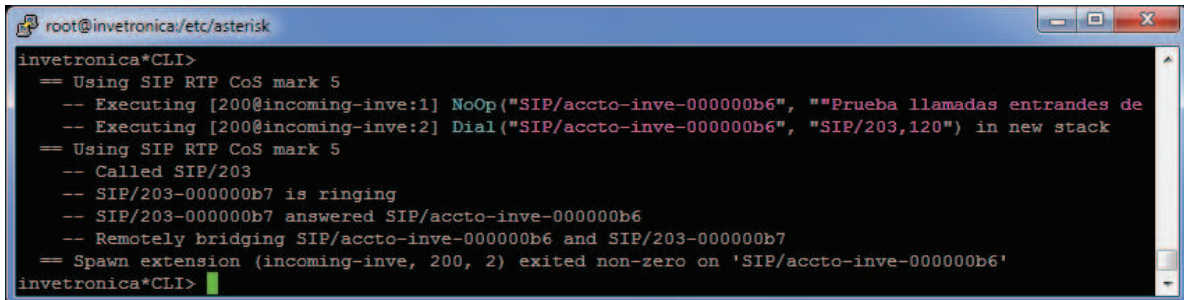
```

root@invetronica/etc/asterisk
Connected to Asterisk 1.8.10.0 currently running on invetronica (pid = 6176)
Verbosity is at least 3
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [92275447@INVE-ADMINIS-LV1:1] NoOp("SIP/205-000000b4", "'llamadas locales por las lineas administrativas'") in new stack
-- Executing [92275447@INVE-ADMINIS-LV1:2] Dial("SIP/205-000000b4", "DAHDI/G1/2275447,60,twW") in new stack
-- Called DAHDI/G1/2275447
-- DAHDI/3-1 answered SIP/205-000000b4
-- Hanging up on 'DAHDI/3-1'
-- Hungup 'DAHDI/3-1'
== Spawn extension (INVE-ADMINIS-LV1, 92275447, 2) exited non-zero on 'SIP/205-000000b4'
invetronica*CLI>

```

Figura 3. 43 Log llamada saliente convencional

La figura 3.44 muestra el proceso de una llamada entrante desde Miami, misma que se establece sin inconveniente.



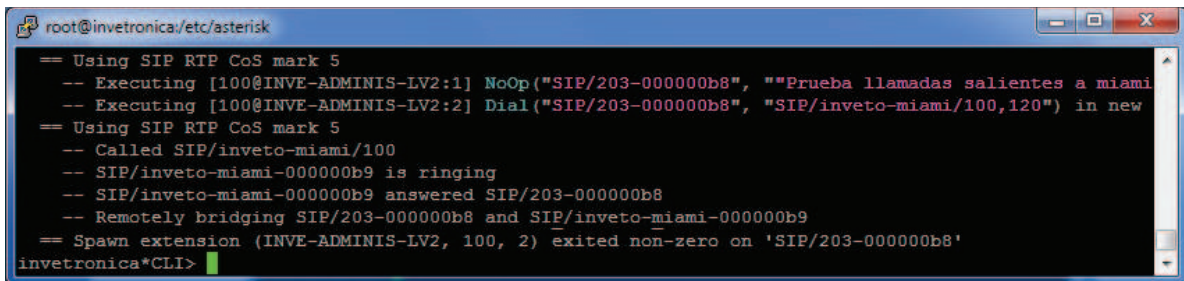
```

root@invetronica/etc/asterisk
invetronica*CLI>
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [200@incoming-inve:1] NoOp("SIP/accto-inve-000000b6", ""Prueba llamadas entrandes de
-- Executing [200@incoming-inve:2] Dial("SIP/accto-inve-000000b6", "SIP/203,120") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/203
-- SIP/203-000000b7 is ringing
-- SIP/203-000000b7 answered SIP/accto-inve-000000b6
-- Remotely bridging SIP/accto-inve-000000b6 and SIP/203-000000b7
== Spawn extension (incoming-inve, 200, 2) exited non-zero on 'SIP/accto-inve-000000b6'
invetronica*CLI>

