

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERIA**

**“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE
DATOS PARA LOS COMANDOS DE DIVISIÓN, UNIDADES DE
LA I Y IV DIVISIÓN DE EJÉRCITO Y BATALLONES
LOGÍSTICOS DE LA FUERZA TERRESTRE”.**

**CAPT. DE COM. GONZÁLEZ AGUILAR JAIME RODRIGO
TNTE. DE COM. ABADIANO RIVERA PAULO CÉSAR**

SANGOLQUI – ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado **“ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS PARA LOS COMANDOS DE DIVISIÓN, UNIDADES DE LA I Y IV DIVISIÓN DE EJÉRCITO Y BATALLONES LOGÍSTICOS DE LA FUERZA TERRESTRE”**, ha sido desarrollado por en su totalidad por los Sres. Capt. de Com. González Aguilar Jaime Rodrigo y Tnte. de Com. Abadiano Rivera Paulo César.

Atentamente

Ing. Derlin Morocho
DIRECTOR

Ing. Marcelo Núñez
CODIRECTOR

RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO

El proyecto se basa en un amplio estudio, diseño e implementación de la red de datos para los Comandos de División, Unidades de la I y IV División de Ejército y batallones logísticos de la Fuerza Terrestre, unidades militares que por su capacidad operativa son de gran importancia en el desempeño de la institución, tanto en tiempos de paz como en tiempos de guerra.

Para lograr un correcto aprovechamiento de los recursos existentes y abaratar costos del proyecto, se ha utilizado como base de la red al backbone de datos de las Fuerzas Armadas, el mismo que se enlaza a través del sistema PDH del modo y tiene cuatro nodos principales en los lugares donde se concentra la mayor cantidad de unidades importantes a nivel nacional.

El problema fundamental del proyecto consiste en enlazar tanto física como lógicamente a las unidades de la Fuerza Terrestre al backbone de datos de las FF.AA. a través de la solución más viable tanto técnica como económicamente.

El proyecto de tesis ha brindado conectividad a las unidades antes señaladas y sobre el canal se está transmitiendo varios aplicativos, por lo cual es necesario que se realice un estudio completo y posterior implementación de políticas y procedimientos de seguridad informática. Ya que la información que se transmite por la red es de mucha importancia y muy vulnerable para los intereses de la institución.

No hay gesto más noble que la gratitud de un soldado hacia su Institución y las personas que fueron guías en su vida personal, los padres con su ejemplo, los maestros con sus enseñanzas y nuestra esposa, hijos, hermanos y amigos con sus vivencias y consejos.

Es por eso que dedico este trabajo de investigación a la Fuerza Terrestre, a los camaradas del arma de Comunicaciones y todas personas interesadas en los conocimientos de seguridad en las comunicaciones electrónicas, esperando este documento sea una guía dentro de este fascinante mundo de investigación.

Este trabajo no se pudo llevar a cabo sin la colaboración del Centro de Control, y la Dirección de Sistemas de Información y Comunicaciones de la Fuerza Terrestre, que con sus conocimientos y experiencia nos guiaron en este proyecto, a ellos nuestro agradecimiento.

Un agradecimiento especial a nuestras familias, padres y amigos que nos han acompañado en esta larga travesía y a todas aquellas personas que con su apoyo de una u otra manera hicieron posible la consecución de este objetivo.

PRÓLOGO

La historia del pensamiento humano ha tratado de resolver problemas que conllevan progreso y cambio, pero el efecto del progreso no se entendería sin una profunda transformación de las mentalidades y de métodos caducos.

El desarrollo tecnológico actual ha creado una nueva representación del universo, introduciendo cambios sustanciales en las dimensiones de la vida, estos cambios vienen derivados de una revolución científica cuya participación en el conjunto de la historia ha creado una nueva visión del mundo y de su entorno como la cultura, trabajo, hogar, comunicaciones, economía, política, salud, etc.

Es por estos cambios que la modernización de los métodos a utilizarse se hacen indispensables, de otra manera quedaríamos relegados en la veloz carrera del desarrollo tecnológico en un mundo donde la globalización ya no es una tendencia sino una necesidad.

En la actualidad las redes de datos se constituyen en una necesidad básica para el funcionamiento óptimo de cualquier empresa o institución, ya que la interconexión de equipos proporciona beneficios como: compartición de información, de hardware y software, soporte administrativo, reducción de costos, y aumento de la cobertura geográfica. Estos beneficios ayudan a incrementar la productividad, optimizar los recursos y utilizar aplicaciones en tiempo real.

La Fuerza Terrestre no puede quedarse al margen del desarrollo tecnológico, por lo que dentro de su Plan Estratégico Institucional, contempla disponer de un Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE), para gestionar información administrativa, financiera y técnica en forma centralizada en el Comando General, con acceso para las Divisiones, Brigadas, Repartos, Institutos y más dependencias subordinadas, con la

finalidad de disponer información verás, coherente y oportuna para la toma de decisiones del Mando.

La Fuerza Terrestre desempeña un papel importante en el desarrollo del país, para lo cual tiene que cumplir con innumerables tareas, tanto en tiempos de paz como en tiempos de guerra, estas tareas requieren de la mayor eficiencia y eficacia, tanto del recurso humano como tecnológico.

En la actualidad, la modernización de los sistemas demanda un excesivo gasto para el Estado Ecuatoriano; por lo cual, mediante este proyecto se trata de mejorar los equipos y optimizar los recursos ya existentes.

La red de datos de la Fuerza Terrestre permitirá a la institución estar a la par con la tecnología, pretendiendo mejorar el servicio de Transmisión de datos para sus Unidades Militares, optimizar su infraestructura actual de telecomunicaciones, entre otros servicios; además de contar con información oportuna, confiable y segura para la toma de decisiones acertadas que apoyen al cumplimiento de la misión institucional.

La innovación de la Tecnología de la Información dentro de la Fuerza Terrestre, debe permitir optimizar el uso de los datos, como un ingrediente clave para un proceso de toma de decisiones más efectivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.3 ALCANCE.....	2
1.4 METODO DE DESARROLLO A EMPLEARSE.....	4
1.5 RESUMEN DE LOS CAPÍTULOS	4
1.5.1 Capítulo I: Introducción.....	4
1.5.2 Capítulo II: Marco Teórico	5
1.5.3 Capítulo III: Situación Actual del Sistema Mode de las FF.AA.....	5
1.5.4 Capítulo IV: Diseño de la Red de Datos.....	5
1.5.5 Capítulo V: Análisis Financiero.....	5
1.5.6 Capítulo VI: Implementación de la Red de Datos.....	6
1.5.7 Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones.....	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO	7
2.1 INTRODUCCION A LAS REDES DE DATOS.....	7
2.2 OBJETIVOS DE LAS REDES	8
2.3 APLICACIONES DE LAS REDES.....	9
2.4 ESTRUCTURA DE UNA RED.....	9
2.5 REDES LAN Y WAN.....	10
2.5.1 Redes LAN (Local Area Network).....	10
2.5.2 Redes WAN (Wide Area Network).....	14
2.6 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	17
2.6.1 El Protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol).....	17
2.6.2 El Protocolo HDLC (High-Level Data Link Control).....	21
2.6.3 El Protocolo IPX/SPX (Internetwork Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange).....	21
2.6.4 El Protocolo NetBIOS (Network Basic Input/Output System).....	22
2.6.5 El Protocolo NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface).....	23
2.6.6 El Protocolo AppleTalk	23
2.7 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO.....	23
2.7.1 Protocolo IGP (Internal Gateway Protocol).....	24
2.7.2 Routing Information Protocol (RIP).....	24
2.7.3 RIP Versión 2.....	25
2.7.4 OSPF. (Open Shortest Path First).....	25
2.7.5 BGP (Border Gateway Protocol).....	26
2.7.6 Protocolo EIGRP (Extended Internal Gateway Routing Protocol).....	27

2.8	CALIDAD DE SERVICIO (QUALITY OF SERVICE, QoS).....	27
2.8.1	Calidad De Servicio En La Arquitectura TCP/IP.....	28
2.8.2	Combinación De Diferentes Técnicas De QoS.....	30

CAPITULO III

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA MODE DE LAS FUERZAS ARMADAS.....33

3.1	RED PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)	34
3.1.1	Análisis de Frecuencia de la Red PDH.....	38
3.2	RED DE CONMUTACIÓN	40
3.2.1	Equipos de la Red de Conmutación.....	41
3.3	RED DE MULTIACCESO.....	42
3.3.1	Equipos de la Red Multiacceso	43
3.3.2	Acceso a la Red	43
3.4	RED TRONCALIZADA	45
3.4.1	Equipos de la Red Troncalizada.....	46
3.4.2	Acceso a la Red	48
3.5	RED ANALÓGICA	50
3.6	SATURACIÓN DEL SISTEMA	51
3.7	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE LA FUERZA TERRESTRE	52

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA RED DE DATOS.....55

4.1	TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS.....	55
4.2	ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS I FASE	56
4.2.1	Backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.....	56
4.2.2	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – nodo Quito del Backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO).....	58
4.2.3	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – I División de Ejército “Shyris” (I-DE)	59
4.2.4	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – II División de Ejército “Libertad” (II-DE).....	62
4.2.5	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – III División de Ejército “Tarqui” (III-DE)	64
4.2.6	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – IV División de Ejército “Amazonas” (IV-DE)	65
4.2.7	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Comando de Comunicaciones (COCOM).....	66
4.3	ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS II FASE	68

4.3.1	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Brigada de Apoyo Logístico No 25 (25-BAL), Comando de Educación y Doctrina de la Fuerza Terrestre (CEDFT), Brigada de Ingenieros No 23 (23-BEC), Brigada de Aviación del Ejército No 15 (15-BAE), Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre (AGFT).....	68
4.3.2	Enlace con la Brigada de Selva No 17 “Pastaza” (17-BS)	75
4.3.2	Enlace Brigada de Selva No 17 “Pastaza” (17-BS) - Batallón de Apoyo Logístico No 75 “Auca” (BAL-75).....	77
4.3.3	Enlace III-División de Ejército “Tarqui” (III-DE) con el Batallón de Apoyo Logístico No 73 “Girón” (BAL-73)	80
4.3.4	Enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 74 “Huancavilca” (BAL-74)	85
4.3.5	Enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 72 “Shyris” (BAL-72).....	87
4.3.6	Enlace con el Grupo de Caballería Motorizada No 36 “Yaguachi” (GCM-36) y el Batallón de Infantería No 39 “Mayor Galo Molina” (BI-39).....	91
4.3.7	Enlace con el Batallón de Infantería Motorizado No 13 (BIMOT-13).	95
4.3.8	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre (ESFORSFT).....	97
4.3.9	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “ Patria” (9-BFE) - Brigada de Caballería Blindada N° 11 “Galápagos” (11-BCB)	100
4.3.10	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre – Brigada de Infantería N° 13 “Pichincha”	103
4.3.11	Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre – Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”	106
4.3.12	Enlace unidades de la frontera Nororiental: Batallón de Operaciones Especiales en Selva No 54 “Capt. Calles”, Batallón de Selva No 55 “Putumayo”, Batallón de Selva No 56 “Sta. Cecilia”, Batallón de Selva No 57 “Tiputini” y Grupo de Fuerzas Especiales No 24 “Rayo”	109
4.4	DIRECCIONAMIENTO IP	113
4.4.1	Direccionamiento IP de la red WAN de la Fuerza Terrestre	118
4.5	ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DATOS 119	
4.5.1	Análisis de principales riesgos.	120
4.6	Gestión de la Seguridad Informática.	121

CAPITULO V

ANÁLISIS FINANCIERO..... 125

5.1	COSTOS DEL PROYECTO	125
5.2	EQUIPAMIENTO PARA EL CENTRO DE CONTROL DE LAS UNIDADES MILITARES A SER IMPLEMENTADAS EN LA FASE I Y FASE II	126
5.3	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	126
5.3.1	Factores importantes relacionados con cada una de las decisiones del proyecto 127	
5.3.2	Costos relacionados con el Proyecto	127
5.3.3	Análisis de los beneficios del Proyecto	132
5.3.4	Relación Costo Beneficio	134

5.3.5	Análisis del resultado.....	134
-------	-----------------------------	-----

CAPITULO VI

<i>IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS.....</i>	<i>135</i>
--	-------------------

6.1	INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE DATOS	135
6.2	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS ACTIVOS DE RED	136
6.3	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS FASE I.....	136
6.4	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS FASE II.....	137

CAPITULO VII

<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	<i>144</i>
--	-------------------

6.5	CONCLUSIONES.....	144
6.6	RECOMENDACIONES.....	147

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla. 2.1. Estándar de Puertos</i>	<i>21</i>
<i>Tabla. 3.1. Estaciones Terminales</i>	<i>35</i>
<i>Tabla. 3.2. Estaciones repetidoras de los Anillos de PDH.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla. 3.3. Enlaces del sistema PDH</i>	<i>37</i>
<i>Tabla. 3.4. Frecuencias de los enlaces de PDH</i>	<i>39</i>
<i>Tabla. 3.5. Área de Cobertura de las Subestaciones de Multiacceso.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla. 4.1. Cálculo del ancho de banda I – DE.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla. 4.2. Cálculo del ancho de banda II – DE</i>	<i>62</i>
<i>Tabla. 4.3. Cálculo del ancho de banda III – DE.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla. 4.4. Cálculo del ancho de banda IV – DE.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla. 4.5. Cálculo del ancho de banda COCOM.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla. 4.6. Cálculo del ancho de banda MIRAVALLE.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla. 4.7. Bases técnicas para equipos enlace MIRAVALLE</i>	<i>74</i>
<i>Tabla. 4.8. Cálculo del ancho de banda enlace 17 BS.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla. 4.9. Cálculo del ancho de banda enlace 17 BS – BAL 75</i>	<i>77</i>
<i>Tabla. 4.10. Bases técnicas para equipos enlace BAL 75.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla. 4.11. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 73.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla. 4.12. Bases técnicas para los equipos enlace BAL 73</i>	<i>83</i>
<i>Tabla. 4.13. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 74.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla. 4.14. Bases técnicas para equipos del enlace BAL 74.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla. 4.15. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 72.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 4.16 Bases técnicas para los equipos enlace BAL 72.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 4.17 Cálculo del ancho de banda enlace GCM 36, BI 39.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla. 4.18. Bases técnicas para los equipos enlace GCM-36 y BI-39.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 4.19 Cálculo del ancho de banda enlace BIMOT 13.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 4.20 Cálculo del ancho de banda ESFORSFT.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla. 4.21. Bases técnicas para los equipos enlace ESFORSFT.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla. 4.22. Cálculo del ancho de banda 11-BCB y 9-BFE.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla. 4.23. Bases técnicas para los equipos enlace 9-BFE y 11-BCB</i>	<i>101</i>
<i>Tabla. 4.24. Cálculo del ancho de banda 13-BI.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla. 4.25. Bases técnicas para los equipos enlace 13-BI</i>	<i>104</i>
<i>Tabla. 4.26. Cálculo del ancho de banda ESMIL</i>	<i>106</i>
<i>Tabla. 4.27. Bases técnicas para los equipos enlace ESMIL.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla. 4.28. Cálculo del ancho de banda III - DE</i>	<i>110</i>

<i>Tabla. 4.29. Distancias de los enlaces nororiental</i>	111
<i>Tabla 4.30 Bases técnicas para los equipos enlace Nororiental</i>	112
<i>Tabla. 4.31. Ejemplo de direccionamiento de la I - DE</i>	116
<i>Tabla. 4.32. Ejemplo de direccionamiento WAN de la F.T.</i>	118
<i>Tabla. 5.1. Costo de los enlaces de la fase I</i>	127
<i>Tabla. 5.2. Costo de los enlaces Miravalle</i>	128
<i>Tabla. 5.3. Costo del enlace al GCM-36</i>	128
<i>Tabla. 5.4. Costo del enlace al BI-39</i>	129
<i>Tabla. 5.5. Costo del enlace BAL-73</i>	129
<i>Tabla. 5.6. Costo del enlace BAL-74</i>	129
<i>Tabla. 5.7. Costo del enlace BAL-75</i>	130
<i>Tabla. 5.8. Costo del enlace NORORIENTAL</i>	131
<i>Tabla. 5.9. Costo de router y switch para las unidades de la fase II</i>	131
<i>Tabla. 5.10. Costos totales del proyecto</i>	132
<i>Tabla. 5.11. Cotización de enlaces punto a punto con un carrier de comunicaciones.</i> ..	133
<i>Tabla. 5.12. Costo de la red de datos de la F.T con un carrier de comunicaciones</i>	133
<i>Tabla. 6.1. Equipos de los enlaces Miravalle</i>	138
<i>Tabla. 6.2. Equipos del enlace al GCM-36</i>	139
<i>Tabla. 6.3. Equipos del enlace al BI-39</i>	139
<i>Tabla. 6.4. Equipos del enlace BAL-73</i>	140
<i>Tabla. 6.5. Equipos del enlace BAL-74</i>	140
<i>Tabla. 6.6. Equipos del enlace BAL-75</i>	140
<i>Tabla. 6.7. Equipos del enlace Nororiental</i>	141

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura. 2.1. Elementos de una Red.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura. 2.2. IEEE 802.3 Y Ethernet.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura. 2.3. LAN Inalámbrica</i>	<i>13</i>
<i>Figura. 2.4. Wireless LAN</i>	<i>13</i>
<i>Figura. 2.5. OSI vs. TCP/IP.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura. 2.6. Arquitectura de QoS con diferentes tecnologías.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura. 3.1. Anillos de la Red PDH.</i>	<i>36</i>
<i>Figura. 3.2. Topología de la Red de Conmutación.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura. 3.3. Área de cobertura de la Red de Multiacceso</i>	<i>44</i>
<i>Figura. 3.4. Área de cobertura de la Red Troncalizada</i>	<i>46</i>
<i>Figura. 3.5. Estación BTS.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura. 3.6. Arquitectura general de la Red Troncalizada.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura. 3.7. Enlace de Troncalizado a través de PDH.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura. 3.8. Enlace de Troncalizado a través de Multiacceso.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura. 3.9. Red Analógica, Proyecto Galápagos</i>	<i>51</i>
<i>Figura. 4.1. Organigrama de las Unidades de la FF.TT. a ser implementadas en el proyecto.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura. 4.2. Esquema del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas...57</i>	
<i>Figura. 4.3. Esquema del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas...58</i>	
<i>Figura. 4.4. Perfil topográfico del enlace C.G.F.T. – I-DE.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura. 4.5. Esquema del enlace C.G.F.T. con la I-DE.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura. 4.6. Esquema del enlace C.G.F.T. - II DE</i>	<i>63</i>
<i>Figura. 4.7. Esquema del enlace C.G.F.T. - III DE.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura. 4.8. Esquema del enlace C.G.F.T. - IV DE</i>	<i>66</i>
<i>Figura. 4.9. Esquema del enlace C.G.F.T. - COCOM.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura. 4.10. Perfil topográfico del enlace C.G.F.T. – Miravalle</i>	<i>71</i>
<i>Figura. 4.11. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 25 BAL</i>	<i>71</i>
<i>Figura. 4.12. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 23 BEC.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura. 4.13. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 15 BAE.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura. 4.14. Perfil topográfico del enlace Miravalle – CEDFT.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura. 4.15. Perfil topográfico del enlace Miravalle – AGFT.</i>	<i>73</i>
<i>Figura. 4.16. Esquema del enlace Miravalle.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura. 4.17. Esquema del enlace CGFT – 17 BS</i>	<i>77</i>

<i>Figura. 4.18. Esquema del enlace 17 BS – BAL 75</i>	<i>80</i>
<i>Figura. 4.19. Perfil topográfico del enlace Hito Cruz – BAL 73.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura. 4.20. Perfil topográfico del enlace Hito Cruz – III DE</i>	<i>82</i>
<i>Figura. 4.21. Esquema del enlace BAL 73.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura. 4.22. Esquema del enlace BAL 74.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura. 4.23. Perfil topográfico del enlace Cruz Loma – BAL 72.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura. 4.24. Esquema del enlace BAL 72.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura. 4.25. Perfil topográfico del enlace Cotacachi - GCM 36.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura. 4.26. Esquema del enlace con el GCM-36, BI-39.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura. 4.27. Esquema del enlace con el BIMOT 13</i>	<i>96</i>
<i>Figura. 4.28. Esquema del enlace C.G.F.T. - ESFORST.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura. 4.29. Esquema del enlace C.G.F.T. con 9.BFE y 11-BCB</i>	<i>103</i>
<i>Figura. 4.30. Esquema del enlace C.G.F.T. - 13-BI.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura. 4.31. Perfil topográfico del enlace Cóndor Cocha - ESMIL</i>	<i>107</i>
<i>Figura. 4.32. Esquema del enlace C.G.F.T. - ESMIL.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura. 4.33. Esquema del enlace Nororiental</i>	<i>113</i>
<i>Figura. 4.34. Ejemplo de direccionamiento IP de la red de datos de la F.T.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura. 6.1. Esquema de la red de datos Fase I.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura .6.2. Esquema de la red de datos Fase II.....</i>	<i>142</i>

GLOSARIO

<i>CGFT</i>	<i>Comandancia General de la Fuerza Terrestre</i>
<i>COMACO</i>	<i>Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas</i>
<i>I-DE</i>	<i>Primera División de Ejército "SHYRIS"</i>
<i>II-DE</i>	<i>Segunda División de Ejército "LIBERTAD"</i>
<i>III-DE</i>	<i>Tercera División de Ejército "TARQUI"</i>
<i>IV-DE</i>	<i>Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"</i>
<i>15-BAE</i>	<i>Brigada de Aviación del Ejército No 15 "PAQUISHA"</i>
<i>23-BEC</i>	<i>Brigada de Ingenieros No 23 "CENEPA"</i>
<i>BI-39</i>	<i>Batallón de Infantería No 39 "MAYOR GALO MOLINA"</i>
<i>GCM-36</i>	<i>Grupo de Caballería Motorizada No 36 "YAGUACHI"</i>
<i>BIMOT-13</i>	<i>Batallón de Infantería Motorizado No 13</i>
<i>9-BFE</i>	<i>Brigada de Fuerzas Especiales No 9 "PATRIA"</i>
<i>11-BCB</i>	<i>Brigada de Caballería Blindada N° 11 "GALÁPAGOS"</i>
<i>13-BI</i>	<i>Brigada de Infantería N° 13 "PICHINCHA"</i>
<i>21-BS</i>	<i>Brigada de Selva No 21 "CONDOR"</i>
<i>17-BS</i>	<i>Brigada de Selva No 17 "PASTAZA"</i>
<i>19-BS</i>	<i>Brigada de Selva No. 19 "NAPO"</i>
<i>BOES-54</i>	<i>Batallón de Operaciones Especiales en Selva No 54 "CAPT CALLES."</i>
<i>BS-55</i>	<i>Batallón de Selva No 55 "PUTUMATO"</i>
<i>BS-56</i>	<i>Batallón de Selva No 56 "TUNGURAHUA"</i>
<i>BS-57</i>	<i>Batallón de Selva No 57 "MONTECRISTI"</i>
<i>GFE-24</i>	<i>Grupo de Fuerzas Especiales No 24 "RAYO"</i>
<i>BAL-72</i>	<i>Batallón de Apoyo Logístico No 72 "SHYRIS"</i>
<i>BAL-73</i>	<i>Batallón de Apoyo Logístico No 73 "GIRÓN"</i>
<i>BAL-74</i>	<i>Batallón de Apoyo Logístico No 74 "HUANCAVILCA"</i>
<i>BAL-75</i>	<i>Batallón de Apoyo Logístico No 75 "AUCA"</i>
<i>25-BAL</i>	<i>Brigada de Apoyo Logístico No 25</i>
<i>CEDFT</i>	<i>Comando de Educación y Doctrina de la Fuerza Terrestre</i>
<i>AGFT</i>	<i>Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre</i>
<i>ESFORSFT</i>	<i>Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre</i>
<i>ESMIL</i>	<i>Escuela Superior Militar "Eloy Alfaro"</i>
<i>COOPIN</i>	<i>Comando de Operaciones Insulares</i>
<i>SCME</i>	<i>Sub Centro de Mantenimiento Electrónico</i>
<i>SIFTE</i>	<i>Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre</i>
<i>SIPER</i>	<i>Sistema de Personal</i>
<i>SIBIE</i>	<i>Sistema de Bienestar</i>
<i>C3I2</i>	<i>Comando Control Comunicaciones Inteligencia e Informática</i>
<i>MODE</i>	<i>Sistema de Comunicaciones propio de las Fuerzas Armadas</i>
<i>LAN</i>	<i>Local Área Network</i>
<i>CSMA/CD</i>	<i>Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones</i>
<i>FTP</i>	<i>Protocolo de Transferencia de Archivos</i>
<i>IEEE</i>	<i>Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos</i>
<i>ANSI</i>	<i>Instituto Nacional de Estándares Americanos</i>
<i>WLAN</i>	<i>Wireless Local Área Network</i>
<i>NIC</i>	<i>Network Interfase Card</i>
<i>SMDS</i>	<i>Synchronous Multimegabit Data Service</i>
<i>DTE</i>	<i>Data Terminal Equipment</i>

<i>DCE</i>	<i>Data Communication Equipment</i>
<i>IPX</i>	<i>Internetwork Packet Exchange</i>
<i>ISDN</i>	<i>Integrated Services Digital Network</i>
<i>ATM</i>	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
<i>TCP/IP</i>	<i>Transmission Control Protocol/ Internet Protocol</i>
<i>OSI</i>	
<i>SMTP</i>	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
<i>DNS</i>	<i>Domain Name Server</i>
<i>SNMP</i>	<i>Simple Network Management Protocol</i>
<i>TFTP</i>	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>
<i>HDLC</i>	<i>High-Level Data Link Control</i>
<i>IPX/SPX</i>	<i>Internetwork Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange</i>
<i>IDP</i>	<i>Internet Datagram Protocol</i>
<i>SPP</i>	<i>Sequenced Packet Protocol</i>
<i>NetBIOS</i>	<i>Network Basic Input/Output System</i>
<i>NetBEUI</i>	<i>NetBIOS Extended User Interface</i>
<i>IGP</i>	<i>Internal Gateway Protocol</i>
<i>RIP</i>	<i>Routing Information Protocol</i>
<i>RIP</i>	<i>Protocolo de Información de Enrutamiento</i>
<i>VLSM</i>	<i>Variable Length Subnet Mask</i>
<i>OSPF</i>	<i>Open Shortest Path First</i>
<i>BGP</i>	<i>Border Gateway Protocol</i>
<i>EIGRP</i>	<i>Extended Internal Gateway Routing Protocol</i>
<i>QoS</i>	<i>Quality Of Service</i>
<i>RDSI</i>	<i>Red Digital de Servicios Integrados</i>
<i>FIFO</i>	<i>First In, First Out</i>
<i>RSVP</i>	<i>ReSerVation Protocolo</i>
<i>MLPS</i>	<i>Multi Protocol Labeling Switching,</i>
<i>SMB</i>	<i>Subnet Bandwidth Manager,</i>
<i>DS</i>	<i>Differentiated Services</i>
<i>RED</i>	<i>Random Early Detection</i>
<i>PDH</i>	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
<i>IT</i>	<i>Intervalos de tiempo</i>
<i>CAS</i>	<i>Señalización Asociada al Canal</i>
<i>ACT</i>	<i>Alcatel Crystal Technology</i>
<i>TPBCLD</i>	<i>Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia</i>
<i>XBS</i>	<i>Estación base central (Concentrador de abonados).</i>
<i>RSC</i>	<i>Estación radio central.</i>
<i>RSN</i>	<i>Estación repetidora (Con abonados o sin abonados).</i>
<i>RST</i>	<i>Estación terminal</i>
<i>QAM</i>	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
<i>TDMA</i>	<i>Time Division Multiple Acces</i>
<i>PCM</i>	<i>Pulse Code Modulation</i>
<i>DQPSK</i>	<i>Differential Quadrature Phase Shift Keying</i>
<i>ACLs</i>	<i>Listas de Control de Acceso</i>
<i>DSL</i>	
<i>BTS</i>	<i>Base Tranceptor Station</i>
<i>SDH</i>	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad las redes de datos se constituyen en una necesidad básica para el funcionamiento óptimo de cualquier empresa o institución, ya que la interconexión de equipos proporciona beneficios como: compartición de información, compartición de hardware y software, soporte administrativo, reducción de costos, y aumento de la cobertura geográfica. Estos beneficios ayudan a incrementar la productividad, optimizar los recursos y utilizar aplicaciones en tiempo real.