```

Figura 3. 44 Log llamada entrante desde Miami

La figura 3.45 muestra el proceso de una llamada saliente hacia Miami, misma que se establece sin inconveniente,



```

root@invetronica/etc/asterisk
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [100@INVE-ADMINIS-LV2:1] NoOp("SIP/203-000000b8", ""Prueba llamadas salientes a miami
-- Executing [100@INVE-ADMINIS-LV2:2] Dial("SIP/203-000000b8", "SIP/inveto-miami/100,120") in new
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/inveto-miami/100
-- SIP/inveto-miami-000000b9 is ringing
-- SIP/inveto-miami-000000b9 answered SIP/203-000000b8
-- Remotely bridging SIP/203-000000b8 and SIP/inveto-miami-000000b9
== Spawn extension (INVE-ADMINIS-LV2, 100, 2) exited non-zero on 'SIP/203-000000b8'
invetronica*CLI>

```

Figura 3. 45 Log llamada saliente hacia Miami

Conclusión:

Por todas las pruebas antes expuestas se concluye que la central telefónica se encuentra correctamente configurada con todas las bondades que ofrece la telefonía IP operando en la empresa sin ningún inconveniente.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE VIDEOVIGILANCIA

En base a lo diseñado se procedió a colocar y configurar las cámaras en cada una de las sucursales de INVETRONICA en los puntos estratégicos señalados, de éste modo se puede observar las diversas áreas de la empresa y las actividades que los colaboradores realizan.

En la Oficina Principal la figura 3.46 ilustra el monitoreo y vigilancia de las 4 cámaras colocadas en las áreas de Servicio Técnico, Infraestructura, Sala de Capacitación y Recepción vía http.



Figura 3. 46 Monitoreo y vigilancia Oficina Principal

En la Sucursal 1, la figura 3.47 muestra el monitoreo y vigilancia obtenido vía http para las áreas de contabilidad, proyectos y gerencia.

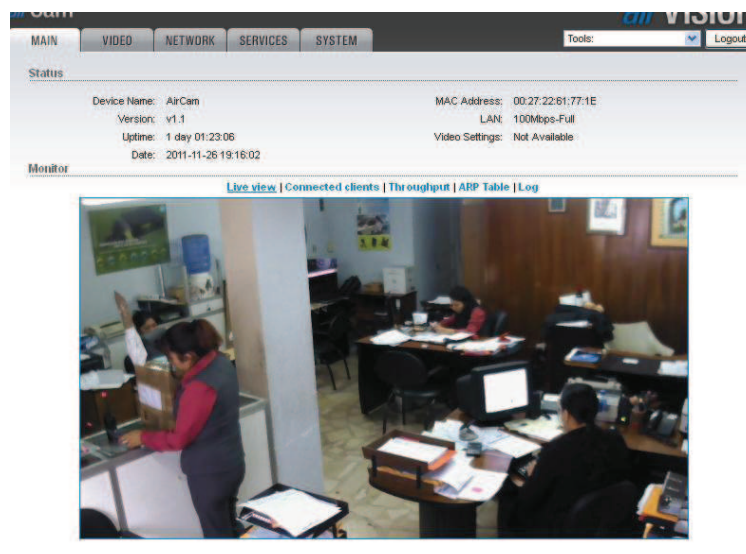


Figura 3. 47 Monitoreo y vigilancia Sucursal 1

La figura 3.48 muestra la monitorización y vigilancia de la Sucursal 2 obtenida vía http para el área de Metalmecánica.