La Fuerza Terrestre no puede quedarse al margen del desarrollo tecnológico, por lo que dentro de su Plan Estratégico Institucional, contempla disponer de un Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE), para gestionar información administrativa, financiera y técnica en forma centralizada en el Comando General, con acceso para las Divisiones, Brigadas, Repartos, Institutos y más dependencias subordinadas, con la finalidad de disponer información verás, coherente y oportuna para la toma de decisiones del Mando.

En tal virtud el proyecto de Planta Externa de la Fuerza Terrestre se inició por el año 2001 con el objetivo de brindar un mejor enlace de los canales (voz y datos) aprovechando la capacidad del Sistema de Comunicaciones de las Fuerzas Armadas, e implementar Canales de Datos para realizar intercambio de archivos FTP (Disposiciones, telegramas, Documentación calificada, directivas) etc., directamente desde la Comandancia General de la Fuerza Terrestre hacia las unidades y viceversa.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Fuerza Terrestre desempeña un papel importante en el desarrollo del país, para lo cual tiene que cumplir con innumerables tareas, tanto en tiempos de paz como en tiempos de guerra, estas tareas requieren de la mayor eficiencia y eficacia, tanto del recurso humano como tecnológico.

En la actualidad, la modernización de los sistemas demanda un excesivo gasto para el Estado Ecuatoriano; por lo cual, mediante este proyecto se trata de mejorar los equipos y optimizar los recursos ya existentes.

La red de datos de la Fuerza Terrestre permitirá a la institución estar a la par con la tecnología, pretendiendo mejorar el servicio de Transmisión de datos para sus Unidades Militares, optimizar su infraestructura actual de telecomunicaciones, entre otros servicios; además de contar con información oportuna, confiable y segura para la toma de decisiones acertadas que apoyen al cumplimiento de la misión institucional.

La innovación de la Tecnología de la Información dentro de la Fuerza Terrestre, debe permitir optimizar el uso de los datos, como un ingrediente clave para un proceso de toma de decisiones más efectivo.

1.3 ALCANCE

A continuación se detalla los alcances del presente trabajo:

Efectuar el análisis correspondiente a las características técnicas y capacidades del Sistema MODE¹ digitalizado con el fin de determinar la factibilidad de uso del mismo, para la conexión de la red de datos entre las diferentes unidades.

Elaborar el análisis y diseño de la Red de Datos en dos fases, utilizando, de ser posible, como base el sistema MODE, para la comunicación entre las mismas.

¹ Sistema MODE (Sistema de Comunicaciones propio de las Fuerzas Armadas)

La Fase I de la Red de Datos de la Fuerza Terrestre, que comprende los siguientes enlaces de comunicación de datos desde el Centro de Control (CGFT²) a los Comandos detallados a continuación:

COMACO³ - CGFT

CGFT – I-División de Ejército

CGFT – II-División de Ejército

CGFT – III-División de Ejército

CGFT – IV-División de Ejército

CGFT – Comando de Comunicaciones.

La Fase II de la Red de Datos comprende los enlaces de comunicación de Datos en los Comandos de División y Unidades Dependientes que disponen de canal de datos y en las Brigadas y Unidades de la I-DE⁴, IV-DE⁵, Logística y Educación las mismas que se detallan a continuación.

I-DE

Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “PATRIA”

Brigada de Caballería Blindada No 11 “GALÁPAGOS”

Brigada de Infantería No 13 “PICHINCHA”

Brigada de Aviación del Ejército No 15 “PAQUISHA”

Brigada de Ingenieros No 23 “CENEPA”

Batallón de Infantería Motorizado No. 39 “MAYOR GALO MOLINA”

Grupo de Caballería Mecanizada No 36 “YAGUACHI”

Batallón de Infantería Motorizado No 13.

VI-DE

Brigada de Selva No 17 “PASTAZA”

Brigada de Selva No. 19 “NAPO”

Brigada de Selva No 21 “CONDOR”

Batallón de Operaciones Especiales No. 54 “CAPT. CALLE”

² CGFT (Comandancia General de la Fuerza Terrestre)

³ COMACO (Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas)

⁴ I-DE (Primera División de Ejército, unidad militar)

⁵ IV-DE (Cuarta División de Ejército)

Batallón de Selva No. 55 “PUTUMAYO”
Batallón de Selva No. 56 “TUNGURAHUA”
Batallón de Selva No. 57 “MONTECRISTI”
Grupo de Fuerzas Especiales No. 24 “RAYO”

LOGÍSTICA

Batallón de Apoyo Logístico No. 72 “SHYRIS”
Batallón de Apoyo Logístico No. 73 “GIRÓN”
Batallón de Apoyo Logístico No. 74 “HUANCAVILCA”
Batallón de Apoyo Logístico No. 75 “AUCA”

EDUCACIÓN

Comando de Educación y Doctrina de la Fuerza Terrestre
Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre
Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre
Escuela Superior Militar “ELOY ALFARO”

Esta división se la hace por fases debido a la organización jerárquica de la Fuerza, así como las prestaciones que el sistema MODE nos brinda y principalmente porque el presupuesto asignado para la Fuerza Terrestre en el año 2006 así nos lo permite.

Definir el equipamiento para seguridad informática necesario para una utilización óptima de la Red de Datos.

1.4 METODO DE DESARROLLO A EMPLEARSE

La metodología a emplearse es del tipo investigativo aplicativo.

1.5 RESUMEN DE LOS CAPÍTULOS

1.5.1 Capítulo I: Introducción

En este capítulo se realizará una presentación del proyecto, indicando cuales fueron las necesidades para su desarrollo, el alcance y las ventajas que presenta para la Fuerza Terrestre.

1.5.2 Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo se hará una recopilación de información necesaria sobre Redes de Datos, sus aplicaciones, estructuras, protocolos, etc., los mismos que nos darán la pauta para la realización del análisis, estudio y diseño de la red de datos en sus dos fases.

1.5.3 Capítulo III: Situación Actual del Sistema Mode de las FF.AA.

En este capítulo se estudiará la situación actual de la red MODE, las clases de equipos que utiliza, tipos de enlaces, capacidades del sistema, a fin de poder tener un criterio para tomar la decisión de que tipo de tecnología se va a emplear en el diseño de la red propuesta.

Aquí se escogerá la tecnología, los equipos a ser instalados, los tipos de enlace y se planteará la solución al problema.

1.5.4 Capítulo IV: Diseño de la Red de Datos

En este capítulo se desarrollará el estudio y diseño de la topología de la red de datos en sus dos fases, mencionado diseño deberá cumplir con todas los requerimientos necesarios para cumplir con los objetivos planteados para nuestro proyecto y se logre beneficios sustanciales para la Fuerza Terrestre.

1.5.5 Capítulo V: Análisis Financiero

En este capítulo se realizará un análisis de los beneficios que representa el proyecto para la Fuerza Terrestre, tanto en la parte técnica como en la parte económica y la justificación para su implementación en el menor tiempo posible

1.5.6 Capítulo VI: Implementación de la Red de Datos.

En este capítulo se realizará la implementación de Red en sus dos fases y se configurará los equipos activos a fin de que la red quede en óptimas condiciones para cumplir con la función para la cual fue diseñada.

1.5.7 Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

Se expondrán las conclusiones derivadas del desarrollo del presente proyecto, así como las recomendaciones para que su funcionamiento sea el esperado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCION A LAS REDES DE DATOS

En los primeros días el hombre se valió de elementos como la piedra, la madera y el metal para ayudarle a su cuerpo a ser más fuerte, construyendo herramientas de defensa y ofensa como el hacha, el mazo, la flecha, el arco, entre otras, que también sirvieron para dominar a las bestias y conseguir un sustento diario. También se preocupó por movilizarse más rápido en la naturaleza, para lo cual fabricó instrumentos de transporte tanto terrestre como acuático.

En tanto avanzaba el tiempo, el hombre se vio obligado a organizar de una manera eficiente sus recursos, conocimiento, y trabajo, buscando comodidad confort y economía, dentro de este contexto tubo que sacrificar su entorno natural elaborando máquinas que en muchos de los casos deterioran el ambiente pero dan comodidad.

El sector tecnológico es uno de los que más se ha desenvuelto buscando alternativas óptimas para el desarrollo humano, es así que aparece la computadora, misma que en sus primeros días fue gigantesca y con elementos totalmente propios de la época, por lo que el consumo de potencia y disipación de calor eran grandes, así se llegó con mucho esfuerzo a lo que hoy tenemos, un computador personal.

La sociedad crece cada día y con esto su estrés del tiempo, por ello no se pudo dejar de lado la velocidad de procesamiento, la misma que permita hacer lo necesario en el menor tiempo posible ayudado de los conocimientos científicos y la necesidad de progresar.

Apareció entonces el problema de cómo compartir la información y los recursos a través de algún medio de transmisión, se tendría que usar algún tipo de reglas para autorizar y manipular este tráfico, que en muchos casos obligadamente debe ser secreto, de esta manera se contempló la idea de conformar las redes de computadoras, las mismas que permitan reunir esfuerzos aislados en esfuerzos conjuntos a fin de alcanzar bienes mayores.

Sin embargo, en una red la forma de acceder dichos recursos va de la mano con conocer la manera de llegar a accederlos y saber cómo manipularlos, es decir, no hay transparencia. El siguiente salto tecnológico-filosófico es extender las redes de cómputo hacia los sistemas distribuidos, una entidad vista como un todo y conformado por múltiples cerebros ubicados en localidades alejadas unas de otras que nos ofrecen servicios y recursos sin importar su ubicación.

2.2 OBJETIVOS DE LAS REDES

El objetivo más general y básico de una red es compartir recursos y hacer que cualquier tipo de información sean programas, datos y hasta equipos estén disponibles para cualquier usuario de la red que lo solicite, independientemente de su ubicación geográfica.

Otro objetivo es asegurar una alta fiabilidad de rendimiento, proporcionando la capacidad de duplicar la información contenida en los equipos de tal manera que si uno de estos dejara de funcionar la información se podría obtener de otro equipo y encargarse del trabajo.

El ahorro económico se constituye en otro objetivo de las redes, el apareamiento de equipos personales a bajo costo a ocasionado que la compra de máquinas grandes y costosas sea una opción desechada, la relación costo/rendimiento de una red y todas las bondades de compartición de recursos que esta ofrece hace que sea una inversión y una necesidad en las empresas, además la capacidad de aumentar el rendimiento del sistema en forma gradual a la carga se la hace simplemente añadiendo más ordenadores y equipos, aumentando así la eficiencia y el rendimiento de las empresas.

Otro objetivo es proporcionar un medio de comunicación eficiente y rápido entre dos personas que se encuentran a grandes distancias, proporcionando la capacidad de realizar

tareas conjuntas, y recibir información o disposiciones en un tiempo extremadamente corto, cosa que no se podría hacer por medios convencionales.

2.3 APLICACIONES DE LAS REDES

En la actualidad hablar de aplicaciones de las redes es algo complicado ya que los avances tecnológicos hacen que constantemente se creen nuevas aplicaciones y que los campos en donde las redes son ocupadas sean extensos, como son la educación virtual y la telemedicina entre otros, pero a nivel organizacional que es el que le compete al proyecto, se definen las aplicaciones para apoyar eficientemente a tres áreas de una empresa o institución, que son la operativa, táctica y estratégica, y la implementación de las aplicaciones dependen en gran medida de las necesidades de los usuarios, y las vamos a clasificar a partir de los siguientes conceptos.

- Obtener Información
- Comunicación con otros Usuarios
- Compartir Aplicaciones Lógicas (Programas).
- Compartir Recursos Físicos

2.4 ESTRUCTURA DE UNA RED

Para hablar de la estructura de una red debemos definirla como un medio de transmisión compartido con un conjunto de elementos de hardware y software, los mismos que sirven de interfaz entre los dispositivos y el medio, y a la vez administran el orden de acceso y los privilegios de los usuarios.

Al implementar una red se debe tomar en cuenta conceptos claves y criterios que nos ayudarán a la hora de realizar la elección necesaria, uno es el medio de transmisión, el cual puede ser par trenzado, coaxial, fibra óptica o medios inalámbricos.

Otro criterio a la hora del diseño es como realizar el control de acceso, resulta necesario en un medio compartido algún mecanismo que lo regule de forma eficiente y rápida.

Los dos esquemas mas comunes son CSMA/CD⁶ tipo Ethernet y anillo con paso de testigo, el control de acceso al medio a su vez esta relacionado con la topología que adopte la red, siendo las mas usadas el anillo, la estrella y el bus, aunque también existe la de árbol y las híbridas.

La topología o forma lógica de una red se refiere a la distribución, organización y conexión del conjunto de computadoras o dispositivos dentro de una red, es decir, a la forma en que están interconectados los distintos nodos o estaciones de trabajo que la forman.

Existen factores a considerar para la determinación de la topología más conveniente y la misma depende de la situación individual de cada red y de las prestaciones que se pretende con esta, así como aspectos tecnológicos y organizativos del momento, entre otros podemos citar:

- Minimizar los costos de encaminamiento (necesidad de elegir los caminos más simples entre nodos)
- Tolerancia a fallos o facilidad de localización a estos.
- Facilidad de instalación y reconfiguración de la red.

2.5 REDES LAN Y WAN

2.5.1 Redes LAN (Local Area Network)

Local Area Network (LAN), es una Red de Área Local de comunicaciones, utilizada por una sola organización a través de una distancia limitada, la cual permite compartir información y recursos como: espacio en disco duro, impresoras, CD-ROM, etc.

⁶ CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones)

Elementos De Una Red. Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS).

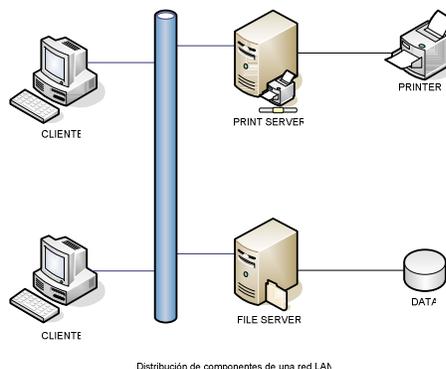


Figura. 2.1. Elementos de una Red

Arquitectura De Redes. Las redes están compuestas por muchos componentes diferentes que deben trabajar juntos para crear una red funcional. Los componentes que comprenden las partes de hardware de la red incluyen tarjetas adaptadoras de red, cables, conectores, concentradores y hasta la computadora misma. Los componentes de red los fabrican, por lo general, varias compañías. Por lo tanto, es necesario que haya entendimiento y comunicación entre los fabricantes, en relación con la manera en que cada componente trabaja e interactúa con los demás componentes de la red. Afortunadamente, se han creado estándares que definen la forma de conectar componentes de hardware en las redes y el protocolo (o reglas) de uso cuando se establecen comunicaciones por red. Los tres estándares o arquitecturas más populares son: ARCnet, Ethernet y Token Ring son estándares respaldados por el organismo IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), mientras que ARCnet es un estándar de la industria que ha llegado a ser recientemente uno de los estándares del ANSI (Instituto Nacional de Estándares Americanos).

Redes Ethernet. Ethernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las LAN que se usa actualmente. El estándar 802.3 emplea una topología lógica de bus y una topología física de estrella o de bus. Ethernet permite datos a través de la red a una velocidad de 10 Mbps. Ethernet usa un método de transmisión de datos conocido como Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones

(CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información. De no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. La topología lógica de bus de Ethernet permite que cada nodo tome su turno en la transmisión de información a través de la red. Así, la falla de un solo nodo no hace que falle la red completa. Aunque CSMA/CD es una forma rápida y eficiente para transmitir datos, una red muy cargada podría llegar al punto de saturación. Sin embargo, con una red diseñada adecuadamente, la saturación rara vez es preocupante. Existen tres estándares de Ethernet, 10BASE5, 10BASE2, y 10BASE-T, que definen el tipo de cable de red, las especificaciones de longitud y la topología física que debe utilizarse para conectar nodos en la red.

IEEE 802.3 y Ethernet. Cuando una estación quiere transmitir, escucha al canal, si el canal está ocupado, la estación espera hasta que esté desocupado; de otra manera transmite inmediatamente. Si hay un choque durante el acceso a la red, las estaciones involucradas esperan por períodos aleatorios diferentes, para entonces volver a intentar acceder a la red, mientras que las demás estaciones se mantienen en estado de espera.

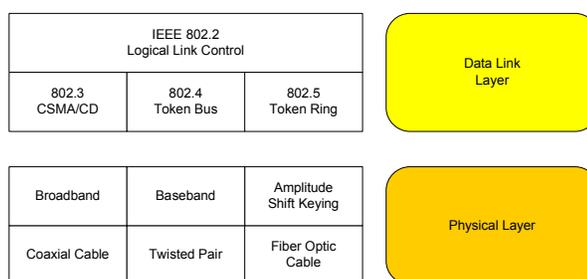


Figura. 2.2. IEEE 802.3 Y Ethernet

Gigabit Ethernet. La aparición de aplicaciones de tipo intranet pronostica una migración a nuevos tipos de datos, incluso vídeo y voz. Antes se pensaba que el vídeo podría requerir una tecnología de gestión de redes diferente, diseñada específicamente para la multimedia. Pero hoy es posible mezclar datos y vídeo sobre Ethernet.

LAN'S Inalámbricas. Las redes inalámbricas también conocidas como WLAN (Wireless Local Área Network) permiten interconectar los diversos nodos que componen una red a través de un nuevo estándar llamado IEEE 802.11

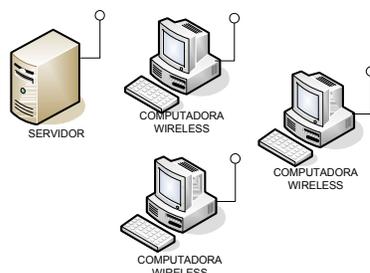


Figura. 2.3. LAN Inalámbrica

Ejemplo: Una aplicación de las WLAN es el interconectar varias redes “cableadas” como se muestra en la siguiente figura:

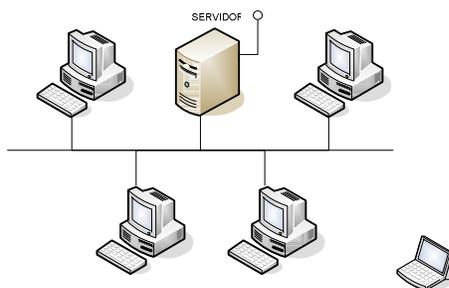


Figura. 2.4. Wireless LAN

Redes Token Ring. Token Ring, también llamado IEEE 802.5, fue ideado por IBM y algunos otros fabricantes. Con operación a una velocidad de 4 Mbps o 16 Mbps, Token Ring emplea una topología lógica de anillo y una topología física de estrella. La NIC⁷ de cada computadora se conecta a un cable que, a su vez, se enchufa a un hub central llamado unidad de acceso a multiestaciones (MAU).

Token Ring se basa en un esquema de paso de señales (token passing), es decir que pasa un token (o señal) a todas las computadoras de la red. La computadora que esté en posesión del token tiene autorización para transmitir su información a otra computadora de la red. Cuando termina, el token pasa a la siguiente computadora del anillo. Si la siguiente computadora tiene que enviar información, acepta el token y procede a enviarla.

⁷ NIC (Network Interfase Card)

En caso contrario, el token pasa a la siguiente computadora del anillo y el proceso continúa. La MAU se salta automáticamente un nodo de red que no esté encendido. Sin embargo, dado que cada nodo de una red Token Ring examina y luego retransmite cada token (señal), un nodo con mal funcionamiento puede hacer que deje de trabajar toda la red. Token Ring tiende a ser menos eficiente que CSMA/CD (de Ethernet) en redes con poca actividad, pues requiere una sobrecarga adicional. Sin embargo, conforme aumenta la actividad de la red, Token Ring llega a ser más eficiente que CSMA/CD.

2.5.2 Redes WAN (Wide Area Network)

Cuando se llega a un cierto punto deja de ser poco práctico seguir ampliando una LAN, a veces esto viene impuesto por limitaciones físicas, aunque suele haber formas más adecuadas o económicas de ampliar una red de computadoras. Dos de los componentes importantes de cualquier red son la red de teléfono y la de datos. Son enlaces para grandes distancias que amplían la LAN hasta convertirla en una red de área extensa (WAN). Casi todos los operadores de redes ofrecen servicios para interconectar redes de computadoras, que van desde los enlaces de datos sencillos y a baja velocidad que funcionan basándose en la red pública de telefonía hasta los complejos servicios de alta velocidad (como frame relay y SMDS- Synchronous Multimegabit Data Service) adecuados para la interconexión de las LAN. Estos servicios de datos a alta velocidad suelen denominarse conexiones de banda ancha. Se prevé que proporcionen los enlaces necesarios entre LAN para hacer posible lo que han dado en llamarse autopistas de la información.

X.25. La norma X.25 es el estándar para redes de paquetes recomendado por CCITT, en la actualidad X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusión en las redes de paquetes de gran cobertura.

Para que las redes de paquetes y las estaciones de usuario se puedan interconectar se necesitan unos mecanismos de control, siendo el más importante desde el punto de vista de la red, el control de flujo, que sirve para evitar la congestión de la red.

También el DTE (Data Terminal Equipment) ha de controlar el flujo que le llega desde la red. Además deben existir procedimientos de control de errores que garanticen la

recepción correcta de todo el tráfico. X.25 proporciona estas funciones de control de flujo y de errores.

La X.25 se define como la interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminación del circuito de datos para terminales que trabajan en modo paquete sobre redes de datos públicas. Las redes utilizan las redes X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos DTEs que trabajan en modo paquete se comuniquen a través de la red. Este estándar pretende proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos entre un DTE y una red de paquetes. Entre estos procedimientos se encuentran funciones como las siguientes: identificación de paquetes procedentes de ordenadores y terminales concretos, asentimiento de paquetes, rechazo de paquetes, recuperación de errores y control de flujo. Además, X.25 proporciona algunas facilidades muy útiles, como por ejemplo en la facturación a estaciones DTEs distintas de la que genera el tráfico.

El estándar X.25 no incluye algoritmos de encaminamiento, pero conviene resaltar que, aunque las interfaces lógicas DTE/DCE⁸ de ambos extremos de la red son independientes uno de otro, X.25 interviene desde un extremo hasta el otro, ya que el tráfico seleccionado se encamina desde el principio hasta el final. A pesar de ello, el estándar recomendado es asimétrico ya que solo se define un lado de la interfaz con la red.

Frame Relay. El Frame Relay (retransmisión de tramas) es un servicio orientado a la conexión, para mover datos de un nodo a otro a una velocidad razonable y bajo costo. El frame relay puede verse como una línea virtual rentada. El usuario renta un circuito virtual permanente entre dos puntos y entonces puede enviar tramas o frames (es decir, paquetes) de hasta 1600 bytes entre ellos. Además de competir con las líneas rentadas, el frame relay compite con los circuitos virtuales permanentes de X.25. Frame Relay es simplemente un software programado localizado en la compañía proveedora de servicio WAN, diseñado para proporcionar unas conexiones digitales más eficientes de un punto a otro. No es Internet (pero puede facilitar una conexión de Internet a un proveedor de Internet). Es una tecnología emergente que puede proporcionar un método más rápido y de coste más efectivo para acoplar tu ordenador a una red de ordenadores.

⁸ DCE (Data Communication Equipment)

Frame Relay es usado mayoritariamente para enrutar protocolos de Redes de Área Local (LAN) tales como IPX (Internetwork Packet Exchange) o TCP/IP, pero también puede ser usado para transportar tráfico asíncrono, o incluso voz. Su característica primaria más competitiva es el bajo coste (frente a ATM, más rápido pero también mucho más caro). Hay dos condiciones básicas que deberían existir para justificar la utilización de frame relay:

- La línea de transmisión debe ser buena. Frame Relay solo funcionará eficientemente si la tasa de error del medio físico es baja.
- Los nodos conectados a Frame Relay no deben ser terminales tontos, sino que correrán sus propios protocolos para control de flujo, recuperación de errores y envío de asentimientos.

ISDN (Integrated Services Digital Network). La Red Digital de Servicios Integrados o ISDN es la evolución de las redes telefónicas actuales. De esta forma, una comunicación por una línea telefónica convencional se realiza de forma analógica entre el equipo de un abonado y la central, pero de forma digital hasta llegar a la central donde está conectado el abonado destino. ISDN supone el último avance: la comunicación digital entre el abonado y su central telefónica. Esto comunicación digital de extremo a extremo conlleva un gran número de ventajas que soportan una gran variedad de servicios.

ATM (Asynchronous Transfer Mode). ATM es un protocolo definido por la Unión de Telecomunicación Internacional (Sector de Regularización de Telecomunicación: ITU-T) para la conmutación de celdas de datos, en donde la información para los múltiples tipos de servicios, como la voz, video, o datos, se lleva en celdas pequeñas y de tamaño fijo. Las redes ATM son orientadas a la conexión y muchas funcionalidades aún no están completamente estandarizadas.

Internet es la primera fuente para aplicaciones multimedia y está rompiendo las reglas. Tales aplicaciones sobre Internet como la voz y video en tiempo real, requieren de una mejor performance de LAN y WAN. Además, Internet también hace necesario que la red WAN identifique el tráfico LAN, y por ello la tendencia de integración LAN/WAN.

2.6 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son las reglas y procedimiento utilizados en una red para establecer la comunicación entre los nodos que disponen de acceso a la red. Los protocolos gestionan dos niveles de comunicación distintos. Las reglas de alto nivel definen como se comunican las aplicaciones, mientras que las de bajo nivel definen como se transmiten las señales por el cable.

Debido a la gran complejidad que conlleva la interconexión de ordenadores, se ha tenido que dividir todos los procesos necesarios para realizar las conexiones en diferentes niveles. Cada nivel se ha creado para dar una solución a un tipo de problema particular dentro de la conexión. Cada nivel tendrá asociado un protocolo, el cual entenderán todas las partes que formen parte de la conexión.

Diferentes empresas han dado diferentes soluciones a la conexión entre ordenadores, implementando diferentes familias de protocolos, y dándole diferentes nombres (DECnet, TCP/IP, IPX/SPX, NETBEUI, etc.).

Los protocolos de comunicaciones definen las normas que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos, ya que estos equipos pueden ser diferentes entre sí. Un interfaz, sin embargo, es el encargado de la conexión física entre los equipos, definiendo las normas para las características eléctricas y mecánicas de la conexión.

2.6.1 El Protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol)

El Internet es una red de ordenadores conectados juntos a través de redes de comunicaciones. Esta red consiste en enlaces de fibra óptica, satélite, radio y las líneas telefónicas. El sistema tiene ordenadores de todos los tipos y funcionamiento todo el tipo de sistemas operativos. Todos utilizan el TCP/IP como lenguaje común

Cuando se habla de TCP/IP, se relaciona automáticamente como el protocolo sobre el que funciona la red Internet, esto en cierta forma es cierto, ya que se le llama TCP/IP, a

la familia de protocolos que nos permite estar conectados a la red Internet. Este nombre viene dado por los dos protocolos estrella de esta familia:

- El **Protocolo TCP**, funciona en el nivel de transporte del modelo de referencia OSI, proporcionando un transporte fiable de datos.
- El **Protocolo IP**, funciona en el nivel de red del modelo OSI, que nos permite encaminar nuestros datos hacia otras máquinas.

Pero un protocolo de comunicaciones debe solucionar una serie de problemas relacionados con la comunicación entre ordenadores, además de los que proporciona los protocolos TCP e IP.

TCP/IP se basa en software utilizado en redes. Aunque el nombre TCP/IP implica que el ámbito total del producto es la combinación de dos protocolos: Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo Internet. El término TCP/IP no es una entidad única que combina dos protocolos, sino un conjunto de programas de software más grande que proporciona servicios de red, como registro de entrada remota, transferencia de archivo remoto y correo electrónico, etc., siendo TCP/IP un método para transferir información de una máquina a otra. Además TCP/IP maneja los errores en la transmisión, administra el enrutamiento y entrega de los datos, así como controlar la transmisión real mediante el uso de señales de estado predeterminado.

La estructura de TCP/IP. El modelo de comunicaciones de OSI está definido por siete capas a diferencia del modelo TCP que define cuatro.

- Capa de Aplicación.
- Capa de Transporte.
- Capa de Red o de Internet.
- Capa de Enlace o capa de acceso a la red.

Toda arquitectura de protocolos se descompone en una serie de niveles, usando como referencia el modelo OSI. Esto se hace para poder dividir el problema global en subproblemas de más fácil solución.

La relación entre las capas del sistema OSI y el TCP son:

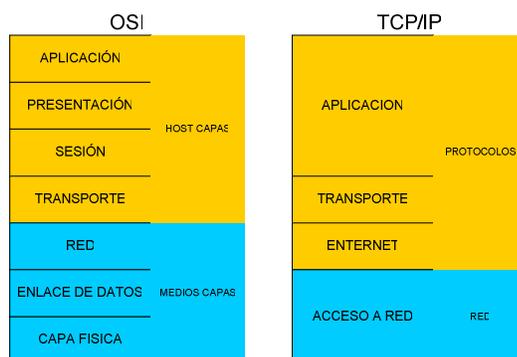


Figura. 2.5. OSI vs. TCP/IP

Visión General de los Componentes TCP/IP.

TELNET.- El programa Telnet proporciona capacidad de registro de entrada remoto. Esto permite a un usuario de una máquina, registrarse en otra máquina, y actuar como si estuviera directamente frente a la segunda máquina. La conexión puede hacerse en cualquier sitio del mundo, siempre y cuando el usuario tenga permiso para registrarse en el sistema remoto.

FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos).- El Protocolo de Transferencia de Archivos permite que un archivo de un sistema se copie a otro sistema. No es necesario que el usuario se registre como usuario completo en la máquina a la que desea tener acceso, como en el caso de Telnet, en vez de ello se puede valer del programa FTP para lograr el acceso.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).- El Protocolo Simple de Transferencia de Correo se utiliza para transferir correo electrónico. Transparente para el usuario, SMTP conecta distintas máquinas y transferir mensajes de correo, de una manera similar a como FTP transfiere archivos.

Kerberos.- Kerberos es un protocolo de seguridad de amplio soporte que utiliza un dispositivo especial conocido como servidor de autenticación. Este revalida contraseñas y esquemas de encriptado. Kerberos es uno de los sistemas de encriptamiento más seguros utilizados en comunicaciones.

DNS (Domain Name Server).- El servidor de nombre de dominio habilita un dispositivo con un nombre común para que sea convertido a una dirección especial de red. Por ejemplo, no se puede tener acceso a un sistema llamado daniel_laptop desde una red del otro lado del país, al menos que éste disponible algún método de verificación de los nombres de las máquinas locales. DNS proporciona la conversión del nombre común local a la dirección física única de la conexión de red del dispositivo.

SNMP (Simple Network Management Protocol).- El Protocolo Simple de Administración de Red utiliza como mecanismo de transporte el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP). Emplea términos diferentes de TCP/IP, como administradores y agentes en vez de clientes y servidores. Un agente proporciona información sobre un dispositivo, en tanto que el administrador se comunica a través de la red.

TFTP (Trivial File Transfer Protocol, TFTP).- El Protocolo Trivial de Transferencia de Archivo es un protocolo de transferencia de archivos muy sencillo, sin complicaciones, que carece totalmente de seguridad. Utiliza al UDP como transporte.

TCP (Transmission Control Protocol, TCP).- El Protocolo de Control de Transmisión es un protocolo de comunicaciones que proporciona transferencia confiable de datos. Es responsable de ensamblar datos pasados desde aplicaciones de capas superiores a paquetes estándar y asegurarse que los datos se transfieren correctamente.

TFTP (Trivial File Transfer Protocol, TFTP).- El Protocolo de Datagrama de Usuario es un protocolo orientado a comunicaciones sin conexión, lo que significa que no tiene mecanismo para la retransmisión de datagramas (a diferencia de TCP, que es orientado a conexión). UDP no es muy confiable, pero sí tiene fines particulares. Si las aplicaciones que utilizan UDP tienen su propia verificación de confiabilidad, los inconvenientes de UDP se pueden superar.

IP (Internet Protocol, IP).- El Protocolo Internet es responsable de mover a través de las redes los paquetes de datos ensamblados, ya sea por TCP o UDP. A fin de determinar enrutamientos y destinos, utiliza un conjunto de direcciones únicas para cada dispositivo en la red.

La asignación de los puertos de los diferentes servicios se puede elegir libremente, sin embargo para los administradores del sistema, existe un estándar a seguir, en la tabla se muestran algunos de éstos:

Tabla. 2.1. Estándar de Puertos

SERVICIO O APLICACIÓN	PUERTO
File Transfer Protocol (FTP)	21
Telnet	23
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)	25
Gopher	70
Finger	79
Hypertext Transfer Protocol (HTTP)	80
Network News Transfer Protocol (NNTP)	119

2.6.2 El Protocolo HDLC (High-Level Data Link Control)

HDLC es un protocolo orientado a bit del nivel de enlace. HDLC fue especificado por la ISO, luego de que IBM a mediados de 1973 anunciara que en sus productos de comunicaciones trabajarán con un protocolo denominado **SDLC** (Synchronous Data Link Control), basado en un entorno centralizado (por sondeo) y estrategias de envío continuo y repetición

2.6.3 El Protocolo IPX/SPX (Internetwork Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange)

IPX/SPX, (Intercambio de paquetes interred/Intercambio de paquetes secuenciales), es un protocolo de red utilizado por los sistemas operativos Novell Netware. Como UDP/IP, IPX es un protocolo de datagramas usado para comunicaciones no orientadas a conexión. IPX y SPX derivan de los protocolos IDP⁹ y SPP¹⁰ de los servicios de red de Xerox.

SPX es un protocolo de la capa de transporte (nivel 4 del modelo OSI) utilizado en redes Novell Netware. La capa SPX se sitúa encima de la capa IPX (nivel 3) y proporciona servicios orientados a conexión entre dos nodos de la red. SPX se utiliza principalmente para aplicaciones cliente/servidor.

⁹ IDP (Internet Datagram Protocol)

¹⁰ SPP (Sequenced Packet Protocol)

Mientras que el protocolo IPX es similar a IP, SPX es similar a TCP. Juntos, por lo tanto, proporcionan servicios de conexión similares a TCP/IP. IPX se sitúa en el nivel de red del modelo OSI y es parte de la pila de protocolos IPX/SPX. IPX/SPX fue diseñado principalmente para redes de área local (LANs), y es un protocolo muy eficiente para este propósito (típicamente su rendimiento supera al de TCP/IP en una LAN). TCP/IP, sin embargo, se ha convertido en el protocolo estándar de facto en parte por su superior rendimiento sobre redes de área extensa (WANs) e Internet (Internet utiliza TCP/IP exclusivamente), y en parte porque es un protocolo más maduro y se diseñó específicamente con este propósito en mente.

El uso de IPX está disminuyendo desde que el boom de Internet hizo a TCP/IP casi universal. Los ordenadores y las redes pueden usar múltiples protocolos de red, así que casi todos los sitios con IPX estarán usando también TCP/IP para permitir la conectividad con Internet. Ahora también es posible utilizar productos de Novell sin IPX, ya que desde algunas versiones soportan ambos tanto IPX como TCP/IP.

2.6.4 El Protocolo NetBIOS (Network Basic Input/Output System)

NetBIOS (Network Basic Input/Output System) es un programa que permite que se comuniquen aplicaciones en diferentes ordenadores dentro de una LAN. Desarrollado originalmente para las redes de ordenadores personales IBM, fue adoptado posteriormente por Microsoft. NetBIOS se usa en redes con topologías Ethernet y token ring. No permite por sí mismo un mecanismo de enrutamiento por lo que no es adecuado para redes de área extensa (WAN), en las que se deberá usar otro protocolo para el transporte de los datos (por ejemplo, el TCP).

NetBIOS puede actuar como protocolo orientado a conexión o no (en sus modos respectivos sesión y datagrama). En el modo sesión dos ordenadores establecen una conexión para establecer una conversación entre los mismos, mientras que en el modo datagrama cada mensaje se envía independientemente.

Una de las desventajas de NetBIOS es que no proporciona un marco estándar o formato de datos para la transmisión.

2.6.5 El Protocolo NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface)

Interfaz de Usuario para NetBIOS es una versión mejorada de NetBIOS que sí permite el formato o arreglo de la información en una transmisión de datos. También desarrollado por IBM y adoptado después por Microsoft, es actualmente el protocolo predominante en las redes Windows NT, LAN Manager y Windows para Trabajo en Grupo.

Aunque NetBEUI es la mejor elección como protocolo para la comunicación dentro de una LAN, el problema es que no soporta el enrutamiento de mensajes hacia otras redes, que deberá hacerse a través de otros protocolos (por ejemplo, IPX o TCP/IP). Un método usual es instalar tanto NetBEUI como TCP/IP en cada estación de trabajo y configurar el servidor para usar NetBEUI para la comunicación dentro de la LAN y TCP/IP para la comunicación hacia afuera de la LAN.

2.6.6 El Protocolo AppleTalk

Es el protocolo de comunicación para ordenadores Apple Macintosh y viene incluido en su sistema operativo, de tal forma que el usuario no necesita configurarlo. Existen tres variantes de este protocolo:

LocalTalk. La comunicación se realiza a través de los puertos serie de las estaciones. La velocidad de transmisión es pequeña pero sirve por ejemplo para compartir impresoras.

Ethertalk. Es la versión para Ethernet. Esto aumenta la velocidad y facilita aplicaciones como por ejemplo la transferencia de archivos.

TokenTalk. Es la versión de Appletalk para redes Tokenring.

2.7 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO.

Es importante destacar la importancia de una transmisión de datos eficiente, es decir es necesario que la información llegue a su destino en el momento preciso, esto se lo

hace eligiendo el camino correcto, y los encargados de realizar esta función son los protocolos de enrutamiento.

El algoritmo que utilicen los protocolos de enrutamiento debe cumplir con ciertas propiedades que aseguren su eficiencia como son corrección, estabilidad, robustez, equitatividad, sencillez y optimalidad.

2.7.1 Protocolo IGP (Internal Gateway Protocol)

Internal Gateway Protocol (IGP, protocolo de pasarela interno) hace referencia a los protocolos usados dentro de un sistema autónomo, basa su funcionamiento en el algoritmo del vector distancia, y consiste en intercambiar información de routing entre redes o sistemas autónomos no adyacentes.

Internal Gateway Protocol es un protocolo que genera y pasa tablas de enrutamiento dentro de un sistema autónomo. Dos de los principales protocolos son RIP y OSPF.

2.7.2 Routing Information Protocol (RIP)

El Protocolo de Información de Enrutamiento (RIP) es un protocolo de vector-distancia que utiliza un contador de saltos como métrica, RIP busca el camino óptimo mediante el conteo de saltos, considerando cada salto como un router atravesado hasta llegar a la dirección de destino, en tal virtud no toma en cuenta datos como ancho de banda o congestión del enlace.

Este protocolo tiene limitaciones importantes que son:

- Permite un número máximo de quince saltos.
- Problema del “conteo a infinito”.

El protocolo utiliza métricas fijas para comparar rutas alternativas, lo cual implica que este protocolo no es adecuado para escoger rutas que dependan de parámetros a tiempo real como por ejemplo retardos o carga del enlace.

2.7.3 RIP Versión 2.

El protocolo RIP 2 se publicó en noviembre de 1998, diez años después de que se publicara la versión 1 de RIP, en este se incorporan mejoras importantes que se antecesor y son las siguientes:

- Autenticación para la transmisión de información de RIP entre vecinos.
- Utilización de máscaras de red, haciendo posible la utilización de VLSM (Variable Length Subnet Mask).
- Utilización de máscaras de red en la elección del siguiente salto, permitiendo la utilización de arquitecturas de red discontinuas.

A pesar de las mejoras expuestas, el protocolo continúa con las siguientes falencias:

- Limitación en el tamaño máximo de la red, sigue existiendo la limitación de 15 saltos como tamaño máximo de la red.
- Conteo a infinito.
- No proporciona ninguna información del estado de la red.
- Permite una ruta por cada destino.
- Genera gran cantidad de tráfico al enviar toda la tabla de routing en cada actualización.

2.7.4 OSPF. (Open Shortest Path First)

El protocolo OSPF (Primero el camino abierto más corto), fue desarrollado para reemplazar al protocolo RIP, este protocolo basa su funcionamiento en el uso de rutas más cortas y accesibles mediante la construcción de un mapa de la red y mantenimiento de bases de datos con información sobre sistemas locales y vecinos, de esta manera es capaz de calcular la métrica para cada ruta, y elegir a su vez la más corta.

Una diferencia grande con el Protocolo RIP es que OSPF es capaz de calcular la métrica del estado del enlace, por esta razón este protocolo es recomendado en redes de crecimiento constante, otras características del protocolo son las siguientes:

- Rápida detección de cambios en la topología y restablecimiento muy rápido de rutas sin bucles.
- Poca sobrecarga, usa actualizaciones que informan de los cambios de rutas.
- División de tráfico por varias rutas equivalentes.
- Encaminamiento según el tipo de servicio.
- Uso de multienvío en las redes de área local.
- Máscaras de subred y superred.
- Autenticación.

2.7.5 BGP (Border Gateway Protocol)

El protocolo de pasarela frontera (BGP – “border gateway protocol”) tiene varias versiones, pero la más conocida y utilizada es BGP-3, este es un protocolo de encaminamiento inter-AS basado en la experiencia obtenida de EGP (External Gateway Protocol), y a diferencia de otros protocolos de encaminamiento que se comunican mediante paquetes o datos, BGP-3 está orientado a conexión, es decir utiliza TCP como protocolo de transporte.

El protocolo BGP es básicamente un protocolo de vector distancia en el que cada dispositivo de encaminamiento mantiene el coste a cada destino y la trayectoria seguida, estos valores son enviados a cada uno de los vecinos mediante mensajes.

El funcionamiento esencial de BGP se basa en el intercambio de información de encaminamiento entre dispositivos de encaminamiento, esta información de encaminamiento se actualiza y se propaga a través de un conjunto de redes.

Estas características del protocolo BGP hace que sea usado en Internet para intercambiar prefijos de ISP registrados, actualmente todos los ISP (Internet Service Provider) intercambian sus tablas de rutas a través del protocolo BGP, se requiere a su vez un router que tenga configurado cada uno de los vecinos que intercambian información de las rutas que cada uno conoce.

2.7.6 Protocolo EIGRP (Extended Internal Gateway Routing Protocol).

El protocolo EIGRP es un protocolo híbrido propietario de CISCO, es una versión más extendida del IGRP, el cual también se basa en la tecnología vector distancia, y estado de enlace, las propiedades de convergencia y la eficiencia de las operaciones de este protocolo han mejorado significativamente.

Esto permite que una red tenga una arquitectura mejorada y pueda mantener las inversiones actuales en IGRP. EIGRP al igual que IGRP usa el siguiente cálculo de métrica:

$$\text{Métrica} = [K1 * \text{ancho de banda} + ((K2 * \text{ancho de banda}) / (256 - \text{carga})) + (K3 * \text{retardo})] * [K5 / (\text{confiabilidad} + K4)]$$

Los routers EIGRP contienen información de ruta y topología a disposición en la RAM, para que puedan reaccionar rápidamente ante los cambios. Al igual que OSPF, EIGRP guarda esta información en varias tablas y bases de datos.

2.8 CALIDAD DE SERVICIO (QUALITY OF SERVICE, QoS)

La evolución de las telecomunicaciones ha hecho indispensable independizar la red, del servicio que esta ofrece, inicialmente las redes se diseñaban específicamente para el servicio que prestaban, pero la demanda de nuevos servicios hizo cambiar este enfoque, ya que cada vez que se requería un nuevo servicio había que crear nuevas redes.

Con esta idea se propuso la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), en la cual sobre una misma red se ofrecen numerosos servicios, las velocidades que esta red ofrece van desde 128 Kbps hasta aproximadamente 2 Mbps, pero estas velocidades se consideran pequeñas para futuras aplicaciones, las mismas que hacen necesario una optimización de las redes de comunicaciones, ya que el empleo de aplicaciones como multimedia requiere de anchos de banda grandes.

Al hablar de multimedia hay que referirse a la representación, almacenamiento, recogida y diseminación de información que puede ser procesada por equipos que poseen múltiples medios (texto, gráficos, imágenes, audio y vídeo).

La QoS especifica parámetros necesarios a ser tomados en cuenta y son: velocidad de transmisión, retardo, variación del retardo y tasa de errores, otro elemento necesario en la red es un algoritmo de encolado adecuado.

2.8.1 Calidad De Servicio En La Arquitectura TCP/IP

Inicialmente IP (Internet Protocol) no ofrece calidad de servicio, ya que da un único servicio que se denomina *best-effort* sin ningún tipo de garantías, es decir que la red realizará el máximo esfuerzo para entregar los paquetes, pero sin garantías y sin ningún recurso asignado a algún tipo de paquetes, limitándose a encaminar los paquetes y descartar los que detecte erróneos. La complejidad está en los ordenadores finales, que por ejemplo deben llevar la cuenta de los paquetes perdidos y retransmitirlos. Este modelo tiene la ventaja de que es escalable, a costa de degradar las prestaciones.

El protocolo TCP/IP fue diseñado con accesos equitativos para todos, sin tratamiento especial para nadie, los encaminadores en Internet usaban FIFO (First In, First Out) como algoritmo de encolado, este algoritmo hace que si llegan muchos paquetes la cola se llena y los paquetes siguientes serán descartados. No se implementa ningún tipo de algoritmo de encolado que soporte calidad de servicio.

Las aplicaciones típicas de Internet (correo electrónico, transferencia de ficheros y web) soportan bien la degradación en las prestaciones de la red, por lo que no había necesidad de que Internet soportará calidad de servicio.

Las aplicaciones multimedia con requisitos de tiempo real (telefonía, videoconferencia, etc) hacen que este modelo no sea válido y se ha visto la necesidad de dotar a Internet de calidad de servicio.

Una propuesta inicial consistió en el aumento del ancho de banda, sin embargo esto por sí mismo no garantiza calidad de servicio, por ejemplo no puede garantizar un límite

máximo para el retardo. Además por mucho ancho de banda que se disponga, aparecerán nuevas aplicaciones que lo consumirán, por lo que esto no es una solución valedera.

En Internet hay principalmente dos enfoques para soportar la calidad de servicio:

Reserva de recursos (servicios integrados), los recursos de la red son reservados en base a los requerimientos de calidad de servicio de las aplicaciones.

Priorización (servicios diferenciados), el tráfico de red se clasifica y los recursos de la red se asignan de acuerdo a la política de gestión del ancho de banda. La QoS se consigue al dar la red un trato preferencial al tráfico clasificado como de más demanda.

Para cubrir las diferentes necesidades de calidad de servicio hay varios protocolos y arquitecturas que se enumeran a continuación:

Protocolo de reserva (ReSerVation Protocolo RSVP), que permite a las aplicaciones solicitar la QoS.

Servicios Diferenciados (Differentiated Services, *DiffServ*), es una arquitectura que suministra una forma sencilla y tosca de clasificar y priorizar el tráfico.

Conmutación de etiquetas multiprotocolo (Multi Protocol Labeling Switching, MLPS), inicialmente ideado para acelerar el proceso de transmisión de los datagramas IP en la red, añadiendo una etiqueta a la cabecera y efectuando la conmutación en base a ella. También permite controlar el ancho de banda asignado a una sesión.

El gestor de ancho de banda de subred (Subnet Bandwidth Manager, SMB), es necesario para mantener la QoS en los enlaces IP sobre Ethernet o Token Ring compartidos o conmutados.

Estas tecnologías QoS no son excluyentes, sino complementarias, hay varias arquitecturas en las que estos protocolos funcionan juntos para suministrar calidad de servicio.

2.8.2 Combinación De Diferentes Técnicas De QoS

Las tecnologías de QoS en la práctica no se utilizan de forma excluyente, están diseñadas para ser utilizadas de forma conjunta con otras tecnologías, de esta manera dan soporte a la QoS extremo a extremo.

Para conseguir la calidad de servicio extremo a extremo, hay que realizar una actuación en cada nivel de la torre de protocolos TCP/IP.

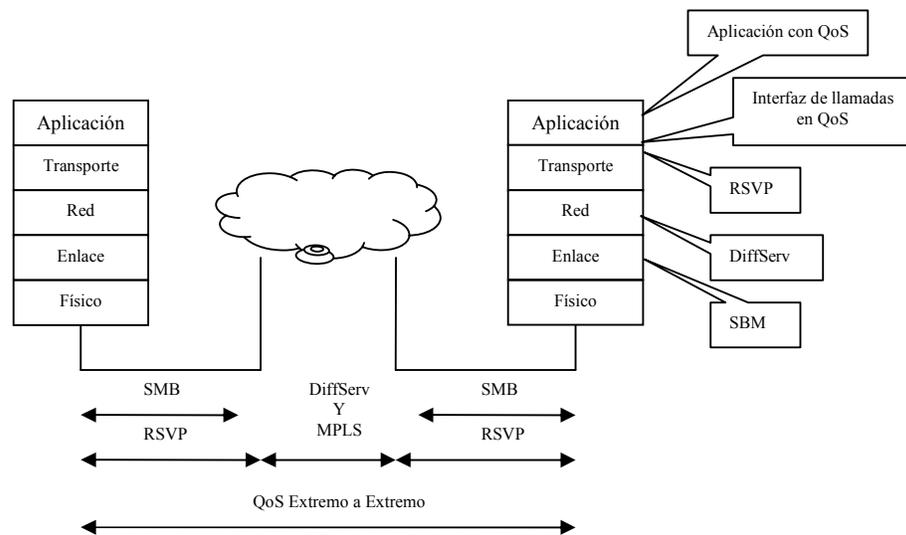


Figura. 2.6. Arquitectura de QoS con diferentes tecnologías.

IntServ con DiffServ. *IntServ* es más complejo y exigente que *DiffServ*, pero los dos pueden complementarse, los sistemas finales pueden utilizar RSVP para solicitar la calidad de servicio, mientras los encaminadores de acceso pueden trasladar las reservas de RSVP a la clase de servicio de *DiffServ* en el campo DS (Differentiated Services), o también puede ser el propio emisor quien haga la citada traslación.

Otra opción es aplicar *IntServ* en la red de acceso y *DiffServ* en el núcleo de la red, en este caso el encaminador que hace la traslación deben estar entre ambas partes.