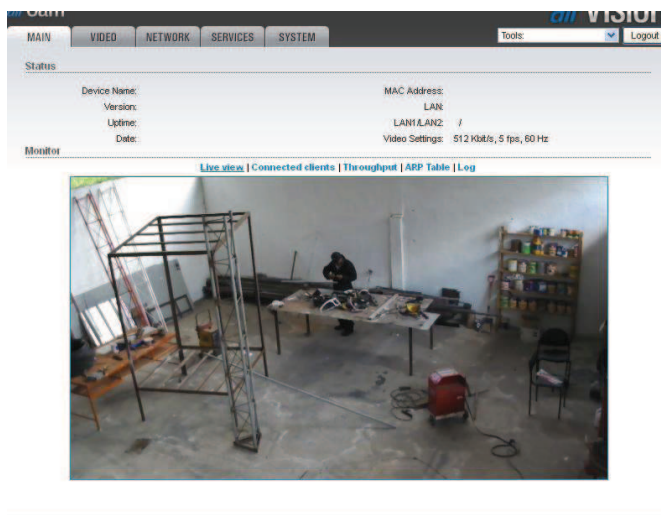


Figura 3. 48 Monitoreo y vigilancia Sucursal 2

Conclusión:

Por lo anterior expuesto se concluye que el servicio de video vigilancia fue correctamente implementado y se encuentra operativo para las 3 sucursales que se encuentran ubicadas en la ciudad de Quito.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ✓ El objetivo principal del presente Proyecto de Titulación fue optimizar los recursos de INVETRONICA y mejorar el rendimiento de la empresa en todos los ámbitos que ésta maneja.
- ✓ Con el diseño e implementación de enlaces inalámbricos para la empresa INVETRONICA se ha ganado la versatilidad en la red, debido a que ahora todas las sucursales de la empresa se encuentran conectadas y la comunicación entre las mismas es óptima.
- ✓ En el diseño de los enlaces de microondas, la elección del punto que actúa como repetidor que es el Cerro Cruz Loma fue muy importante gracias a su altura, ya que permitió enlazar las tres sucursales de Quito y así tener comunicación entre ellas.
- ✓ El ahorro de recursos en este tipo de implementaciones es valioso, debido a que la red proporciona todas las prestaciones deseadas a nivel de voz, datos y video.
- ✓ Utilizar una Red de Área Local en una estructura interna y privada usando los protocolos TCP/IP, permite a los usuarios trabajar de una forma sencilla y efectiva, al mismo tiempo brinda seguridad en cuanto a la información ya que esta red está protegida por firewall.
- ✓ El manejo de servidores de active directory y de dominio permiten muchas bondades para el administrador de la red, ya que se puede administrar los privilegios de cada usuario para el mejor manejo de la información.

- ✓ Las ventajas que se tiene con esta infraestructura son muchas, se garantiza al usuario rapidez en el transporte de la información, seguridad en la integridad de los datos, además de seguridad con respecto a posibles espías en la red; otra ventaja que se puede mencionar es el la compartición de recursos.
- ✓ El manejo de una central telefónica propia es a largo plazo una inversión exitosa, ya que la comunicación interna de la empresa entre las sucursales se da de manera gratuita, el único gasto que se genera es el consumo a llamadas locales, regionales y celulares a clientes y proveedores externos.
- ✓ Asterisk es el software que se utilizó para la implementación central telefónica IP, se escogió este software no solamente por ser libre sino también por su gran capacidad de simular las funciones, así como características y servicios de una PBX, que son: buzón de voz, conferencia, IVR, etc.
- ✓ La implementación de video vigilancia garantiza al propietario y gerente de la empresa un control extra sobre sus empleados, debido a que se conoce su ubicación física y actividades que se encuentra realizando en tiempo real.
- ✓ La marca UBIQUITI tiene una gran variedad de productos, a precios bajos en comparación con otras marcas como MOTOROLA y proporciona una gran capacidad para la transmisión de voz, datos y video.
- ✓ El rango de frecuencia también fue un factor muy importante que se tomó en cuenta en la elección de las antenas para los enlaces, ya que se procuró escoger un rango con menos interferencia y no licenciada como lo es el rango de 5.8 GHz.