Con esta arquitectura los encaminadores de acceso al no soportar grandes velocidades, puede dedicar más tiempo a hacer las tareas más pesadas que conlleva IntServ, mientras que los encaminadores del núcleo al soportar grandes velocidades deben ser sencillos, por lo que pueden soportar DiffServ sin problemas.

MPLS con IntServ. Es posible usar un objeto en RSVP para predeterminedar el camino a tomar por parte de las sesiones RSVP con etiquetas, estas sesiones usan las conexiones establecidas por los encaminadores MPLS, lo que se busca es una simplificación del funcionamiento de IntServ en los encaminadores MPLS.

MPLS con DiffServ. Debido a la similitud entre MPLS y DiffServ, la traslación del tráfico DiffServ a conexiones MPLS es sencilla, el principal problema de MPLS con DiffServ puede hallarse en la incompatibilidad de las múltiples implementaciones, mientras que unos fabricantes anuncian que soportarán 3 ó 4 niveles diferentes de QoS otros prometen miles.

Descarte Aleatorio. Descarte aleatorio es la técnica que usa Internet para conseguir mayores rendimientos, en redes TCP/IP con QoS se requiere de un control de gestión robusto para funcionar de forma estable y eficiente. En Internet el control de la congestión lo hace TCP que utiliza las pérdidas de mensajes para reducir la velocidad de emisión, esto permite a los encaminadores vaciar sus colas, reduce la velocidad de emisión de TCP y la utilización de la red. TCP entonces detecta la disponibilidad de la red e inicia un incremento de la velocidad, esto provoca el llenado de las colas, pérdidas de paquetes, reducción en la velocidad de TCP y vuelta a empezar.

La forma de romper el ciclo anterior es con la técnica que denominaremos descarte aleatorio (Random Early Detection, RED), esta técnica consiste en evitar el llenado de las colas de los encaminadores mediante un descarte inteligente. El funcionamiento de RED es muy sencillo, descarta paquetes aleatoriamente con una probabilidad que aumenta a medida que crece el tamaño de la cola.

RED define un tamaño mínimo, un máximo y un valor promedio temporal de la cola, si el nivel de llenado de la cola es menor que el valor mínimo, ningún paquete se descarta, si el nivel es superior al nivel máximo, todos los paquetes se descartan, y cuando el nivel

está entre los valores máximo y mínimo, entonces los paquetes se descartan de forma aleatoria con una probabilidad que aumenta a medida que crece el valor del promedio de llenado de la cola.

El uso de RED provoca que TCP reduzca la velocidad sin tener que saturar las colas de los encaminadores, lo que a su vez permite que los encaminadores puedan soportar más sesiones y mantener un alto uso de la red durante períodos de congestión.

CAPITULO III

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA MODE DE LAS FUERZAS ARMADAS

Como ya se ha hablado en capítulos anteriores las comunicaciones desempeñan en la actualidad una herramienta indispensable dentro de la vida diaria, además permite a las organizaciones desempeñar sus funciones de una manera eficiente. Las Fuerzas Armadas sintieron en carne propia la importancia de las comunicaciones en el conflicto del Cenepa, y desde entonces le han dado un papel primordial tratando de estar a la par con los avances tecnológicos.

En el año de 1995 las Fuerzas Armadas adquirieron un nuevo sistema de comunicaciones digital, para reemplazar al antiguo que era analógico, y con esto tener todas las bondades de los sistemas digitales, este sistema brinda los servicios de comunicación a través de todos sus sistemas a las tres ramas de las Fuerzas Armadas, logrando una cobertura casi total de todo el territorio nacional y las unidades militares que la resguardan.

El sistema digital de comunicaciones que posee actualmente el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO) denominado MODE Digital se compone de las siguientes redes que lo constituyen:

- Red PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)
- Red de Conmutación.
- Red de Multiacceso.
- Red Troncalizada.
- Red Analógica.

3.1 RED PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Un sistema PDH está constituido por una parte sincrónica y una parte casi sincrónica (plesiócrona). La parte sincrónica utiliza la multiplexación por intercalamiento de bytes, que se pueden considerar ya como transmisión de paquetes, estos están constituidos por 8 bits, que pasaran a formar los intervalos de tiempo (IT) que forma cada trama.

Las tramas que no utilizan la justificación y por lo que se consideran síncronas son:

- Trama de 1,544 Mbps o T1.
- Trama de 2,048 Mbps o E1.

La trama basada en la velocidad de 1,5 Mbps consiste en 24 intervalos de tiempo de 8 bits y 1 bit por trama para el encuadramiento (alineamiento) de la trama y multitrama. Una multitrama ocupa 12 tramas. Las palabras de alineamiento se transmiten entrelazadas (101010 para la trama y 00110011 para la multitrama). La señalización se envía en el octavo bit (el menos significativo de la muestra) de las tramas 6 y 12.

En la trama basada en la velocidad de 2,048 Mbps la organización temporal de los canales digitales se realiza mediante la multitrama constituida por 16 filas o tramas numeradas del 0 al 15. Cada trama tiene 32 columnas o intervalos de tiempo o time slot (TS) numerados del 0 al 31 y cada intervalo de tiempo lleva 8 bits.

El intervalo de tiempo cero TS0 se utiliza para enviar el alineamiento e información de supervisión del enlace. El intervalo de tiempo TS16 se usa como canal de señalización para el criterio de Señalización Asociada al Canal (CAS). Los intervalos TS1 al TS15 y TS17 al TS31 llevan información.

La jerarquía Europea, usada también en Latinoamérica, por medio de la multiplexación sucesiva de cuatro tributarios de 2 Mbps (Tramas), se obtiene las velocidades de 8.448 Mbps; (x4) 34.368 Mbps, (x4) 139.264 Mbps y (x4) 564.992 Mbps.

La red PDH del sistema MODE del COMACO se compone de 28 estaciones repetidoras las cuales se distribuyen en cuatro anillos que son:

- Anillo Nor Oriental
- Anillo Central
- Anillo Occidental
- Anillo Sur

Además existen 11 estaciones terminales enumeradas a continuación, que enlazan a las Unidades Militares que están fuera de los anillos PDH.

Tabla. 3.1. Estaciones Terminales

#	NOMBRE DE LA ESTACION	NOMENCLATURA
1	Guayaquil	040/GYL
2	Taura	043/TAU
3	Manta	045/MTF
4	Fuerte Huancavilca	067/GYS
5	Loja	070/LJA
6	Cuenca	080/CNC
7	Pastaza	100/PZA
8	Base Naval Norte	135/GIN
9	La Balbina	137/BAB
10	Base Naval Jaramijó	156/ENJ
11	Cerro Salinas	376/RSL

Las estaciones repetidoras se enumeran a continuación:

Tabla. 3.2. Estaciones repetidoras de los Anillos de PDH

#	NOMBRE DE LA ESTACION	CODIGO
1	Quito	010/QTO
2	Cayambe	022/RCL
3	Atacazo	030/CAZ
4	Cotacachi	024/CCT
5	Bomboli	031/DGR
6	Azucena	033/CRA
7	Cerro 507	034/CR5
8	Cruz loma	035/CCO
9	Igualata	036/CIG
10	Carshao	037/CCA
11	Jaboncillo	047/CRJ
12	Salinas	049/SLS
13	Machala	050/MLA
14	Hierba Buena	051/CHB
15	Motilón	061/CRM
16	Base Naval Sur	068/GYN
17	Villonaco	071/CVC
18	Buerán	082/CRB
19	Tinajillas	083/CRT
20	Acacana	084/CAC
21	Tablón	101/CHO
22	Abitahua	102/CBJ
23	Coca	103/COC
24	Lumbaqui	124/RCO
25	Cerro Animas	204/RAH
26	Carro Napo Galeras	210/DAP
27	Cerro Orozco	397/COZ
28	Cerro Cabuyas	398/CYA

El siguiente gráfico muestra la conexión de los cuatro anillos PDH, las estaciones repetidoras y las estaciones terminales.



Figura. 3.1. Anillos de la Red PDH.

A continuación se presenta un cuadro en el cual se ha detallado cada uno de los enlaces existentes en la red PDH de la fuerza terrestre.

Tabla. 3.3. Enlaces del sistema PDH

DATOS DE LAS ESTACIONES DE PDH.

CME-1 QUITO												
#	ESTACION	CANTON	PROVINCIA	ENLACE 1	DIST.	ENLACE 2	DIST.	ENLACE 3	DIST.	ENLACE 4	DIST.	CONFIG.
1	MDN QUITO	QUITO	PICHINCHA	ATACAZO	17.32 Km	CRUZ LOMA	5.39 Km					16x2 Mbps (2+1)
2	CAYAMBE	ANTONIO ANTE	PICHINCHA	LUMBAQUI (D)	73.42Km	COTACACHI	50.64 Km					16x2 Mbps (2+1)
3	COTACACHI	COTACACHI	IMBABURA	CRUZ LOMA	61.56 Km	CAYAMBE	50.64 Km					16x2 Mbps (2+1)
4	ATACAZO	QUITO	PICHINCHA	MDN QUITO	17.32 Km	BOMBOLI	65.09 Km					16x2 Mbps (2+1)
5	BOMBOLI	STO. DGO	PICHINCHA	AZUCENA (D)	126.79 Km	ATACAZO	65.09 Km					16x2 Mbps (2+1)
6	CRUZ LOMA	QUITO	PICHINCHA	MDN QUITO	5.39 Km	COTACACHI	61.56 Km	IGUALATA (D)	144.78 Km			16x2 Mbps (2+1)
7	IGUALATA	GUANO	CHIMBORAZO	CRUZ LOMA (D)	144.78 Km	EL TABLON	14.56 Km	CARSHAU (D)	109.63 Km			16x2 Mbps (2+1)
8	EL TABLON	PELILEO	TUNGURAHUA	ABITAHUA	44.09 Km	IGUALATA	14.56 Km					16x2 Mbps (2+1)
9	DIREL	RUMIÑAHUI	PICHINCHA	CRUZ LOMA	18.23 Km							4x2 Mbps (1+1)
CME-2 GUAYAQUIL												
ESTACION	CANTON	PROVINCIA	ENLACE 1		ENLACE 2		ENLACE 3		ENLACE 4			CONFIG.
10	AZUCENA	QUEVEDO	LOS RIOS	BOMBOLI (D)	126.79 Km	CERRO AZUL (D)	120.13 Km	JABONCILLO	61.67 Km			16x2 Mbps (2+1)
11	CERRO AZUL	GUAYAQUIL	GUAYAS	CARSHAU (D)	119.54 Km	BALAO (D)	77.69 Km	AZUCENA (D)	120.13 Km	BNS	15.73 Km	16x2 Mbps (2+1)
				BNN	11.93 Km	GUANCAVILCA	7.31 Km	TAURA	37.06 Km	ALA-22 GYL	11.18 Km	
12	CARSHAU	EL TAMBO	CAÑAR	CERRO AZUL (D)	119.54 Km	BUERAN	19.25 Km	IGUALATA (D)	109.63 Km			16x2 Mbps (2+1)
13	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	CERRO AZUL	11.18 Km							4x2 Mbps (1+1)
14	TAURA	KM 26 DURAN TAMBO	GUAYAS	CERRO AZUL	37.06 Km							4x2 Mbps (1+1)
15	MANTA	MANABI	MANABI	JABONCILLO	18.02 Km							4x2 Mbps (1+1)
16	JABONCILLO	PORTIVIEJO	MANABI	JARAMUJO	12.77 Km	MANTA	18.02 Km	COROZO	49.27 Km	AZUCENA	61.67 Km	16x2 Mbps (2+1)
17	SALINAS	SALINAS	GUAYAS	REP SALINAS	0.83 Km							4x2 Mbps (1+1)
18	MACHALA	MACHALA	EL ORO	BALAO CHICO (D)	61.86 Km	MOLTILON (D)	91.23 Km					16x2 Mbps (2+1)
19	BALAO CHICO	NARANJAL	GUAYAS	CERRO AZUL (D)	77.69 Km	MACHALA (D)	61.86 Km					16x2 Mbps (2+1)
20	GUANCAVILCA	GUAYAQUIL	GUAYAS	CERRO AZUL	7.31 Km							4x2 Mbps (1+1)
21	BASE SUR	GUAYAQUIL	GUAYAS	CERRO AZUL	15.73 Km	ANIMAS	66.94 Km					16x2 Mbps (2+1)
22	CUENCA	CUENCA	AZUAY	BUERAN	31.55 Km							4x2 Mbps (1+1)
23	NAVAL NORTE	GUAYAQUIL	GUAYAS	CERRO AZUL	11.93 Km							4x2 Mbps (1+1)
24	JARAMUJO	JARAMUJO	MANABI	JABONCILLO	12.77 Km							4x2 Mbps (1+1)
25	CERRO ANIMAS	PROGRESO	GUAYAS	BASE SUR	66.94 Km	REP SALINAS (D)	66.42 Km					16x2 Mbps (2+1)
26	REP SALINAS	SALINAS	GUAYAS	ANIMAS(D)	66.42 Km	CABUYAS (D)	74.76 Km	SALINAS	0.83 Km			16x2 Mbps (2+1)
27	CABUYAS	PUERTO LOPEZ	MANABI	REP SALINAS (D)	74.76 Km	COROZO	28.52 Km					16x2 Mbps (2+1)
28	COROZO	EL ANEGADO	MANABI	JABONCILLO	49.27 Km	CABUYAS	28.52 Km					16x2 Mbps (2+1)
SME-COCA												
ESTACION	CANTON	PROVINCIA	ENLACE 1		ENLACE 2		ENLACE 3		ENLACE 4			CONFIG.
29	PASTAZA	MERA	PASTAZA	ABITAHUA	13.12 Km							4x2 Mbps (1+1)
30	ABITAHUA	RIO NEGRO	PASTAZA	PASTAZA	13.12 Km	NAPO GALERAS (D)	94.12 Km	TABLON	44.09 Km			16x2 Mbps (2+1)
31	COCA	FCO. DE ORELLANA	ORELLANA	NAPO GALERAS (D)	72.89 Km	LUMBAQUI	66.42 Km					16x2 Mbps (2+1)
32	LUMBAQUI	QUIJOS	SUCUMBIOS	CAYAMBE (D)	73.42 Km	COCA	66.42 Km					16x2 Mbps (2+1)
33	NAPO GALERAS	TENA	NAPO	ABITAHUA (D)	94.12 Km	COCA (D)	72.89 Km					16x2 Mbps (2+1)
SME - MACHALA												
ESTACION	CANTON	PROVINCIA	ENLACE 1		ENLACE 2		ENLACE 3		ENLACE 4			CONFIG.
34	MOTILON	CELICA	LOJA	MACHALA (D)	91.23 Km	VILLONACO	75.60 Km					16x2 Mbps (2+1)
35	LOJA	LOJA	LOJA	VILLONACO	6.74 Km							4x2 Mbps (1+1)
36	VILLONACO	LOJA	LOJA	LOJA	6.74 Km	MOLTILON	75.60 Km	ACACANA	34.44 Km			16x2 Mbps (2+1)
37	BUERAN	CAÑAR	CAÑAR	CUENCA	31.55 Km	TINAJILLAS	67.81 Km	CARSHAU	19.25 Km			16x2 Mbps (2+1)
38	TINAJILLAS	CUENCA	AZUAY	BUERAN	67.81 Km	ACACANA	56.15 Km					16x2 Mbps (2+1)
39	ACACANA	SARAGURO	LOJA	TINAJILLAS	56.15 Km	VILLONACO	34.44 Km					16x2 Mbps (2+1)

Las estaciones repetidoras o nodos que constituyen cada anillo PDH tienen las siguientes características:

- Equipo modelo: Alcatel 9470LX
- Banda de frecuencia: 7.1-8.5 GHz.
- Potencia de transmisión: +27 dBm.
- Modulación: 4 QAM
- Umbral de recepción: -87 dBm
- Consumo: 105 W (1+1 HSB); 165 W (2+1 D/F)
- Alimentación: - 48 V

La capacidad en los anillos es de 16 x 2 Mbps lo que da un total de 480 canales (cada E1 de 2.048 Mbps equivale a 30 canales) y en los enlaces punto a punto hay una capacidad de 4 x 2 Mbps es decir 120 canales.

La configuración de los anillos es 2 + 1 lo que significa dos canales de transmisión y un canal de respaldo, existe diversidad de espacio en los enlaces que se requiera debido especialmente a la distancia del mismo.

La red PDH se encarga de asignar los E1's que el resto de redes requieran, esta red constituye la plataforma de todo el Sistema Mode Digital del COMACO.

En el anillo central por la ruta Quito, Atacazo, Bombolí, Azucena, Cerro 507, Carshao, Igualata, Cruz Loma existen saturación de E1's esto porque entre Quito y Guayaquil existe el mayor tráfico de llamadas, en los tres anillos restantes existen E1's libres ya que el trafico de llamadas es menor.

La característica de esta red permite asignar como mínimo un E1 para cualquier tipo de enlace, es decir no se puede hacer asignación de canales de 64 Kbps por separado, esto es un limitante que ocasiona que en la mayoría de los casos los canales asignados para las diferentes redes estén por lo general sobre dimensionados.

3.1.1 Análisis de Frecuencia de la Red PDH.

La red PDH opera en la frecuencia de 7.1 a 8.5 GHz, en el Plan Nacional de Frecuencias, este rango de frecuencias se destinan para otros sistemas, pero fueron adjudicados a Fuerzas Armadas desde 1997, aunque no exista ninguna disposición en el Plan Nacional de Frecuencias.

La frecuencia de los enlaces se resume en el siguiente cuadro:

**Tabla. 3.4. Frecuencias de los enlaces de PDH
FRECUENCIAS DEL ENLACE PDH**

16X2Mbps								
TRANSMISOR	RECEPTOR	TX1	RX1	TX2	RX2	TX (X)	RX (X)	POL.
010/QTO	030/CCO	7118	7303	7174	7359	7229.5	7414.5	V
035/CC0	024/CCT	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
035/CC0	036/CIG	8423	8297	8451	8325	8478.5	8352.5	H
024/CCT	022/RLC	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
022/RLC	124/RCO	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
124/RCO	103/COC	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
103/COC	210/DAP	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
210/DAP	102/CBJ	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
102/CBJ	101/CHO	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
101/CHO	036/CIG	7118	7303	7174	7359	7229.5	7414.5	V
036/CIG	037/CCA	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
037/CCA	082/CRB	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
037/CCA	034/CR5	8423	8297	8451	8325	8478.5	8352.5	H
082/CRB	083/CRT	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
083/CRT	084/CAC	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
084/CAC	071/CVC	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
071/CVC	061/CRM	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
061/CRM	050/MLA	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
050/MLA	051/CHB	7118	7303	7174	7359	7229.5	7414.5	H
051/CHB	034/CR5	7946	8146	8002	8202	8057.5	8257.5	V
034/CR5	068/GYN	7174	7359	7202	7387	7229.5	7414.5	H
034/CR5	033/CRA	8118	7918	8174	7974	8229.5	8029.5	H
033/CRA	031/DGR	7946	8146	8002	8202	8057.5	8257.5	V
031/DGR	030/CAZ	8118	7918	8174	7974	8229.5	8029.5	H
030/CAZ	010/QTO	7946	8146	8002	8202	8057.5	8257.5	V
033/CRA	047/CRJ	7118	7303	7174	7359	7229.5	7414.5	H
397/COZ	047/CRJ	7118	7303	7174	7359	7229.5	7414.5	H
398/CYA	397/COZ	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
376/RSL	398/CYA	8146	7946	8202	8002	8257.5	8057.5	V
204/RAH	376/RSL	7918	8118	7974	8174	8029.5	8229.5	H
068/GYN	204/RAH	8423	8297	8451	8325	8478.5	8352.5	V

4X2 Mbps				
TRANSMISOR	RECEPTOR	TX1	RX1	POL.
034/CR5	040/GYL	7677	7432	V
034/CR5	043/TAU	7719	7474	H
034/CR5	067/GYS	7705	7460	H
034/CR5	135/GIN	7691	7446	V
376/RSL	049/SLS	7107	7292	H
047/CRJ	156/ENJ	7327	7142	V
047/CRJ	045/MTF	7383	7198	H
071/CVC	070/LJA	7107	7292	H
102/CVJ	100/PZA	7107	7292	H
137/BAB	035/CCO	7474	7719	V
080/CNC	082/CRB	8426	8307	V

3.2 RED DE CONMUTACIÓN

La capacidad de administración y gestión de la telefonía, debido a su tamaño y complejidad se la realiza por medio de centrales telefónicas más no en los aparatos telefónicos.

Bajo este concepto, el principal componente de una central telefónica es el denominado equipo de conmutación, y cada solución distinta para realizar un equipo de conmutación se conoce como "Sistema de Conmutación".

A los equipos de conmutación de una central se conectan: líneas de abonados (abonados) y circuitos de unión con otras centrales (enlaces). La comunicación se establece físicamente a través de la red de conexión, pero las funciones de mayor inteligencia, las realiza la Unidad de Control, esta elabora órdenes hacia los órganos y circuitos de la red de conexión para determinar cuales son los caminos de conversación para cada llamada.

Las funciones de los sistemas de conmutación son las siguientes:

- Interconexión.
- Control.
- Supervisión.
- Señalización con los terminales de abonado.
- Señalización con otras centrales.
- Almacenamiento y análisis de la información recibida.
- Selección y conexión.
- Explotación y mantenimiento.
- Sincronización.
- Temporización.
- Conmutación de paquetes.

En el Sistema Mode del COMACO la red de conmutación se encarga de realizar la gestión de todo el sistema, de la creación de usuarios, de la administración de privilegios de los usuarios, etc.

3.2.1 Equipos de la Red de Conmutación.

Central Alcatel A 4400. La Red de conmutación posee cuatro centrales telefónicas Alcatel A4400 ubicadas en: Quito, Guayaquil, Machala y El Coca, con una capacidad de 4.000 abonados por cada central.

Son las que se encargan de integrar todos los sistemas de la red MODE sean estos PDH, multiacceso, troncalizado o analógico, indiferentemente de la localización del usuario.

“ACT” (Alcatel Crystal Technology). Además de las centrales A4400 existen 19 módulos remotos o ACT (Alcatel Crystal Technology) que cumplen casi la misma función excepto porque no todas tienen la capacidad de administración que tienen las centrales A4400. La ACT permite descentralizar funciones como la conmutación de circuitos y paquetes.

La estructura básica de un “Alcatel Crystal Technology” posee tarjetas (sistemas, interfaces, auxiliares, etc.) que están completamente interconectados y para que tengan capacidad de gestión es necesario una unidad central CPU.

Existe un reloj de sincronización, centralizado en la CPU y que es distribuido a todas las tarjetas para unificar los pulsos.

El límite de la ACT es de 28 tarjetas y sus configuraciones pueden ser dos:

Configuración Mono ACT hasta 400 usuarios.

Configuración Multi ACT hasta 2000 usuarios.

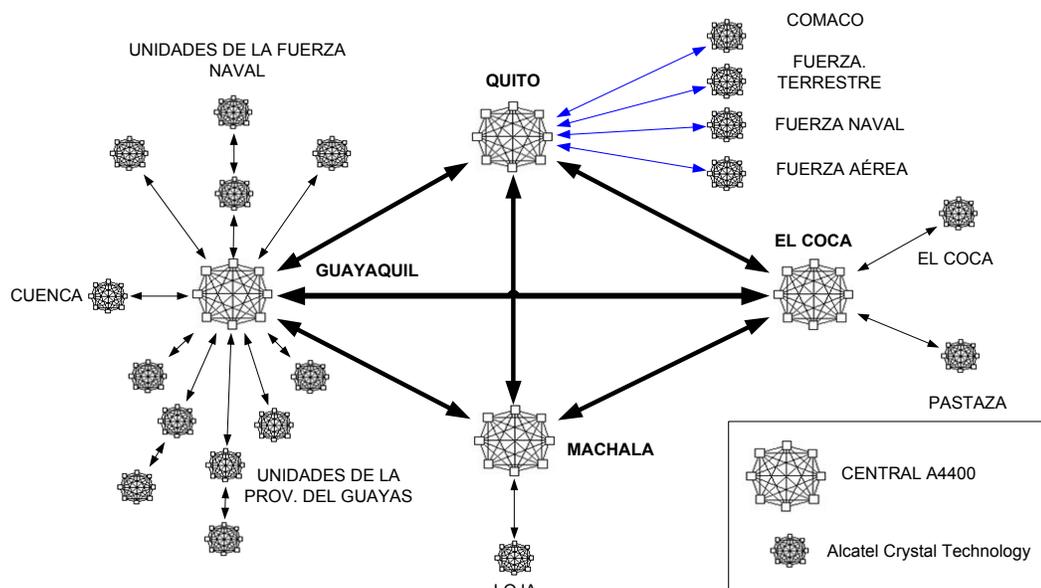


Figura. 3.2. Topología de la Red de Conmutación

Para habilitar canales de datos usando las centrales del sistema de conmutación, es necesario que en el ACT del nodo correspondiente exista una tarjeta UA32, la misma que tiene la capacidad de crear hasta 32 abonados, sean estos canales de datos o líneas digitales.

3.3 RED DE MULTIACCESO.

La telefonía es una de las opciones que ha tratado de solventar la necesidad de integración de comunicaciones y con ella las aplicaciones que esta puede soportar, entre los cuales los más importantes son dar servicios de voz y datos; y para cubrir las múltiples necesidades de muchos abonados existen los denominados sistemas de multiacceso.

Se define a un sistema de multiacceso como un mecanismo de acceso de los usuarios a los operadores de Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia (TPBCLD), en virtud del cual el usuario escoge uno de los operadores marcando un prefijo que lo identifica, para que le curse cada llamada.

El sistema Multiacceso se basa en la asignación de un número dado de canales de radio a un número superior de abonados, una vez que los abonados fijos de las unidades

militares acceden a este sistema, la red multiacceso debe acceder al anillo PDH, para enlazarse al sistema MODE del COMACO, y para su administración se ocupan la centrales A4400 de la red de conmutación.

3.3.1 Equipos de la Red Multiacceso

Esta red dispone de 148 estaciones fijas modelo A9800 y 20 estaciones transportables del mismo tipo, adecuadas para ser movilizadas de acuerdo a la necesidad de desplazamiento de las Unidades a las que han sido asignadas.

La Red de Multiacceso utiliza las siguientes centrales:

XBS estación base central (Concentrador de abonados).