- ✓ La implementación del servidor Firewall permite un único punto de acceso, centralizando las medidas de seguridad protegiendo así la red de intrusos o personas mal intencionadas.
- ✓ La realización del cableado estructurado se lo hizo con el sumo cuidado, tratando de cumplir con la normas de estandarización T568-B.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para el diseño de los enlaces inalámbricos es muy importante tomar las coordenadas geográficas de cada punto con un GPS de alta sensibilidad, de esta manera la simulación se acerca más a la realidad y se tienen un margen de error mínimo en la implementación.
- ✓ Los equipos seleccionados para la implementación de los enlaces inalámbricos deben cumplir con las especificaciones del diseño, con esto se puede garantizar una disponibilidad del 99.999% en cada uno de los enlaces.
- ✓ Antes de instalar los equipos en cada uno de los puntos geográficos y alturas establecidas, se debe realizar la configuración de los mismos en un mismo sitio y probar su conectividad de extremo a extremo, con esto se puede garantizar que colocando los equipos con la línea de vista adecuada se engancharán sin ningún inconveniente.
- ✓ Como regla se establece no dejar los usuarios y contraseñas por defecto en los equipos, ya que esto puede generar una vulnerabilidad en la red.
- ✓ Se debe asignar personal capacitado para la administración de la red y de los servidores que se manejan, ya que una configuración errónea puede causar la caída de alguno de los servicios que la empresa maneja.

- ✓ Si se van a realizar cambios en la red a nivel físico o lógico, se deben actualizar la documentación de la red.
- ✓ Se debe definir en base a políticas de cada uno de los departamentos los recursos de la red a los que se van a tener acceso.
- ✓ Para la solución de problemas en línea de las estaciones de trabajo en las sucursales se ha instalado un software para acceso remoto, con esto se puede visualizar cualquier inconveniente sin tener que estar físicamente en el sitio.
- ✓ Para tener una protección total en una red LAN el servidor firewall debe ser combinado con otras medidas de seguridad como un Proxy.
- ✓ Para tener un enlace óptimo es necesario alinear las antenas correctamente para lo cual nos ayudamos del azimut y el ángulo de inclinación de las antenas.
- ✓ El Software LinkPlanner es una gran herramienta para la simulación de enlaces de microondas, ya que permite optimizar los enlaces antes de la implementación proporcionando información como distancia, altura de las antenas, potencia de transmisión, etc.
- ✓ Para la implementación de la video vigilancia se debe organizar con el gerente de la empresa los lugares estratégicos para la ubicación de las cámaras, de esto modo se cumplirá con los requerimientos de seguridad y vigilancia.

BIBLIOGRAFÍA

[¹] Ings. Mónica Vinueza – Pablo Hidalgo: “Redes de área local”, Escuela Politécnica Nacional

[²] <http://redesdedatosinfo.galeon.com/enlaces2128636.html>

[³] <http://bryan.bligoo.ec/red-lan>

[⁴] <http://www.tca.cl/empresa.htm>

[⁵] <http://construiryadministrarredcb7706areli.blogspot.com/2011/02/por-tamano-lan-man-y-wan.html>

[⁶] <http://skainet.bligoo.com/content/view/1541361/Internet.html#.UOw2XGf4JaU>

[⁷] http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica

[⁸] TANENBAUM, Andrew S: “COMPUTER NETWORKS”, Prentice Hall 4ta Edition, 2001

[⁹] Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional

[¹⁰] http://sinfotecnia.com/prestashop/product.php?id_product=10

[¹¹] <http://marismas-emtt.blogspot.com/2009/09/pares-trenzados-apantallados.html>

[¹²]

http://207.7.82.51/~raycom/components/com_virtuemart/shop_image/product/Cable_de_RED_FTP_4c9cbcef84d4e.jpg