RSC estación radio central.

RSN estación repetidora (Con abonados o sin abonados).

RST estación terminal

3.3.2 Acceso a la Red

La Red Multiacceso tiene sus puntos de acceso principales ubicados en Quito, Guayaquil, Machala y El Coca, estas a su vez tienen subestaciones para lograr la cobertura a nivel nacional.

La estación Quito posee 3 subestaciones: Quito 1, Quito 2 y Quito 3, la estación Guayaquil posee 4 subestaciones: Guayaquil 1, Guayaquil 2, Guayaquil 3 y Guayaquil 4, la estación Machala posee: Machala 1 y Machala 2, y la estación El Coca posee 1 subestación: El Coca 1.

Estas subestaciones atienden a las Unidades Militares de las diferentes provincias como se observa en la siguiente figura:

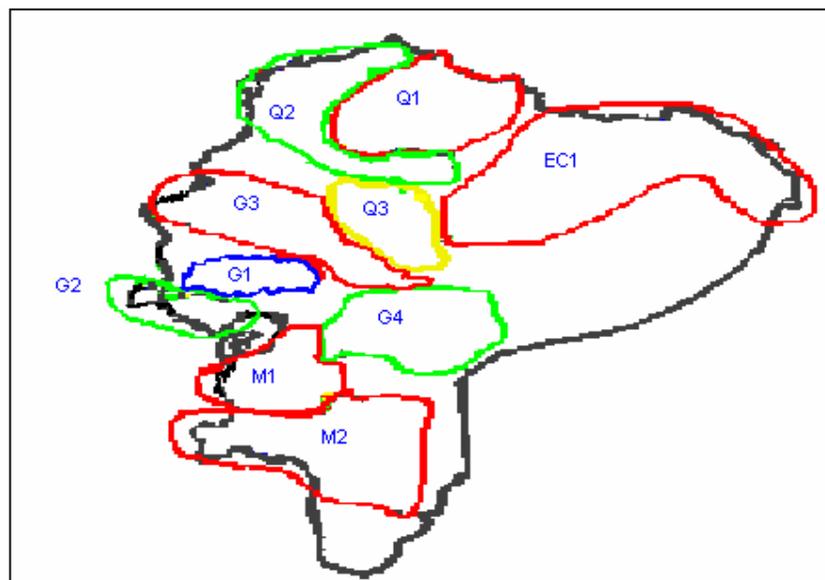


Figura. 3.3. Área de cobertura de la Red de Multiacceso

El área de cobertura de cada subestación se detalla en la siguiente tabla:

Tabla. 3.5. Área de Cobertura de las Subestaciones de Multiacceso

SUBESTACIÓN	SIGLA	ÁREA DE COBERTURA
Quito 1	Q1	Unidades Militares del Norte de Quito, Imbabura y Carchi
Quito 2	Q2	Unidades del resto de Quito, Santo Domingo y Esmeraldas
Quito 3	Q3	Unidades Militares de Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi
Guayaquil 1	G1	Todas las Unidades Militares de Guayaquil
Guayaquil 2	G2	Unidades Militares de la Península
Guayaquil 3	G3	Unidades Militares de: Manabí, Los Ríos y Bolívar
Guayaquil 4	G4	Unidades Militares de: Azuay y Morona Santiago
Machala 1	M1	Unidades Militares de la provincia El Oro
Machala 2	M2	Unidades Militares de la provincia de Loja
El Coca 1	EC1	Unidades Militares de Fco. De Orellana, Sucumbios y Napo

Entre las centrales de Quito y Guayaquil hay un enlace de 4 E1's, entre el resto de centrales hay enlaces materializados con 2 E1's cada uno.

Las características de esta red se enumeran a continuación:

Banda de frecuencia:	2.3 a 2.5 GHz.
Potencia de transmisión:	+30 dBm.
Modulación:	4QAM ¹¹
Técnica de multiplexación:	(TDMA ¹² -PCM ¹³)

Para asignar canales de datos en la red multiacceso, se debe en primer lugar realizar la conexión física del canal, para luego configurar este canal para únicamente la transmisión de datos, este segundo paso se lo hace en el software de gestión de la Red Multiacceso desde la XBS de la subred sobre la cual se implemente el canal de datos requerido. El canal de datos utilizando multiacceso tiene una velocidad de 64 Kbps.

3.4 RED TRONCALIZADA

Se define a un Sistema Troncalizado como un Sistema de Radiocomunicación de los Servicios Fijo y Móvil terrestre, que utiliza múltiples pares de frecuencias, en que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de los canales que estén disponibles.

La diferencia entre un sistema troncal y un típico, es la distribución inteligente de canales disponibles, en un sistema típico un canal es asignado a un determinado número de usuarios, y así existiesen un gran número de canales libres, los usuarios en espera no pueden acceder a ellos.

La red Troncalizada del sistema Mode del COMACO se encarga de enlazar principalmente a los abonados móviles a la red, sus usuarios principales son todas las embarcaciones de la Fuerza Naval, aunque existen también estaciones portátiles de diversas autoridades como son: Presidencia de la República, Ministerio de Defensa Nacional, Comandantes de Fuerza y los Puestos de Mando (PM) de las diferentes Fuerzas, así como a Unidades Militares es sitios de riesgo (Frontera norte y nororiental, además la provincia de El Oro).

¹¹ QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

¹² TDMA (Time Division Multiple Acces)

¹³ PCM (Pulse Code Modulation)

Las áreas de cobertura del sistema, se describen en el siguiente gráfico, y está constituido de 13 sitios de repetición ubicados para proporcionar la mayor cobertura a la costa y a la zona nor-oriental, dentro de estas áreas el abonado tiene asignado un número de acuerdo al plan de numeración del sistema MODE, y acceder a los servicios disponibles.

La Red Troncalizada tiene 3 canales de 64 Kbps por sitio de repetición de los cuales 1 sirve para control, los equipos terminales que constituyen esta red son: 56 estaciones base, 12 vehiculares y 135 portátiles.

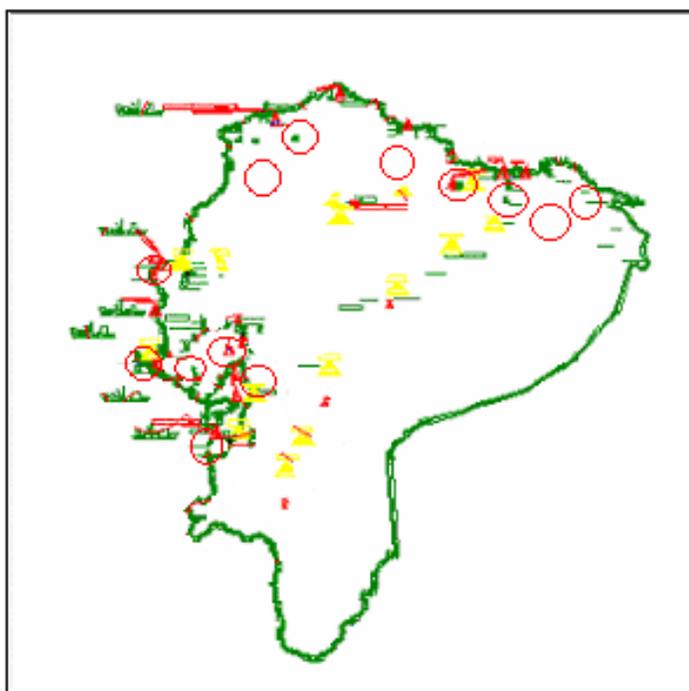


Figura. 3.4. Área de cobertura de la Red Troncalizada

3.4.1 Equipos de la Red Troncalizada

Equipos móviles. Las estaciones móviles utilizan acceso múltiple por división de tiempo TDMA con 4 intervalos de tiempo, además de las siguientes características.

- Presenta 4 canales radio en una portadora de 25 KHz
- Frecuencia de trabajo de 380 a 400 MHz.
- Velocidad de Tx de 28.8 Kbps.

- Modulación es DQPSK¹⁴
- Potencia de transmisión 6.6 - 25 W para repetidoras y 1.3-10 W para terminales
- Tiempo de acceso menor a 500 ms.
- El consumo de los equipos es de 1000W por sitio de repetición.
- El modo de transmisión es Full Dúplex.

BTS (Base Tranceptor Station). Es una estación base tranceptora que se encarga de enlazar el sistema troncalizado con el resto de los sistemas del MODE, es la tarjeta BS la que permite que se utilice 3 canales de 64 Kbps y la comunicación sea local dentro del área de cobertura de la BTS o con otro abonado cualquiera del Mode Digital. Una BTS se compone de los siguiente elementos:

- Modulo de acoplamiento
- Módulo frontal (BCU)
- Enrutador (BNA)
- Estación de control (BSC)
- Estación de base radio (BS)

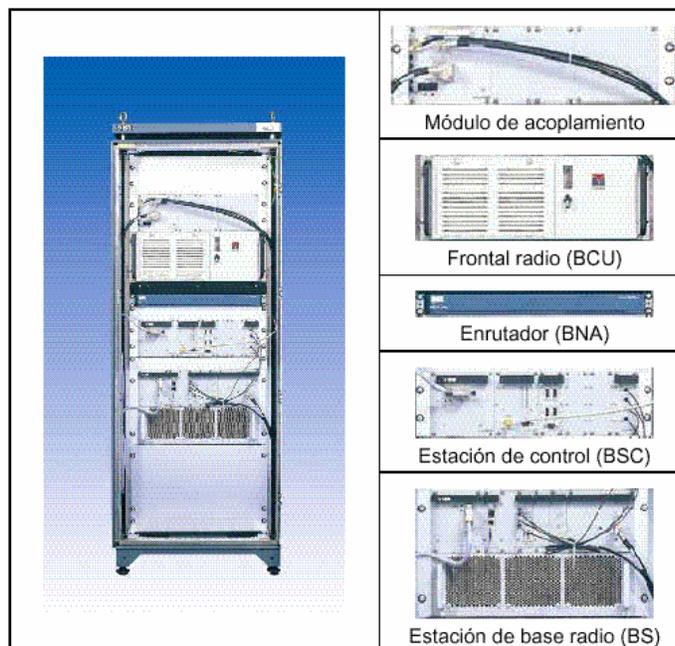


Figura. 3.5. Estación BTS

¹⁴ DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying)

La estación base trancetora presenta las siguientes características:

- Antena omnidireccinal
- Potencia de Emisión 20W (en la salida de la antena)
- Temperatura de funcionamiento de 0° hasta +55°C
- Alimentación 48 V DC.
- Gama de frecuencia 380 a 400 Mhz.
- Ancho de canal 25 KHz.

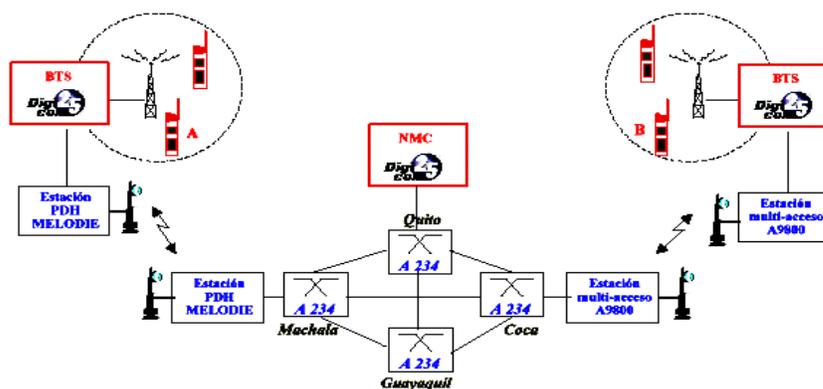


Figura. 3.6. Arquitectura general de la Red Troncalizada

3.4.2 Acceso a la Red

Las estaciones BTS que se enlazan hasta el Centro Nodal Quito a través de la Red PDH son:

- Cruz Loma.
- Jaboncillo.
- Animas.
- Salinas.
- Cerro 507.
- Machala.
- Balao Chico.
- Lumbaqui.

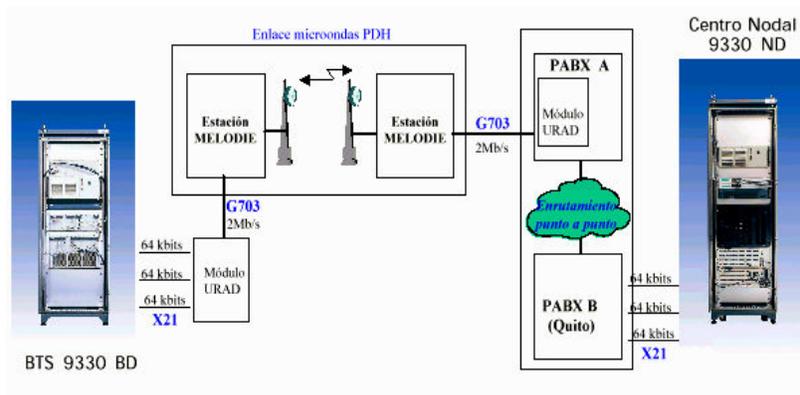


Figura. 3.7. Enlace de Troncalizado a través de PDH

Las estaciones BTS que se enlazan hasta el centro Nodal Quito a través de la Red de Multiacceso son:

- Troya.
- Zapallo.
- San Lorenzo.
- Lago Agrio.
- Cooper.

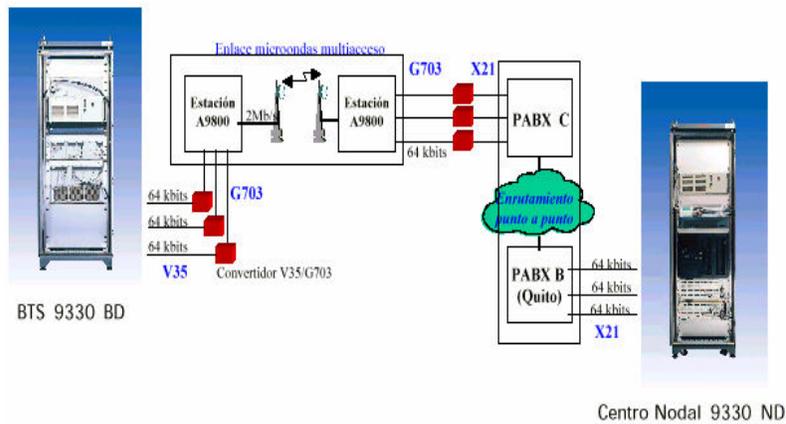


Figura. 3.8. Enlace de Troncalizado a través de Multiacceso

3.5 RED ANALÓGICA

Al momento de la implementación del Sistema Mode Digital, no se logró una cobertura total de las unidades militares a lo largo del territorio nacional, para solventar esta falta de equipos, se reorganizó los equipos del sistema anterior que es analógico. La reubicación se la realizó en tres lugares específicos, Pastaza, Galápagos y unidades de Quito como la Escuela Militar, Escuela de Equitación, etc.

El sector de Pastaza que pertenece a la Brigada de Selva No 17, utiliza este sistema en sus unidades subordinadas, para lo cual utiliza los cerros Abitahua, Calvario y Pavacachi, brindando comunicaciones a las siguientes Unidades:

- Brigada de Selva N° 17 “Pastaza” en la Shell.
- Batallón de Selva N° 48 “Sangay” en Lorocachi.
- Batallón de Selva N° 49 “Capt. Chiriboga” en Montalvo.
- Batallón de Selva N° 50 “Morona” en Taisha.
- Hospital Militar de la IV División en el Puyo.
- Dirección de Movilización en el Puyo.

Los equipos de esta parte de la red analógica operan en la banda de los 300 MHz y son equipos Siemens FM 72311 y equipos Fujitsu FM 26-10B, los mismos que se conectan a un ACT ubicado en la 17 – BS para integrarse a la red MODE.

Otro sector de cobertura es la provincia de Galápagos, sector en el cual se encuentran ubicadas unidades de la Fuerza Naval y Fuerza Aérea, mismas que tienen enlace solo dentro del área geográfica del sector, es decir no poseen comunicación con el Ecuador continental, y se enlazan de la siguiente manera:

La estación de San Joaquín se enlaza con:

- COOPIN (Comando de Operaciones Insulares)
- Croker (Santa Cruz)
- Isabela
- Floreana
- SCME (Sub Centro de Mantenimiento Electrónico)
- Capitanía de Puerto Santa Cruz

- Grupo Aéreo de Baltra
- Capitanía de Puerto de Seymour

El proyecto Galápagos utiliza varias centrales MS601, con capacidad para 200 abonados y que enlazan a las diferentes Unidades Militares del Archipiélago, esta red trabaja en UHF.

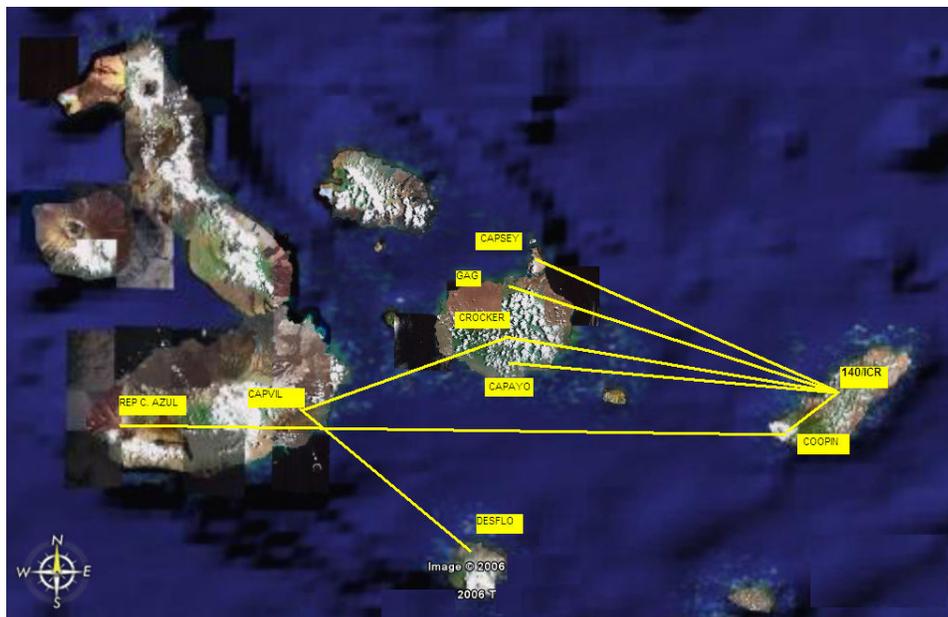


Figura. 3.9. Red Analógica, Proyecto Galápagos

3.6 SATURACIÓN DEL SISTEMA

Debido al incremento de usuarios del sistema de comunicaciones MODE del Comando Conjunto de las FF. AA., y al incremento de ancho de banda que requieren constantemente las nuevas aplicaciones a correr sobre las redes, se ha visto que el sistema MODE es insuficiente en su capacidad, si se quiere tener la red enlazada solo por este sistema; existiendo dos problemas principales.

El primero es la saturación de los E1's existentes en el anillo central de la red PDH, especialmente en el enlace Quito – Guayaquil, para solucionar este inconveniente se requiere ampliar el sistema de la configuración actual que es 2 + 1, o a su vez cambiar los

enlaces para utilizar equipos SDH (Synchronous Digital Hierarchy) de mayor capacidad, cualquiera de estas dos opciones representa un costo considerable.

Otro problema es que muchas de las unidades que se han considerado en la segunda fase se conectan por medio de la red multiacceso, la cual como ya se ha mencionado antes solo puede dar enlaces de 64 Kbps por canal con una configuración máxima de 128 Kbps, existiendo unidades que por las funciones que desempeñan ese ancho de banda es insuficiente.

3.7 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE LA FUERZA TERRESTRE

La Fuerza Terrestre desempeña diferentes funciones y tareas, tanto en el campo de seguridad como de apoyo al desarrollo del país, entre otras; esto hace que continuamente se busque lograr eficiencia en las tareas encomendadas y para esto se debe usar todos los medios disponibles tanto humanos como tecnológicos.

Las diferentes unidades de la Fuerza Terrestre han tratado de lograr esta eficiencia, instalando por separado redes LAN dentro de sus repartos, pero para obtener el resultado deseado a nivel institucional es necesario enlazar todas las unidades de la Fuerza, a continuación detallamos los repartos y unidades militares que cuentan con redes LAN:

- Comandancia General de la Fuerza Terrestre.
- I – División de Ejército “Shirys”.
- Batallón de Infantería Motorizado No 13.
- Batallón de Infantería Motorizado No 39 “Mayor Galo Molina”.
- Brigada de Selva No 17 “Pastaza”.
- Brigada de Selva No 19 “Napo”.
- Batallón de Operaciones Especiales en Selva No 54 "Capt. Calles"
- Batallón de Selva No 55 "Putumayo"
- Batallón de Selva No 56 "Tungurahua"
- Batallón de Selva No 57 "Montecristi"
- Grupo de Fuerzas Especiales No 24 "Rayo"
- Batallón de Apoyo Logístico No 75 "Auca".

El presente proyecto pretende unir a estas unidades y otras más que pertenecen a la primera y segunda fase del proyecto de Red de Datos, con el objeto de tener una red WAN a nivel institucional que brinde todas las bondades y optimice el trabajo de la Fuerza Terrestre.

Actualmente la Comandancia General de la Fuerza Terrestre cuenta con una red dentro de su edificio y con equipos propios de la misma como son servidores, switch, routers, firewall, que será la base para el presente proyecto y cuya configuración por seguridad no se encuentra publicada en este documento.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA RED DE DATOS.

4.1 TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS

La Fuerza Terrestre por ser una institución castrense tiene una organización jerárquica, misma que se muestra en la figura 4.1 y que indica cuales son las unidades que se pretende enlazar en el proyecto.

La topología de la red que se diseñe, no necesariamente estará acorde a la organización jerárquica aquí presentada, puesto que existen otros parámetros que definen el diseño.

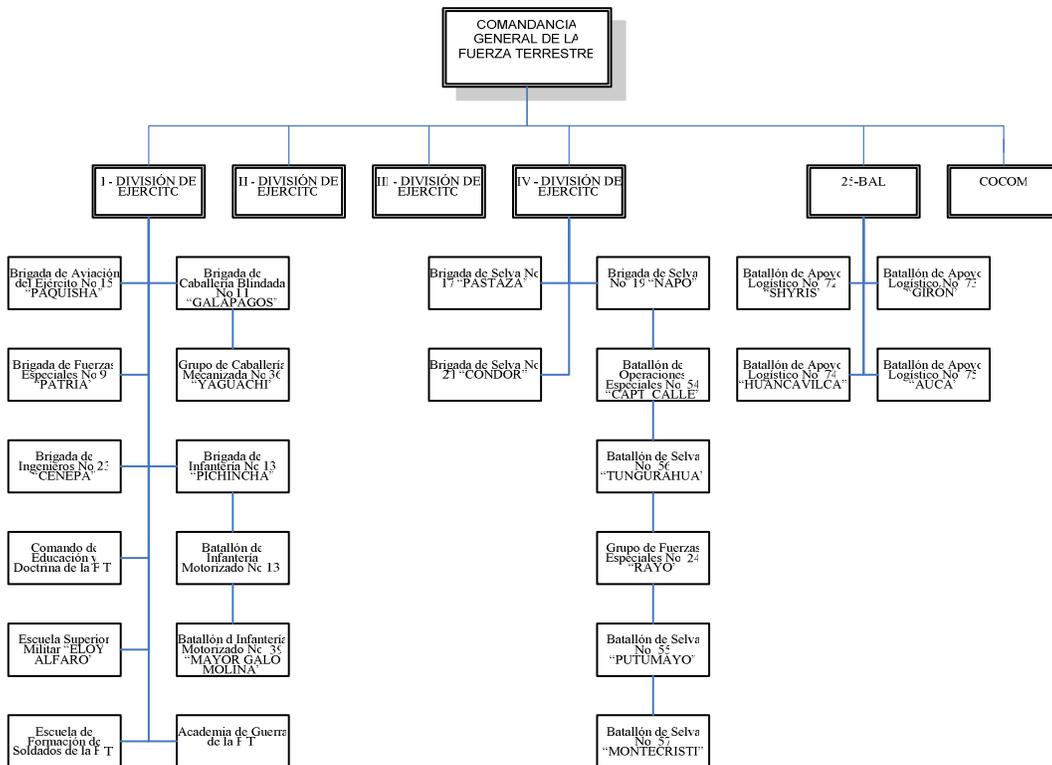


Figura. 4.1. Organigrama de las Unidades de la FF.TT. a ser implementadas en el proyecto

4.2 ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS I FASE

La Fuerza Terrestre ha visto conveniente separar este proyecto en dos fases, división que se la ha hecho por requerimientos de jerarquía, disponibilidad de medios y por la capacidad operativa.

De esta manera la fase I comprende enlazar la Comandancia General de la Fuerza Terrestre, la I División de Ejército “Shyris” ubicada en la ciudad de Quito, sector de San Bartolo, la II División de Ejército “Libertad” ubicada en la ciudad de Guayaquil, la III División de Ejército “Tarqui” ubicada en la ciudad de Cuenca, la IV División de Ejército “Amazonas” ubicada en la ciudad de Pto. Francisco de Orellana, y el Comando de Comunicaciones ubicado en la ciudad de Quito, sector La Rumiñahui.

Para realizar el diseño de la red se ha tomado como base los sistemas propietarios del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas como es el sistema MODE ya que sobre este sistema se ha desarrollado un backbone de datos cuya administración pertenece al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y entrega canales de datos para la Fuerza Terrestre, Naval y Aérea.

4.2.1 Backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas consta de cuatro nodos principales ubicados en Quito, Guayaquil, El Coca y Machala, sitios elegidos por ubicación estratégica de los repartos militares de las Fuerzas Armadas. En cada uno de estos nodos existe dos Router 3Com 6080 y un Switch 3Com 5500G, excepto en el nodo de Machala debido a que por el tráfico que este nodo transmite sólo se ha considerado un router 3Com 6080.

Para el funcionamiento de los nodos se utiliza un Router 3Com 6080 como router de backbone, otro Router 3Com 6080 de borde para recibir los enlaces de datos de las tres fuerzas, y un switch 3Com 5500G para los enlaces ethernet.

Cada router 3Com 6080 soporta tres tipos de tarjetas: puertos seriales (N*64 Kbps), tomando en cuenta que N=1 si su conector es V.24 y N puede llegar hasta 30 si su conector

es V.35 ó X.21, puertos E1 que transmiten hasta 2 Mbps, y existen también tarjetas ethernet, pero como ya no se las adquirió por su alto costo, siendo reemplazadas por los switch 3 Com 5500 G. Todos estos equipos trabajan con protocolo OSPF para realizar el ruteo, constituyéndose los routers de backbone el área “0”, mientras que en los router de borde las áreas siguientes según las necesidades.

El diseño del presente proyecto consiste en enlazarse física y lógicamente con el backbone de datos del Comando Conjunto en los diferentes nodos existentes, y en las unidades donde no sea factible utilizar el backbone, se debe establecer enlaces por otros medios hasta la Comandancia General de la Fuerza Terrestre

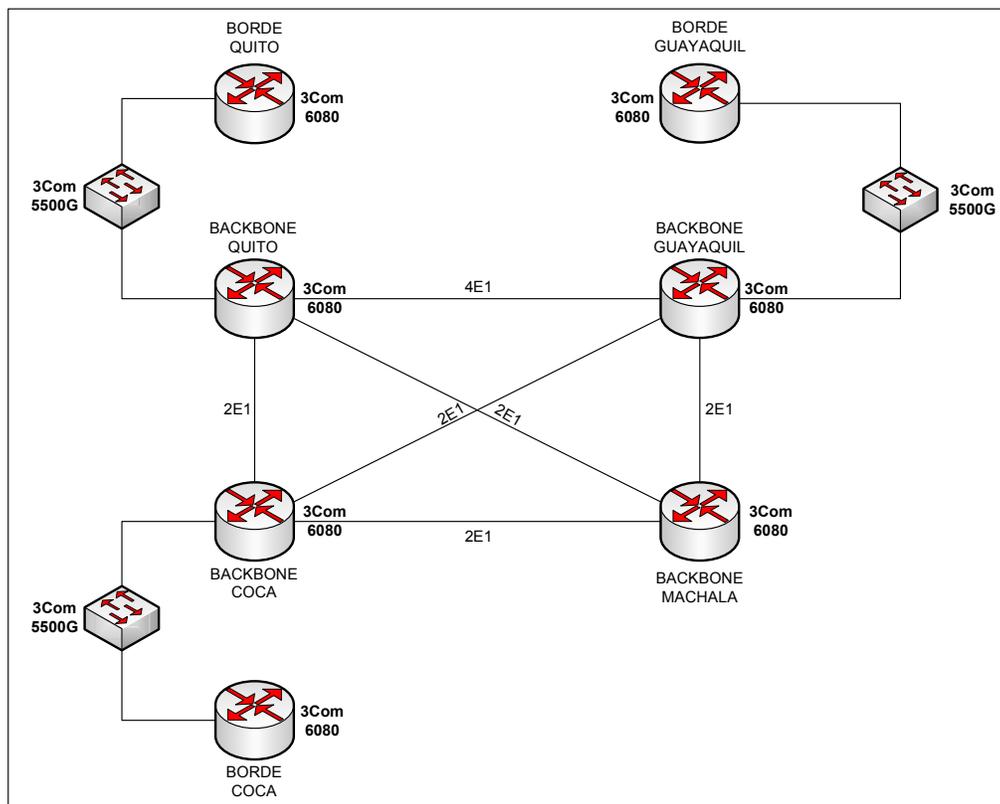


Figura. 4.2. Esquema del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas

4.2.2 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – nodo Quito del Backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO).

Para enlazar la Comandancia General de la Fuerza Terrestre con el nodo Quito del Backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas que se encuentra en el mismo Complejo Ministerial, se utiliza como medio fibra óptica debido al tráfico y la distancia entre los edificios que es de 200 mtrs.

En la CGFT existe un Switch Router de Core marca Enterasys 8600 que se encarga de enlazar los switch de los diferentes pisos del edificio y a su vez este servirá de router para la red WAN.

La fibra óptica es proporcionada por el COMACO y se conecta de la siguiente manera: primero, puesto que la conexión es ethernet debe conectarse al switch 3COM 5500 del nodo de backbone de datos, de este switch se conecta a otro switch cisco 2960 que concentra los enlaces de la Fuerza Terrestre de un puerto de este se conecta la fibra óptica que llega hasta la CGFT, aquí la fibra pasa por los respectivos equipos de seguridad (que no constan en este capítulo por motivos de seguridad y por no estar autorizados por la CGFT) antes de ingresar al Switch Router de Core Enterasys 8600.

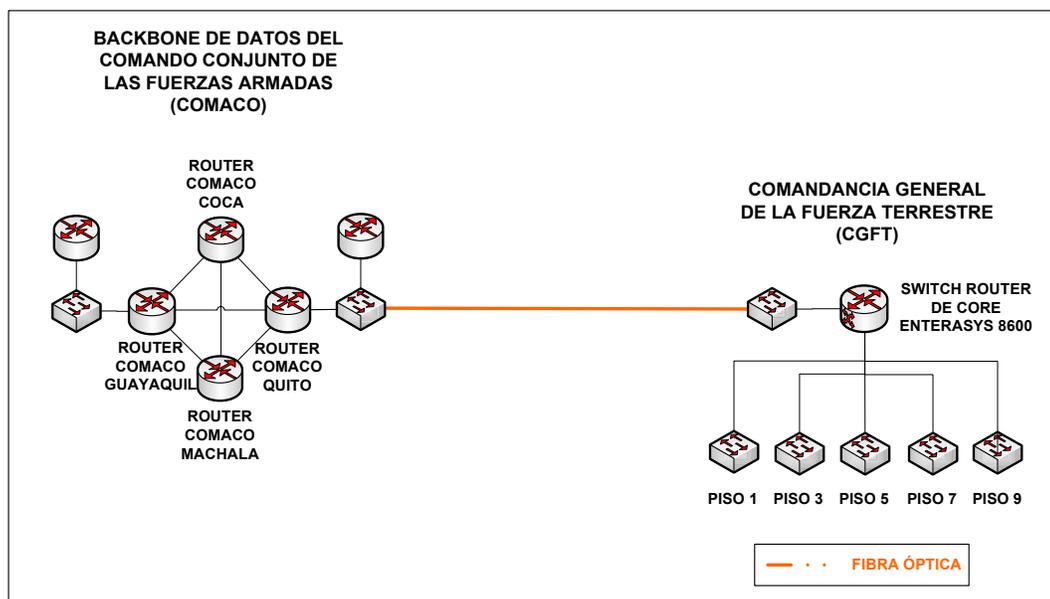


Figura. 4.3. Esquema del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas

4.2.3 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – I División de Ejército “Shyris” (I-DE)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet: incluyendo transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML, e-mail.
- Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE): réplica de datos para gestionar información administrativa, financiera y técnica, el ambiente tecnológico para la explotación segura del SIFTE, tiene los siguientes componentes principales: Oracle como base de datos, Power Designer el modelador de datos, Power Builder el Front End y EAServer el servidor de aplicaciones.
- Videoconferencia: transmisión de servicios multimedia (voz, video, etc).

Se debe tener en cuenta que las aplicaciones nuevas constantemente requieren de anchos de banda cada vez más grandes, por lo que se debe establecer un margen de crecimiento.

Cálculo del ancho de banda necesario. Existen diversidad de criterios en cuanto al correcto dimensionamiento del ancho de banda, dependiendo esto de cada aplicación, además que se toman en cuenta parámetros como el retardo, el jitter, hasta se han realizado estudios probabilísticos, en tal virtud se ha visto necesario tomar criterios profesionales acerca del dimensionamiento llegando a determinar las siguientes consideraciones:

- El tráfico de Intranet necesita un ancho de banda de 256 Mbps.
- El SIFTE necesita un ancho de banda de 256 Mbps, debido a la réplica de datos.
- La video conferencia requiere un ancho de banda de 512 Mbps para obtener una calidad óptima.

Si bien es cierto se ha tomado estos parámetros de dimensionamiento, es necesario indicar que el backbone de datos del COMACO será quien nos entregue los canales de datos con el ancho de banda asignado en cada uno de ellos, y el ancho de banda de los

medios de enlace adicionales a los del sistemas MODE no será menor al ancho de banda asignado por el COMACO.

De estas consideraciones se han sacado los siguientes datos:

Tabla. 4.1. Cálculo del ancho de banda I – DE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Videoconferencia	512
Ancho de banda total	1024

Medio del Enlace. Para el enlace entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la I División de Ejército, se debe utilizar el backbone de datos del COMACO.

La I-DE se encuentra ubicada geográficamente en la ciudad de Quito sector de San Bartolo desde este sitio según el análisis topográfico se puede realizar un radio enlace hasta la repetidora ubicada en Cruz Loma, mediante radios de Banda Ancha con tecnología Spread Spectrum por las ventajas que estos equipos nos brindan, operando estos radios a la frecuencia de 5,7 Ghz.

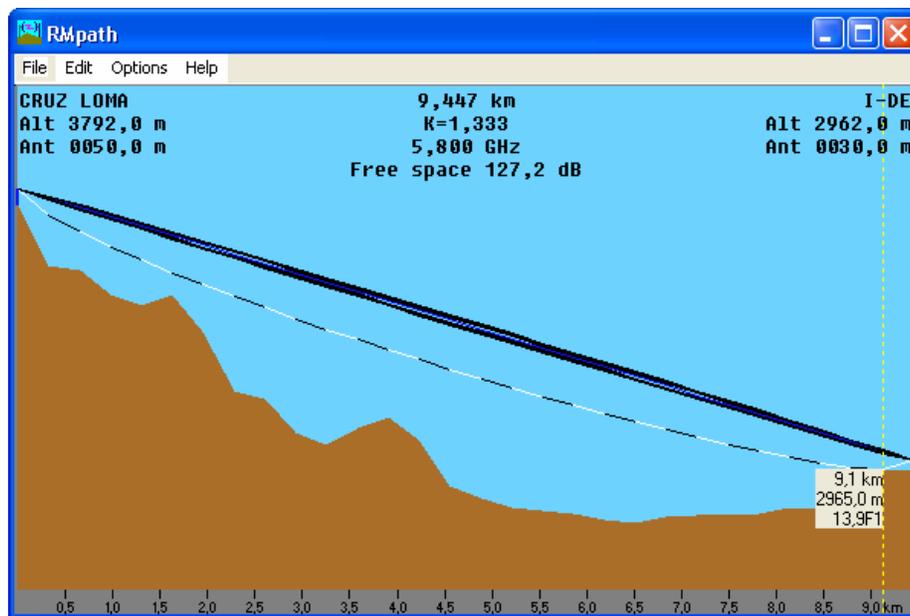


Figura. 4.4. Perfil topográfico del enlace C.G.F.T. – I-DE

En las instalaciones de la I-DE “Shyris” se encuentran otras dependencias que pertenecen al Comando Conjunto como el sistema C3I2 y el sistema de Control de Armas, mismos que necesitan estar conectados al backbone de datos para su funcionamiento ya que son sistemas a nivel nacional. Es por esta razón que el enlace entre Cruz Loma y la I-DE se realizará con radios de Banda Ancha, cuya velocidad de transmisión es de 10 Mbps, capacidad que permite transportar los datos para los tres sistemas antes mencionados.

Para poder separar los datos de los diferentes sistemas en las instalaciones de la I-DE, la señal que proviene del radio se ingresará a un switch administrable con esto por medio de VLANs se puede separar las señales y enviarlas a tres puertos distintos para su respectiva utilización, el puerto correspondiente a la I-DE se conectará al router en su puerto WAN y del puerto correspondiente a la LAN se conectará un switch que repartirá la red a los diferentes hosts de la unidad.

Para la conexión hacia el backbone, en Cruz Loma se necesitará un convertidor de E1 a Ethernet para comunicar los diferentes protocolos, la señal de la repetidora llegará hasta las instalaciones del COMACO, donde ingresa al switch 3COM 6080 de borde esto debido a que la señal pertenece al sistema PDH en protocolo E1 y este posee la tarjeta adecuada.

El Comando Conjunto dentro de sus políticas de administración de la red y debido a que en las instalaciones de la I-DE “Shyris” se encuentran los demás sistemas ha tomado la decisión de hacerse cargo de la implementación del radio enlace entre Cruz Loma y la I-DE. El ancho de banda que nos dará el COMACO en el enlace Cruz Loma-COMACO es de 1 E1 con lo cual satisface los requerimientos de ancho de banda para la I-DE.

El esquema de la solución planteada con fibra óptica es el siguiente.

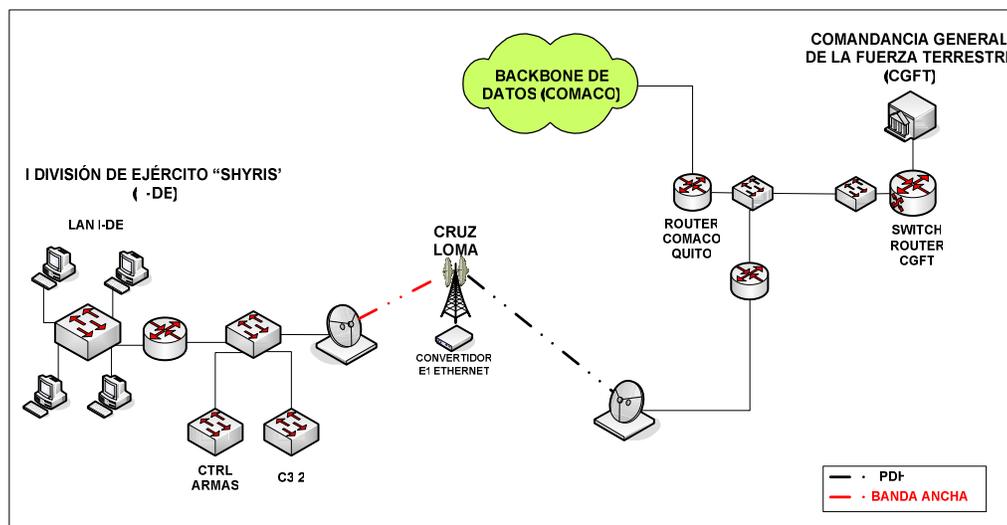


Figura. 4.5. Esquema del enlace C.G.F.T. con la I-DE

4.2.4 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – II División de Ejército “Libertad” (II-DE)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE).
- Videoconferencia.

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.2. Cálculo del ancho de banda II – DE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Videoconferencia	512
Ancho de banda total	1024

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la II División de Ejército “Libertad” ubicada en Guayaquil se lo hará utilizando el backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar la II División de Ejército con el nodo Guayaquil del Comando Conjunto ubicado en la Base Naval Norte, para este enlace utilizamos como medio principal fibra óptica, gracias a un convenio existente con la empresa Telconet propietarios de dicho medio.

Como la conexión es mediante protocolo ethernet se la realizará al switch 3COM 5500G del backbone de datos del COMACO, desde aquí se realizará una conexión hasta el router perteneciente a la empresa Telconet, desde este router mediante fibra óptica llegaremos hasta la II-DE “Libertad” ubicada en la calle 9 de octubre sector centro de Guayaquil, para utilizar la fibra óptica es necesario colocar convertidores de media en los dos extremos de la fibra para transformar las señales.

Por la fibra óptica se transmitirá no solo la señal de datos sino también la señal de voz del Sistema de Conmutación del MODE, para esto la señal que sale del convertidor de medio ingresa a un Switch que realizará la división de señales, ya que se requiere que la señal de voz pase a un IPMUX el mismo que emulará la señal de ethernet a E1 y luego ingresará al ACT para ser utilizada para el sistema telefónico de esta unidad, mientras que la otra señal ingresará a un router y luego de este a un Switch para la LAN correspondiente a la II-DE.

El ancho de banda del backbone de datos entre el enlace Quito-Guayaquil es de 4 E1, con esto se asegura el ancho de banda necesario para los requerimientos de esta unidad militar. El esquema de la solución planteada es el siguiente.

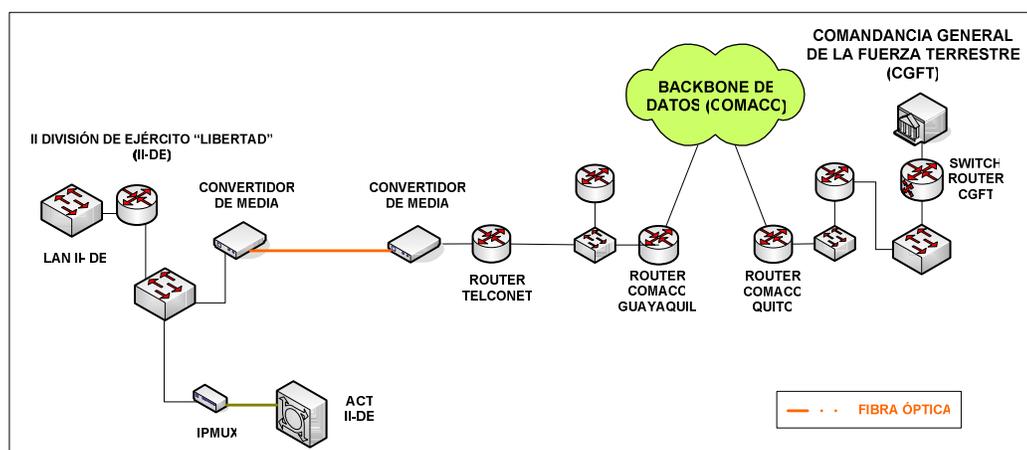


Figura. 4.6. Esquema del enlace C.G.F.T. - II DE

4.2.5 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – III División de Ejército “Tarqui” (III-DE)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE).
- Videoconferencia.

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.3. Cálculo del ancho de banda III – DE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Videoconferencia	512
Ancho de banda total	1024

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la III División de Ejército “Tarqui” ubicada en Cuenca se lo hará utilizando el backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar la III División de Ejército con el nodo Guayaquil del Comando Conjunto ubicado en la Base Naval Norte, para esto utilizamos como medio principal entre Cuenca y Guayaquil el sistema PDH del MODE, a través del enlace Estación Terminal Cuenca, Cerro Orozco, Buerán, Carshao, Cerro 507 y Estación Terminal Base Naval Norte, el mismo que llega a través de 1 E1 e ingresa al Router de Borde 3COM 6080 a una de las tarjetas que soporta este protocolo.

Desde la Estación Terminal Cuenca hasta la III-DE “Tarqui” existe una distancia de 500 m., por esta razón para enlazar estos dos sitios se utilizará fibra óptica, por consiguiente como el sistema PDH nos entrega la comunicación en un formato E1 se debe utilizar dos módems para transportar los datos por la fibra óptica, el uno estará en la Estación Terminal Cuenca y el otro en la III-DE “Tarqui”. El módem de la III-DE

entregará la señal en formato E1, por tal razón el puerto WAN del router debe ser un puerto E1, mientras que el puerto LAN se conectará al Switch respectivo para distribuir la red en todas las dependencias de esta unidad.

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

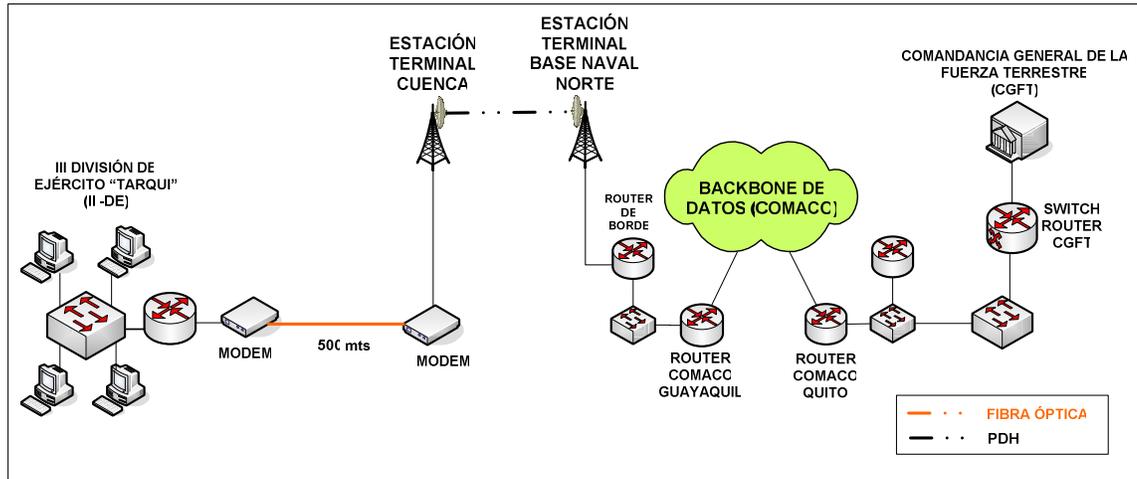


Figura. 4.7. Esquema del enlace C.G.F.T. - III DE

4.2.6 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – IV División de Ejército “Amazonas” (IV-DE)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE).
- Videoconferencia.

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.4. Cálculo del ancho de banda IV – DE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Videoconferencia	512
Ancho de banda total	1024

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la IV División de Ejército “Amazonas” ubicada en el Coca se lo hará utilizando el backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar la IV División de Ejército con el nodo El Coca del Comando Conjunto ubicado a 2 Km. de distancia. Como la conexión es mediante protocolo ethernet se la realizará al switch 3COM 5500G del backbone de datos del COMACO, desde aquí mediante fibra óptica llegaremos hasta la III-DE “Amazonas” ubicada en El Coca, para utilizar la fibra óptica es necesario colocar convertidores de media en los dos extremos de la fibra para transformar las señales.

La señal que sale del convertidor de media ingresará a un router y luego de este a un Switch para la LAN correspondiente a la IV-DE. El ancho de banda que el backbone de datos del Comaco es de 2 E1 con lo cual garantiza los requerimientos de la IV-DE para la red de datos. El esquema de la solución planteada es el siguiente.

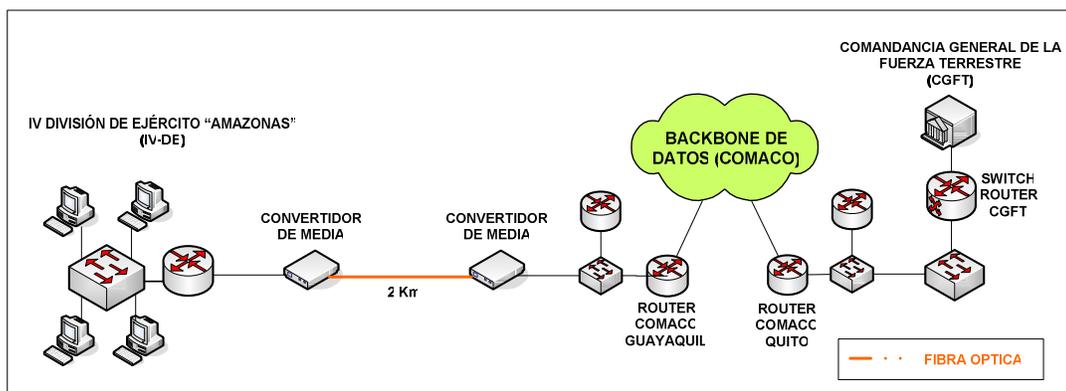


Figura. 4.8. Esquema del enlace C.G.F.T. - IV DE

4.2.7 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Comando de Comunicaciones (COCOM)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.5. Cálculo del ancho de banda COCOM

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y el Comando de Comunicaciones ubicado en la ciudad de Quito sector Rumiñahui se lo hará utilizando parte del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar al Comando de Comunicaciones con el nodo Quito del Comando Conjunto, y para esto se utilizarán dos sistemas, el troncalizado de la FF.TT y el sistema PDH del MODE mismos que tienen a Cruz Loma como sitio de repetición.

La conexión entre el Comando de Comunicaciones y Cruz Loma se lo hará mediante los radios del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre, los mismos que tienen una disponibilidad de 4 E1s, de los cuales 1 E1 estará dispuesto para la red de datos. La conexión entre Cruz Loma y la Comandancia General se la realizará mediante el Sistema PDH del MODE, la señal de la repetidora llega hasta las instalaciones del COMACO donde ingresa al switch 3COM 6080 de borde esto debido a que la señal pertenece al sistema PDH en protocolo E1 y este posee la tarjeta adecuada.

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

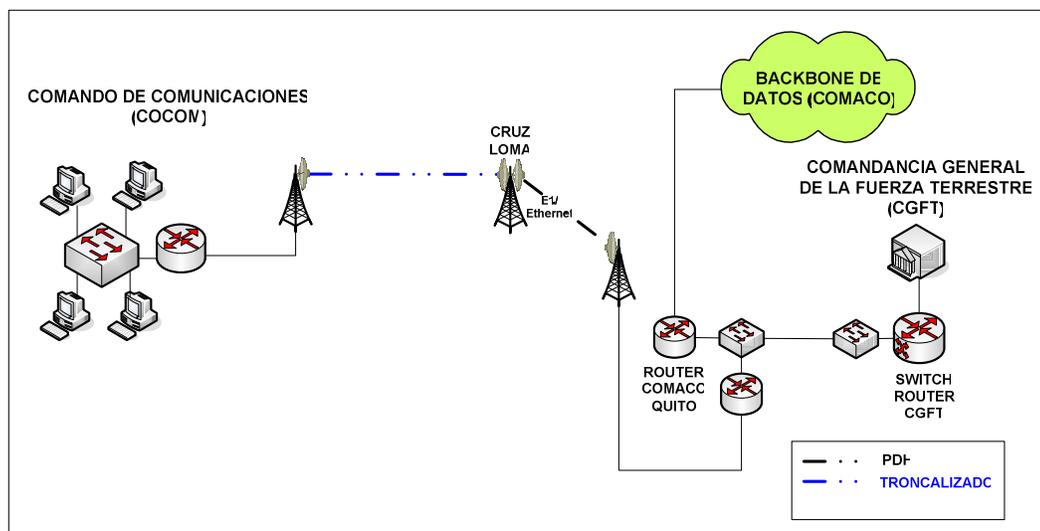


Figura. 4.9. Esquema del enlace C.G.F.T. - COCOM

4.3 ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE DATOS II FASE

La segunda fase de la red, se ha agrupado en sectores dependiendo del área geográfica de su ubicación y/o a la tecnología empleada para los enlaces.

4.3.1 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Brigada de Apoyo Logístico No 25 (25-BAL), Comando de Educación y Doctrina de la Fuerza Terrestre (CEDFT), Brigada de Ingenieros No 23 (23-BEC), Brigada de Aviación del Ejército No 15 (15-BAE), Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre (AGFT).