[¹³] http://nemesiis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

[¹⁴] <http://www.yio.com.ar/fo/>

[¹⁵] <http://fundamentostelecom.blogspot.com/2012/12/22-no-guiados-radiofrecuencia.html>

[¹⁶] <http://tutorial.galeon.com/inalambrico.htm>

[¹⁷] <http://lorenasanchez1003jmv.blogspot.com/2010/10/medios-de-transmision-de-redes.html>

[¹⁸] <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n47ne/infra.pdf>

[¹⁹] http://www.ensenadamexico.net/hector/it/reporte_antenas.php

[²⁰] Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional

-
- [²¹] <http://delfindeagua.blogspot.com/2011/04/norma-eiatia-568a-y-568b.html>
- [²²] Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional
- [²³] Ing. Carlos Herrera: “REDES TCP/IP”, Escuela Politécnica Nacional
- [²⁴] Figura tomada de Apuntes de Redes TCP/IP dictadas por el Ing. Carlos Herrera
- [²⁵] TANENBAWN, Andrew S: “COMPUTER NETWORKS”, Prentice Hall 4ta Edition, 2001
- [²⁶] http://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_IP
- [²⁷] Ing. Carlos Herrera: “REDES TCP/IP”, Escuela Politécnica Nacional
- [²⁸] Ing. Carlos Herrera: “REDES TCP/IP”, Escuela Politécnica Nacional
- [²⁹] Ing. Carlos Herrera: “REDES TCP/IP”, Escuela Politécnica Nacional
- [³⁰] ALONSO, Javier: REDES PRIVADAS VIRTUALES, Primera Edición, Alfaomega Grupo Editorial, septiembre 2009
- [³¹] <http://richard-davila.blogspot.com/2011/04/servidores-vpn.html>
- [³²] ALONSO, Javier: REDES PRIVADAS VIRTUALES, Primera Edición, Alfaomega Grupo Editorial, septiembre 2009
- [³³] Ing. Andrés Fuentes: “ADMINISTRACIÓN AVANZADA DE TELEFONÍA IP CON ASTERISK”, Academia CISCO EPN
- [³⁴] Ing. Andrés Fuentes: “ADMINISTRACIÓN AVANZADA DE TELEFONÍA IP CON ASTERISK”, Academia CISCO EPN
- [³⁵]
- http://www.soinglo.com/soinglo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=58
- [³⁶] <http://www.hikvision.com/es/>
- [³⁷] <http://www.hikvision.com/es/>
- [³⁸] http://es.wikipedia.org/wiki/Central_telef%C3%B3nica_IP
- [³⁹] CACHIHUANGO URBINA. Diseño de una red de video vigilancia local y remota sobre IP en tiempo real para una hostería aplicando el concepto de Green IT. EPN, 2010.

[⁴⁰] Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional

[⁴¹] Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional

[⁴²] Teoría Ing. Mónica Vinueza: “Sistemas de Cableado Estructurado” , Escuela Politécnica Nacional

[⁴³] file:///D:/TESISTOTAL/Manual-de-Windows-Server-2003.htm

[⁴⁴] <http://technet.microsoft.com/es-es/windowsserver/bb430827.aspx>

[⁴⁵]

http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=1639:sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha-mdba&catid=40:servicios&Itemid=166

[⁴⁶] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁴⁷] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁴⁸] http://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_Fresnel

[⁴⁹] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>

[⁵⁰] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>

[⁵¹] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>

[⁵²] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁵³] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>

[⁵⁴] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁵⁵] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁵⁶] <http://es.scribd.com/doc/12785791/Calculo-y-Dimensionamiento-de-Radioenlaces>

[⁵⁷] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>

[⁵⁸] <http://es.scribd.com/doc/12785791/Calculo-y-Dimensionamiento-de-Radioenlaces>

[⁵⁹] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁶⁰] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁶¹] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁶²] Ing. Cevallos, Mario: “SISTEMAS RADIANTES”, Escuela Politécnica Nacional

[⁶³] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1838/1/CD-2786.pdf>