Estas unidades se encuentran ubicadas geográficamente en el sector sur de Quito y el Valle de los Chillos.

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.6. Cálculo del ancho de banda MIRAVALLE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El sistema MODE nos permitiría enlazar a estas unidades con un ancho de banda de 64 Kbps, lo cual es insuficiente para las aplicaciones que se pretende transmitir y más aún para aplicaciones futuras. Debido a esto y a que estas unidades se encuentran ubicadas en Quito, se ha optado por ocupar una sola tecnología para enlazarlas. Tomando en cuenta que existe un sitio de repetición que pertenece al sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre ubicado en el sector de Miravalle, se solicitó a la empresa Iseyco realice un barrido de frecuencias en el sector, el barrido fue hecho para Spread Spectrum en secuencia directa y frequency hopping, obteniéndose los siguientes resultados:

TRABAJO REALIZADO *

A las 09:00 se llegó al nodo del Comando Conjunto ubicado en el sector Miravalle para realizar el barrido de frecuencias, obteniéndose los siguientes resultados:

- **Banda de 900 MHz.-** Zona de cobertura de Barrido: Valle San Rafael, Sangolquí.
 900 – 920 MHz Libre
 942 – 950 MHz Libre

- **Banda de 900 MHz.-** Zona de cobertura de Barrido: Lumbisí.
 900 – 920 MHz Libre
 942 – 950 MHz Libre

- **Banda de 5.15 a 5.57 GHz.-** Zona de cobertura de Barrido: Valle San Rafael, Sangolquí, Lumbisí.
 Polaridad Vertical Libre

Polaridad Horizontal Libre

- **Banda de 5.8 Ghz Polaridad Vertical.-** Zona de cobertura de Barrido: Valle San Rafael, Sangolquí.

5.720 - 5.750 GHz Libre, con un piso de ruido de – 77 dB.

5.760 – 5.780 GHz Ocupada, rango con niveles superiores a -69 dB.

5.785 - 5.815 GHz Libre, con un piso de ruido de – 77 dB.

5.820 – 5.840 GHz Ocupada, rango con niveles superiores a -67 dB.

- **Banda de 5.8 Ghz Polaridad Horizontal.-** Zona de cobertura de Barrido: Valle San Rafael, Sangolquí.

5.720 - 5.745 GHz Libre, con un piso de ruido de – 77 dB.

5.760 – 5.765 GHz Ocupada, rango con niveles superiores a -70 dB.

5.770 - 5.840 GHz Libre, con un piso de ruido de – 77 dB.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la Banda de frecuencia de 5.15 a 5.57 GHz.
- El barrido se realizó hacia las zonas y frecuencias solicitadas por el cliente para Spread Spectrum en secuencia directa y frequency hopping.
- No se garantiza que los rangos de frecuencias que se indican libres, se encuentren libres luego de algún tiempo.*

Este pedido se lo hizo tomando en cuenta todas las características técnicas que nos proveen los equipos de Banda Ancha con Spread Spectrum, como son: modulación, rechazo a interferencias, ancho de banda, frecuencia de transmisión, y cumple con los estándares para redes.

* Informe del barrido de frecuencias presentado por la empresa Iseyco

Análisis técnico para los enlaces. Para que no exista problemas con los enlaces es necesario que exista línea de vista entre los puntos a ser enlazados por consiguiente se hace un estudio para ver si está libre hasta la tercera Zona de Fresnel, y determinar si las alturas de las antenas en estas unidades nos son de utilidad.

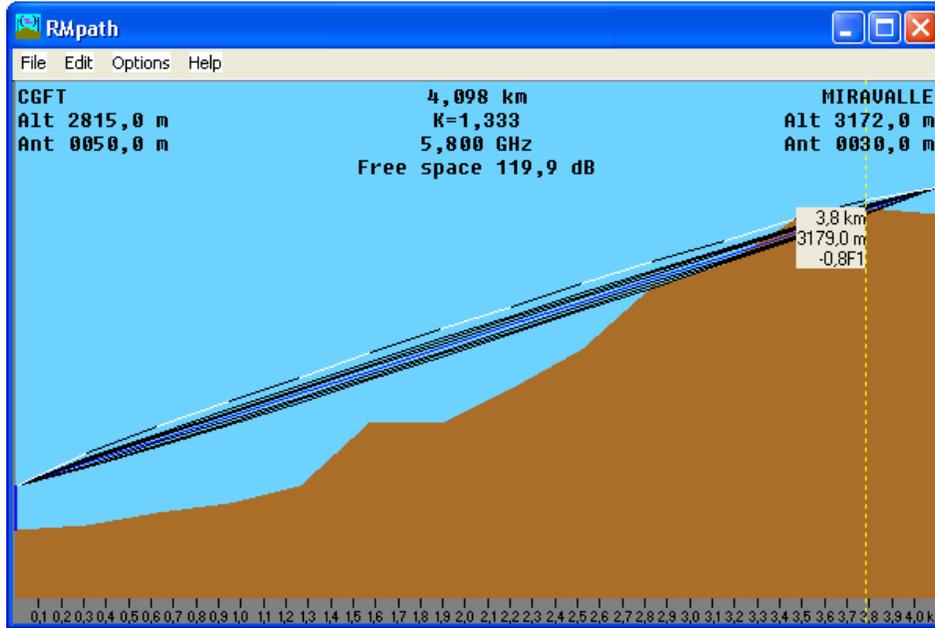


Figura. 4.10. Perfil topográfico del enlace C.G.F.T. – Miravalle

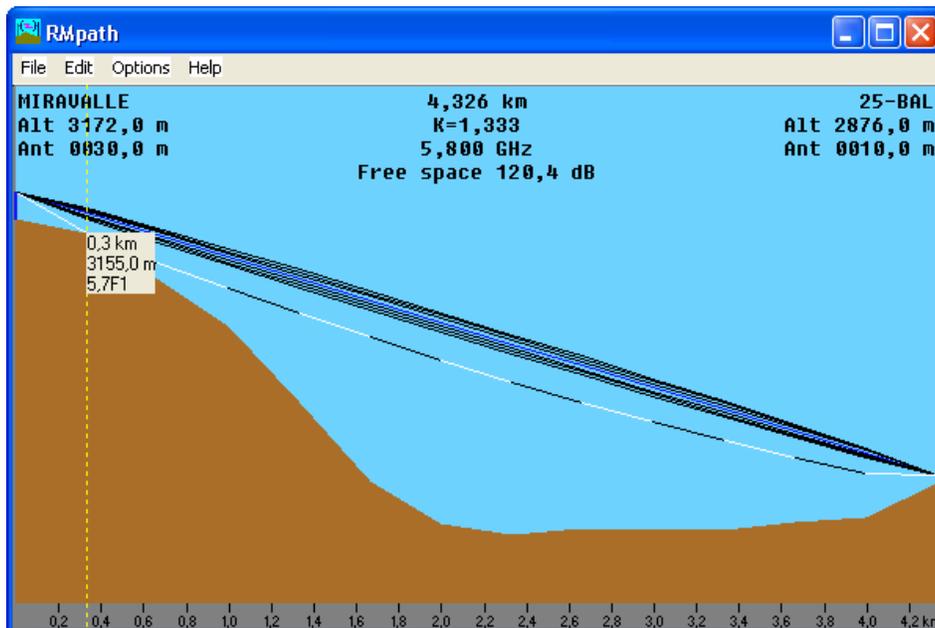


Figura. 4.11. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 25 BAL

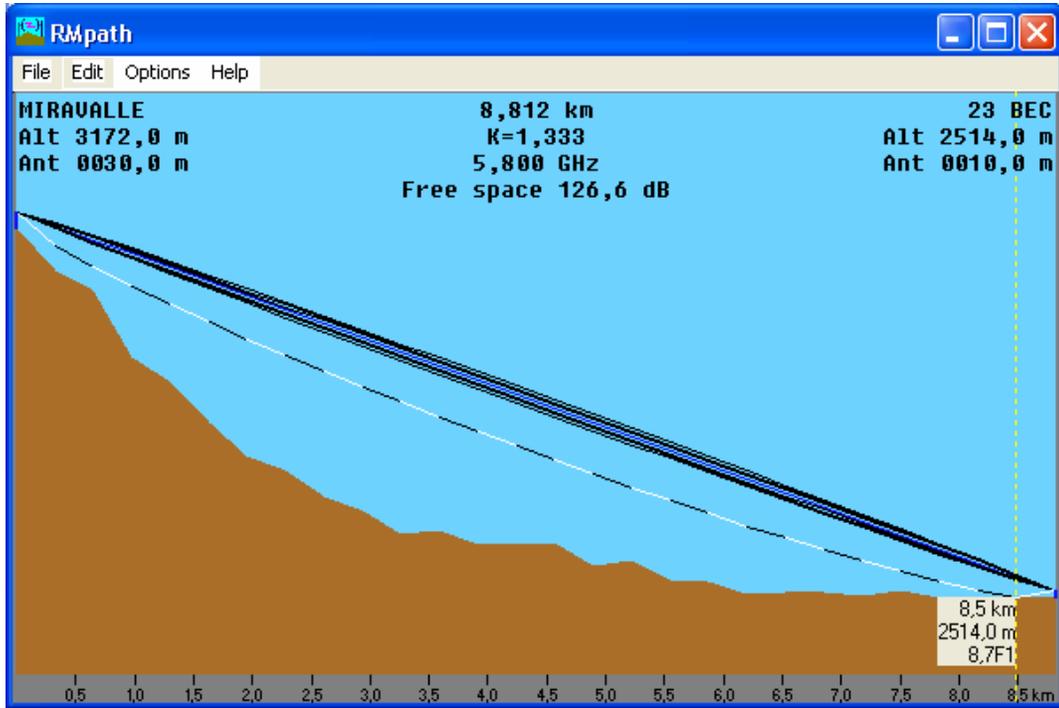


Figura. 4.12. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 23 BEC

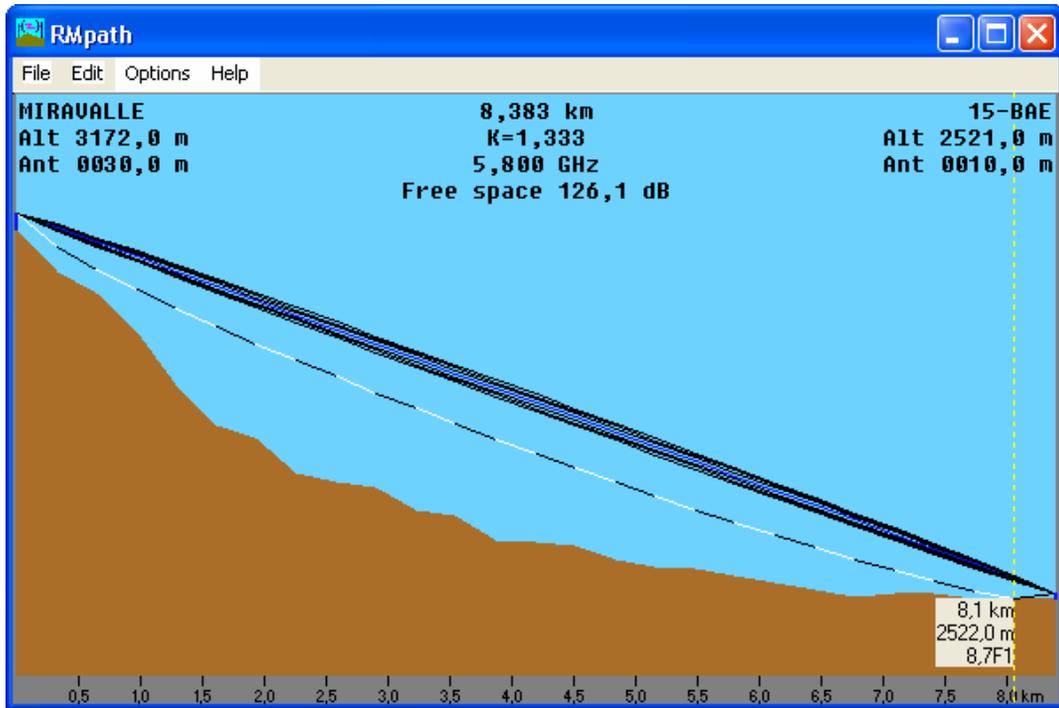


Figura. 4.13. Perfil topográfico del enlace Miravalle – 15 BAE

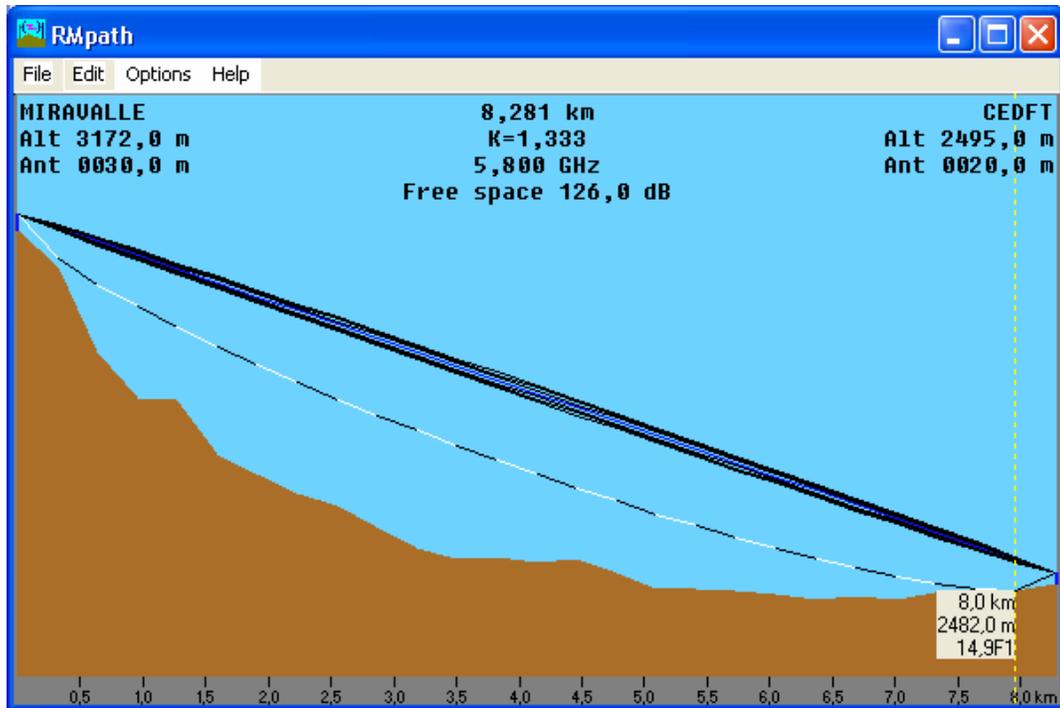


Figura. 4.14. Perfil topográfico del enlace Miravalle – CEDFT

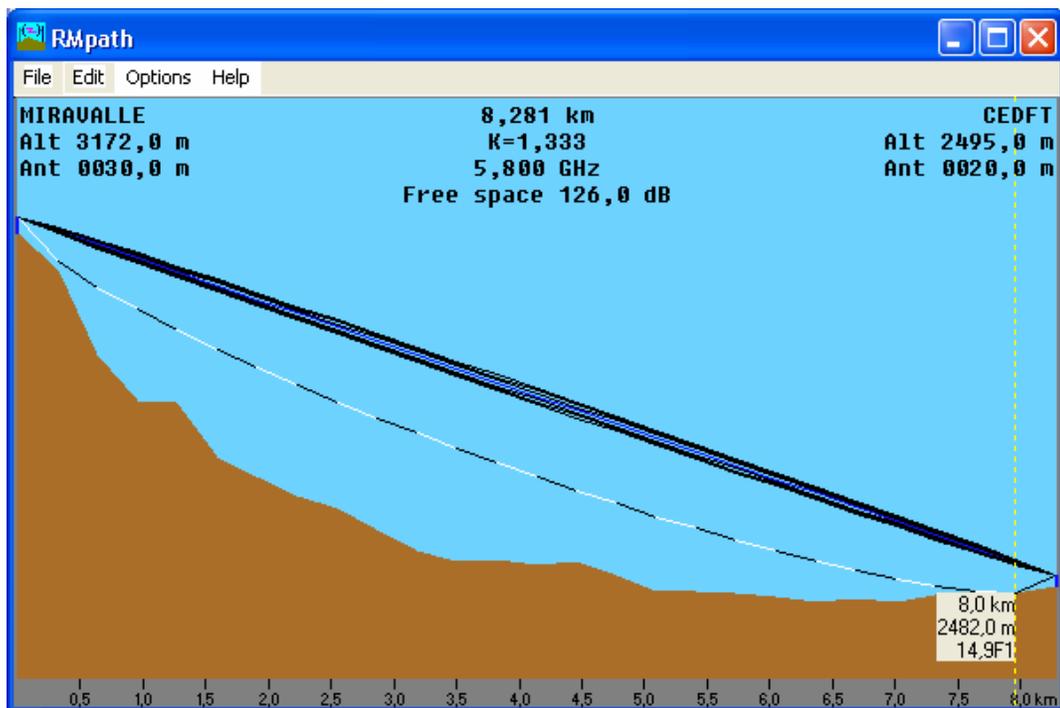


Figura. 4.15. Perfil topográfico del enlace Miravalle – AGFT.

Luego de observarse que no existe ningún inconveniente con los enlaces y que las antenas son de utilidad, se realiza el diseño tomando como base Miravalle, y realizando enlaces punto a punto con las unidades 23-BEC, 15-BAE, CEDFT, AGFT, y 25 BAL. El enlace entre Miravalle y la CGFT es punto a punto más robusto y con mayor ancho de banda ya que recibe a todos los suscriptores, este se conecta con el Switch Router de la CGFT y entra a la red de datos.

De esta manera se requiere enlaces de al menos 6 Mbps para los suscriptores y en el enlace de Miravalle con la CGFT un ancho de banda de 32 Mbps, todos los enlaces los concentramos a través de un Switch ubicado en el sitio de Miravalle. La implementación de estos enlaces se la realizará mediante el concurso de empresas privadas por lo cual se ha realizado el estudio de factibilidad de los enlaces más no el cálculo de potencias y ganancias de los equipos a utilizarse en los mismos. Por tal razón las características técnicas de los equipos se exponen en las bases técnicas que se presentan a continuación.

Bases técnicas de los equipos.

Tabla. 4.7. Bases técnicas para equipos enlace MIRAVALLE

	Descripción	Características solicitadas	Cant.
1.	Enlaces gireles		
	Especificaciones generales:		
	. Tipo de radio	Ethernet	
	. Capacidad	Mínimo 6 Mbps	
	. Rango de operación	Bandas no licenciadas	
	. Tipo de modulación	Digital spread spectrum	
	. Configuración	1+0	
	Especificaciones de los enlaces:		
	Enlace Miravalle – AGFT	San Rafael, 8.0 Km.	
	Enlace Miravalle – CEDFT	Club oficiales, 8.5 Km.	
	Enlace Miravalle – 15-BAE	La Balvina, 8.6 Km.	
	Enlace Miravalle – 25-BAL	El pintado, 4.5 Km.	
	Enlace Miravalle – 23-BEC	La Balvina 4.5 Km.	
	Enlace Miravalle – CGFT	Quito, 4,43 Km.	
	Modulo de administración	Que administre los enlaces	1
	Equipo suscriptor	Miravalle	6
	Accesorios:		
	Soporte de montaje	Universal	8
	Fuente de alimentación	Simple de 110 V A.C.	12
	Supresor de variaciones	Compatible con el equipo ofertado	12
	Herrajes	De estructura en torres	12

	Instalación y configuración	Llave en mano (incluir los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento permanente de los enlaces)	10
	Capacitación:	10 horas sobre la configuración de los equipos ofertados	5 técnicos
2.	Garantía técnica		
	Garantía de fabricación	1 año	
3.	Aspectos generales		
	Tiempo de entrega luego de recibida la orden de compra.	5 días laborables	
	Validez de la oferta	30 días	
	Forma de pago	100% contra entrega	

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

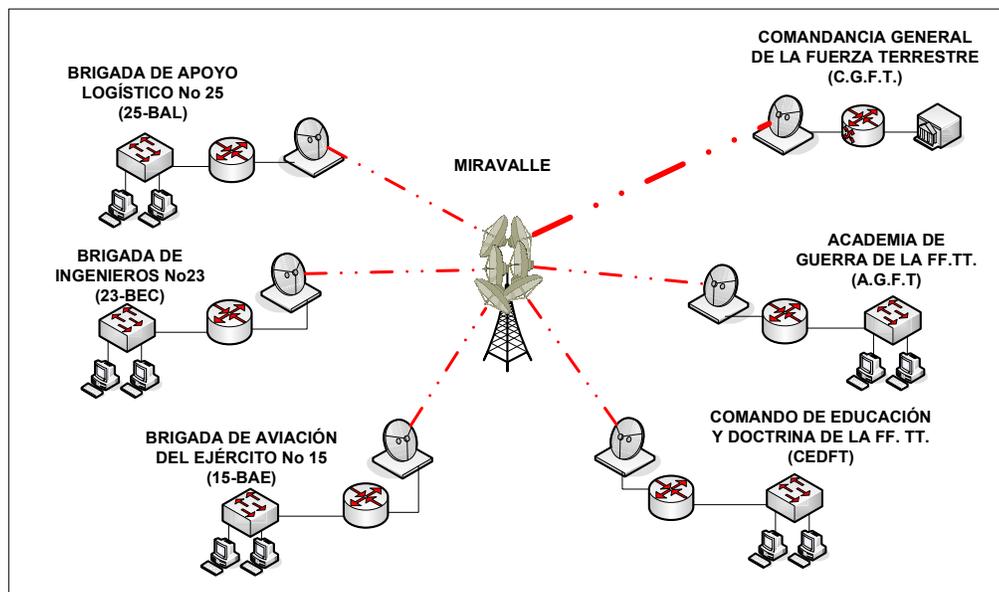


Figura. 4.16. Esquema del enlace Miravalle

4.3.2 Enlace con la Brigada de Selva No 17 “Pastaza” (17-BS)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.8. Cálculo del ancho de banda enlace 17 BS

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la Brigada de Selva No 17 “Pastaza” ubicada en la Shell se lo hará utilizando el backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar la Brigada de Selva No 17 “Pastaza” con el nodo El Coca del Comando ubicado en la ciudad del Coca. Para esto utilizaremos como medio principal entre La Shell y El Coca el sistema PDH del MODE, a través del enlace Estación Terminal Pastaza, Abitahua, Cerro Napo Galeras, y El Coca, el mismo que llega a través de 1 E1 e ingresa al Router de Borde 3COM 6080 a una de las tarjetas que soporta este formato.

El enlace de última milla de la 17-BS se lo realizará mediante un convertidor de interfase de BNC a RJ-45 para ingresar la señal al router que se ubica en el edificio de la 17-BS, este router debe tener una interfase de E1 ya que la señal llega bajo este formato. La interfase para la LAN será mediante un Switch donde se conectarán los equipos de la unidad. El ancho de banda de este enlace es de 1 E1, el mismo que está acorde con los requerimientos de esta unidad.

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

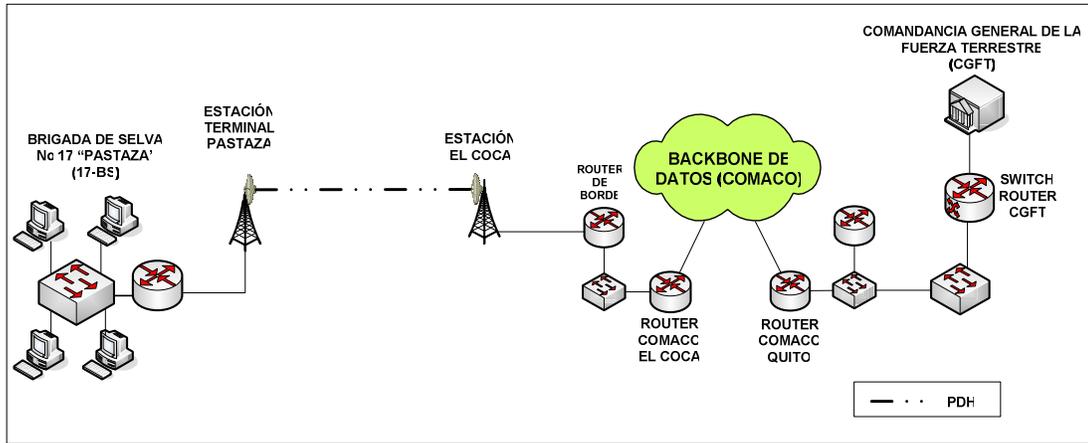


Figura. 4.17. Esquema del enlace CGFT – 17 BS

BATALLONES LOGÍSTICOS

4.3.2 Enlace Brigada de Selva No 17 “Pastaza” (17-BS) - Batallón de Apoyo Logístico No 75 “Auca” (BAL-75)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.9. Cálculo del ancho de banda enlace 17 BS – BAL 75

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El Batallón de Apoyo Logístico No 75 “Auca” se encuentra dentro de las instalaciones de la Brigada de Selva No 17 “Pastaza” así como otras unidades que también serán enlazadas en proyectos posteriores, estas unidades se encuentran en un radio de 3 Km.

Considerando estas distancias, para este caso se ha decidido ocupar enlaces de Banda Ancha con tecnología Spread Spectrum, debido a que posteriormente se enlazará a las demás unidades se colocará una antena para un enlace punto a punto por el momento, pero se colocará un switch concentrador de 12 puertos para los futuros enlaces.

Para conectarse con la red de datos WAN y a la vez tener una red independiente de la LAN de la 17-BS, se enlazará el Switch concentrador a una interfase de LAN del router distinta a la de la 17-BS. Debido a la cercanía de las unidades, constatada en la visita técnica, se pudo observar que existe línea de vista y no hay inconvenientes con el sistema a utilizarse y las bases técnicas para los equipos son las siguientes

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.10. Bases técnicas para equipos enlace BAL 75

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.

	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización direcciones MAC
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentrador de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T. en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

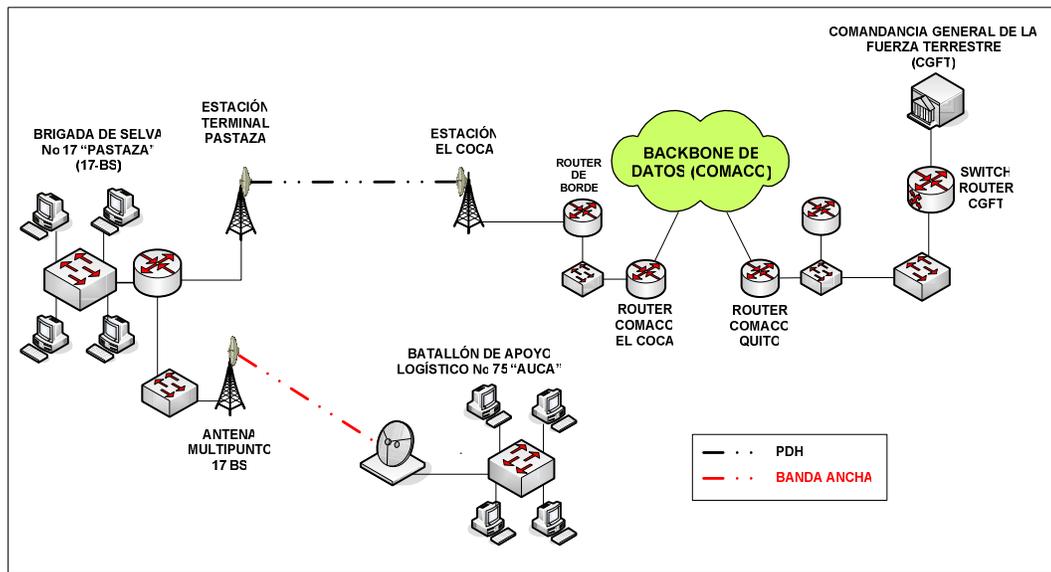


Figura. 4.18. Esquema del enlace 17 BS – BAL 75

4.3.3 Enlace III-División de Ejército “Tarqui” (III-DE) con el Batallón de Apoyo Logístico No 73 “Girón” (BAL-73)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.11. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 73

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El enlace de esta unidad es a través de la III División de Ejército Tarqui, ubicada en la ciudad de Cuenca, se ha decidido ocupar equipos de Banda Ancha con tecnología Spread Spectrum, por las ventajas que ofrece esta y además porque a futuro se pretende enlazar a más unidades cercanas a la III DE.

Para lograr la cobertura de las unidades que se requiere enlazar a futuro se ha tomado el sitio de repetición de Hito Cruz, mismo que pertenece a la Fuerza Terrestre, en este lugar se colocará una antena multipunto ya que las unidades se encuentran ubicadas en una misma dirección y entran en el rango de cobertura de 60° de la antena.

Debido a que los Batallones Logísticos trabajan de manera independiente se requiere que la red también sea independiente de la red de la III-DE, en tal virtud y debido a que existen dos sitios separados al que se llega con la red y que pertenecen al BAL-73, se decide sacar una interfase de LAN del router de la III-DE. De la interfase LAN del router se conecta una radio cuya antena será direccionada a Hito Cruz donde estará un Switch concentrador de los enlaces.

En el Batallón de Apoyo Logístico No 73 en sus dos ubicaciones estarán colocadas las antenas apuntando hacia Hito Cruz y las radios estarán conectadas a los switch para las LAN correspondientes al BAL-73

Análisis técnico para los enlaces. Para que no exista problemas con el enlaces es necesario que exista línea de vista entre los puntos a ser enlazados por consiguiente se hace un estudio para ver si se encuentra libre hasta la tercera zona de Fresnel, y ver la altura de las antenas a ser utilizadas.

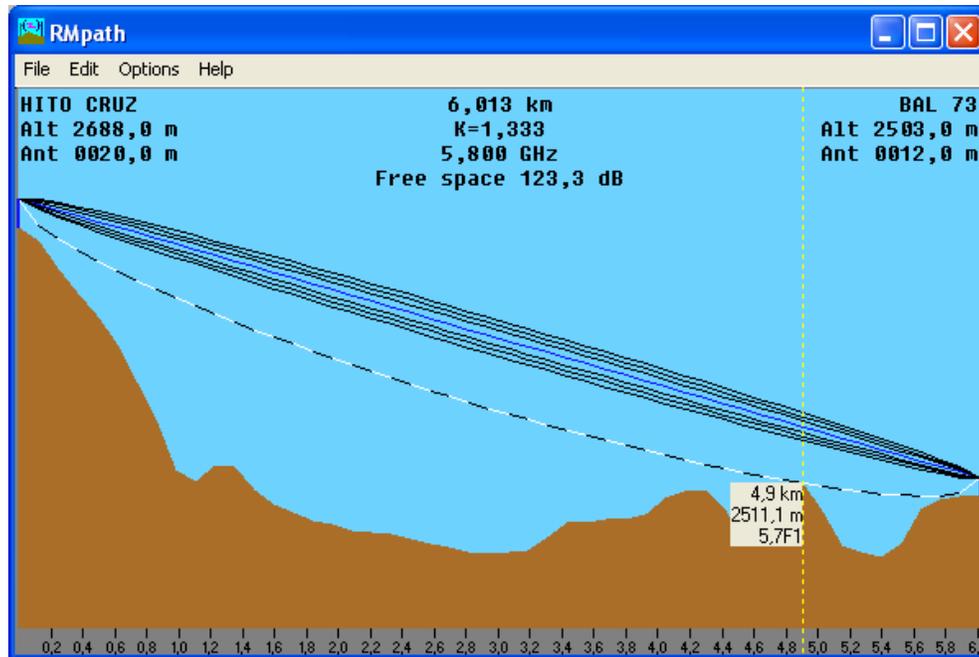


Figura. 4.19. Perfil topográfico del enlace Hito Cruz – BAL 73

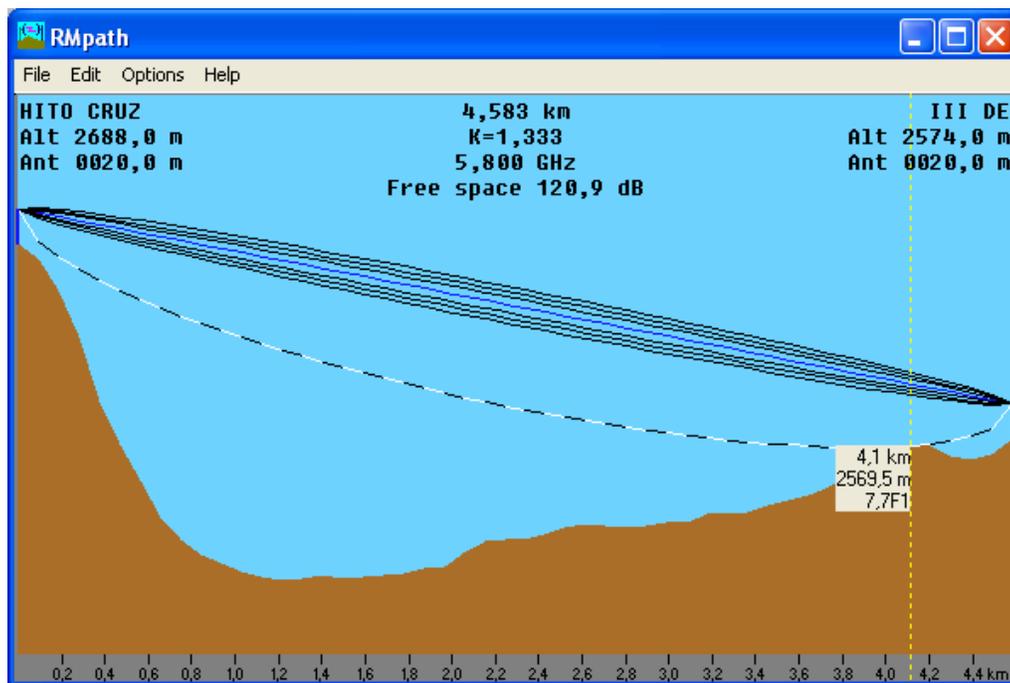


Figura. 4.20. Perfil topográfico del enlace Hito Cruz – III DE

Se puede observar que no existe ningún inconveniente con los enlaces, inclusive con las demás unidades acantonadas en la ciudad de Cuenca, mismas que no constan puesto

que pertenecen a un proyecto posterior. Ya que la implementación de los enlaces se la hará con la contratación de la empresa privada no se realizan cálculos de potencias de los equipos pero se especifican las bases técnicas de los mismos.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.12. Bases técnicas para los equipos enlace BAL 73

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentrador de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	

Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
Garantía	Mínimo 1 año
Repuestos	1 Enlace
Tiempo de entrega	Máximo 30 días
Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

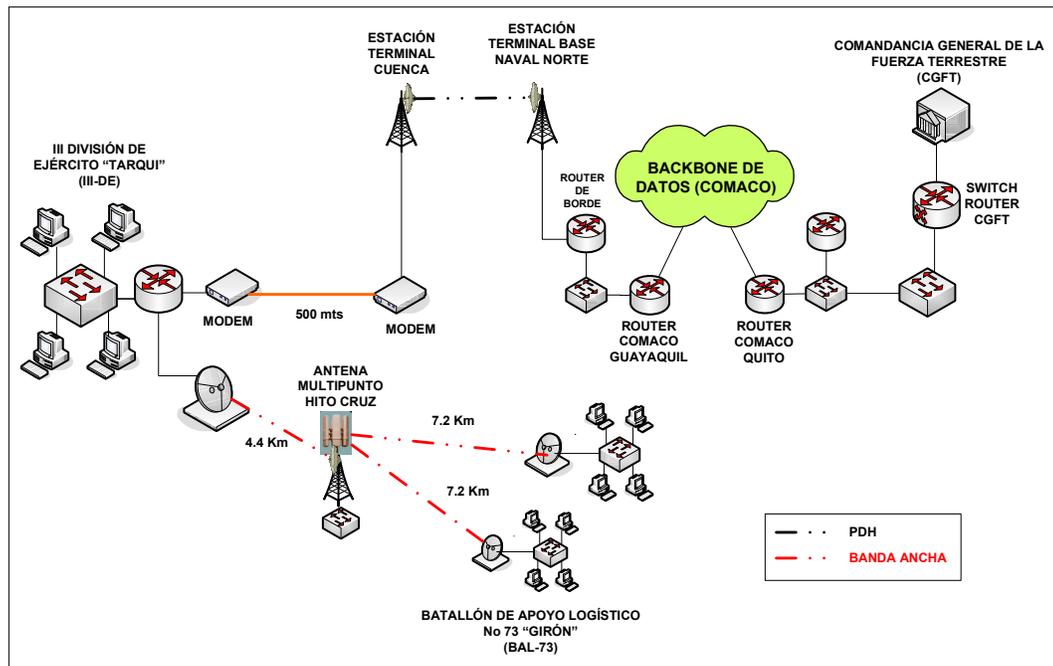


Figura. 4.21. Esquema del enlace BAL 73

4.3.4 Enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 74 “Huancavilca” (BAL-74)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.13. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 74

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y el Batallón de Apoyo Logístico No 74 “Huancavilca” ubicado en la ciudad de Guayaquil se lo hará utilizando el backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El diseño consiste en enlazar el Batallón de Apoyo Logístico No 74 “Huancavilca” con el nodo Guayaquil del Comaco ubicado en la Base Naval Norte. Para esto utilizaremos como medio principal el sistema PDH del MODE, a través del enlace Estación Terminal Huancavilca, Cerro 507 y Estación Terminal Base Naval Norte, el mismo que llega a través de 1 E1 e ingresa al Router de Borde 3COM 6080 a una de las tarjetas que soporta este formato.

La estación Terminal Huancavilca se encuentra en la Brigada de Infantería No 5 donde se encuentra ubicado el BAL-74 a una distancia de 2 Km. sin línea de vista, al no existir línea de vista habría que ocupar una repetidora o buscar otra alternativa. Considerando que no existen más unidades para el enlace interior el ocupar una repetidora sería una opción muy costosa por lo que se ha decidido ocupar tecnología DSL, misma que cumple con el ancho de banda requerido para el enlace.

El router se colocará en las instalaciones de la Brigada de Infantería No 5 puesto que esta también necesitará una red a su debido momento, y de un puerto LAN de este se enlazará los módems DSL hasta el BAL-74 donde se colocará el switch para distribuir la red a los diferentes usuarios.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.14. Bases técnicas para equipos del enlace BAL 74

ENLACE HDSL PARA GUAYAQUIL	
Se desea disponer de un enlace HDSL, inicialmente entre los sitios que se detallan en el Anexo, ubicados en la ciudad de Guayaquil.	
Material	Características
2 Equipos HDSL	A interconectarse con Switch Cisco 2950. Adicionalmente incluir todo el material (cable y accesorios de montaje) para la interconexión entre HDSLs
1 Rack abierto 19" 5U	Para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
Generales	
Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F. T.
Garantía	Mínimo 1 año
Tiempo de entrega	Máximo 30 días
Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

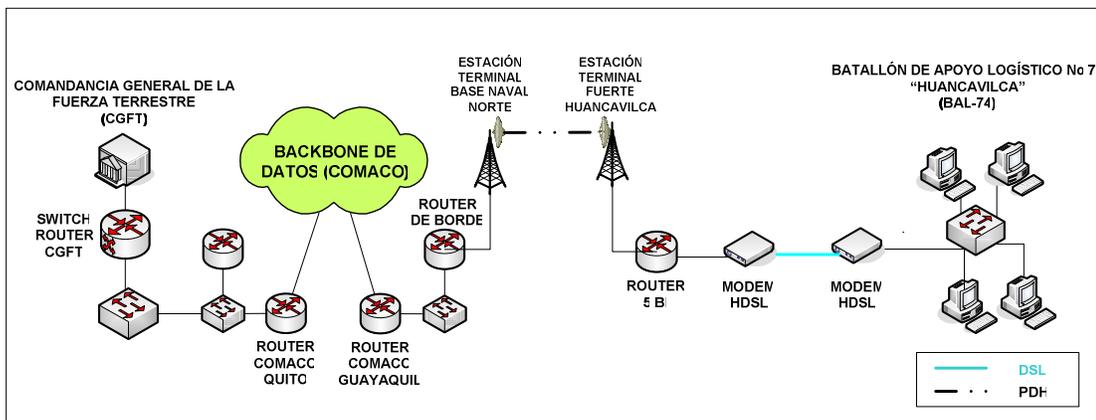


Figura. 4.22. Esquema del enlace BAL 74

4.3.5 Enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 72 “Shyris” (BAL-72)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.15. Cálculo del ancho de banda enlace BAL 72

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. La conexión entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y el Batallón de Apoyo Logístico No 72 ubicado en el sector de San Bartolo se lo hará utilizando parte del backbone del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

El BAL-72 tiene únicamente el Sistema Multiacceso del MODE que nos proporciona un ancho de banda de hasta 128 kbps, siendo este insuficiente para los requerimientos de esta unidad. Entonces el diseño consiste en enlazar al Batallón de Apoyo Logístico No 72

con el nodo Quito del COMACO. El BAL-72 se encuentra ubicado en el sector de San Bartolo, sitio desde el cual existe línea de vista y se puede realizar un radio enlace hasta la repetidora de Cruz Loma como lo indica la figura 4.23.

Una vez verificada la factibilidad de realizar un radio enlace, se utilizará radios de Banda Ancha con tecnología Spread Spectrum para comunicarnos hasta Cruz Loma. Para la conexión hacia el backbone, en Cruz Loma se necesita un convertidor de E1 a Ethernet para comunicar los dos protocolos, ya que la señal será transportada mediante un E1 del sistema PDH desde la repetidora Cruz Loma hasta las instalaciones del COMACO, aquí ingresará al router 3COM 6080 de borde esto debido a que la señal está en protocolo E1 y este posee la tarjeta adecuada.

Para este enlace se ha considerado equipos con tecnología Spread Spectrum con un ancho de banda de 6 Mbps, y el sistema PDH nos proporciona 1 E1 lo cual satisface los requerimientos de esta unidad.

Análisis técnico para los enlaces. Para que no exista problemas en el enlace es necesario que exista línea de vista entre los puntos a ser enlazados por consiguiente se hace un estudio para ver si se encuentra libre hasta la tercera Zona de Fresnel y ver la altura de las antenas a ser utilizadas.

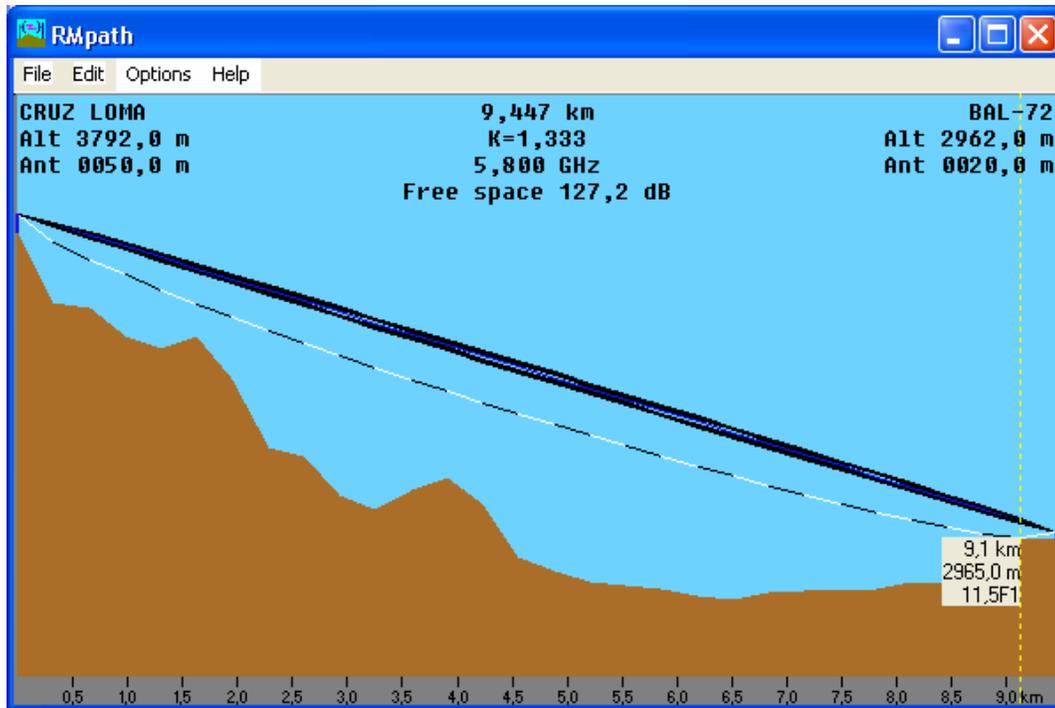


Figura. 4.23. Perfil topográfico del enlace Cruz Loma – BAL 72

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla 4.16 Bases técnicas para los equipos enlace BAL 72

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 6Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la escalabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC

		basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentrador de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

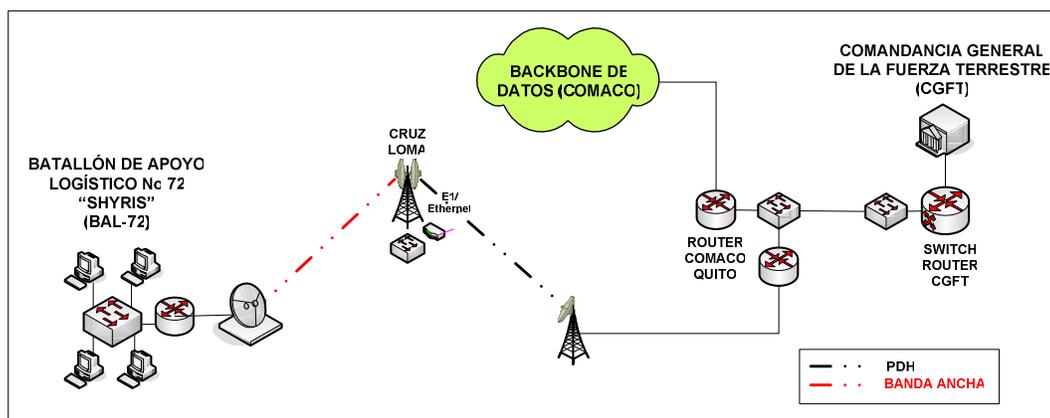


Figura. 4.24. Esquema del enlace BAL 72

4.3.6 Enlace con el Grupo de Caballería Motorizada No 36 “Yaguachi” (GCM-36) y el Batallón de Infantería No 39 “Mayor Galo Molina” (BI-39)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla 4.17 Cálculo del ancho de banda enlace GCM 36, BI 39

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. Las unidades se encuentran ubicadas en Ibarra (GCM-36) y en Tulcán (BI-39), en tal virtud el diseño se lo realiza utilizando el sistema PDH del MODE, el sistema Troncalizado de la FF.TT, y enlaces de Banda Ancha.

El diseño consiste en enlazar al GCM-36 y al BI-39 con el nodo Quito del Comaco para lo cual utilizaremos el sistema PDH mediante el enlace COMACO, Cruz Loma, Cotacachi hasta aquí tenemos un ancho de banda de un E1, si se realizara la conexión al GCM-36 mediante el sistema Multiacceso tendríamos un ancho de banda de 128 Kbps, que no satisface los requerimientos de esta unidad, por lo cual se utilizará una conexión con radios de Banda Ancha con Spread Spectrum empleando las torres existentes del sistema multiacceso. El enlace llegará hasta la torre del GCM-36 ubicada a unos 200 metros de las oficinas y desde aquí se realizará otro radio enlace hasta las oficinas donde se colocará el router y switch respectivo para los usuarios del GCM-36. Para esta conexión es necesario la utilización de un convertidor de E1 a Ethernet en las antenas de Cotacachi sitio en donde estará también un Switch concentrador para el enlace de Banda Ancha.

Para el enlace con el Batallón de Infantería No 39 se utiliza el apoyo del sistema Troncalizado de la FF.TT, el mismo que tiene conexión con la repetidora de Cotacachi y desde ahí se enlaza con las Cuevas, en este enlace tenemos un ancho de banda de 1 E1, al igual que en el GCM-36 si utilizamos el sistema multiacceso tendríamos un ancho de banda de 128 kbps que es insuficiente, por lo tanto desde Las Cuevas se utiliza un enlace de Banda Ancha con Spread Spectrum hasta la torre del sistema multiacceso del BI-39, para lograr esto es necesario un convertidor de E1 a Ethernet y un Switch concentrador en las Cuevas.

En la torre del BI 39 estarán ubicados dos radios uno para la conexión con Las Cuevas y el otro mediante una antena multidireccional se enlazará con dos edificaciones de la unidad, separadas a una distancia de 500 y 700 metros de la torre.

En la torre estará colocados también el Router y el Switch concentrador de los enlaces, mientras que en cada una de las edificaciones estarán colocadas las radios con su respectivo Switch para cada una de las LAN.

Los enlaces del PDH y el Troncalizado tienen un ancho de banda de 1E1, y los enlaces de Banda Ancha tienen 10 Mbps, con lo que aseguramos un ancho de banda necesario para los requerimientos de estos enlaces.

Análisis técnico para los enlaces. Para que no exista problemas con el enlaces es necesario que exista línea de vista entre los puntos a ser enlazados por consiguiente se hace un estudio para ver si se encuentra libre hasta la tercera Zona de Fresnel, y ver la altura de las antenas a ser utilizadas.

Aun que sabemos que no existe problemas puesto que estamos utilizando las torres de los sistemas PDH, Troncalizado y Multiacceso, mismos que está en funcionamiento, se ha realizado un análisis del enlace Cotacachi- GCM-36 debido a la distancia de este que es de 26.7 Km.

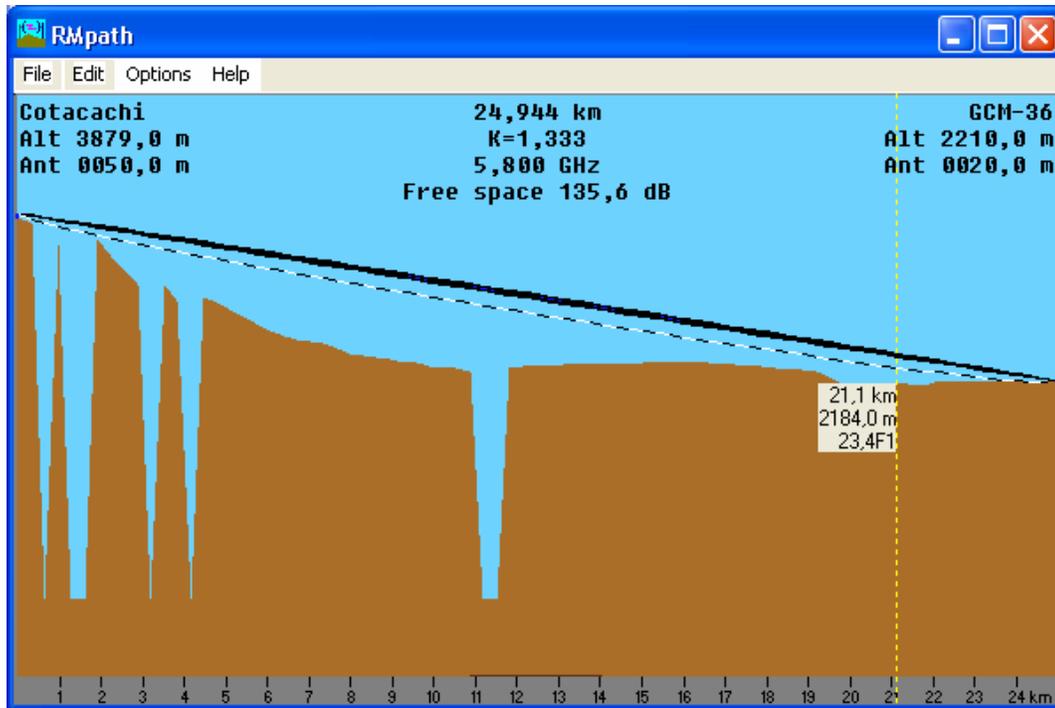


Figura. 4.25. Perfil topográfico del enlace Cotacachi - GCM 36

En base a la factibilidad se han realizado las siguientes bases técnicas para los equipos de este enlace.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.18. Bases técnicas para los equipos enlace GCM-36 y BI-39

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.

	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la escalabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentrador de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Convertidores E1.Ethernet (G.703/G.704 a Ethernet)	Que garanticen la continuidad de un E1 a lo largo de los cerros Cruz Loma –Cotacachi - Las Cuevas. Incluir todos los elementos y accesorios para su instalación.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

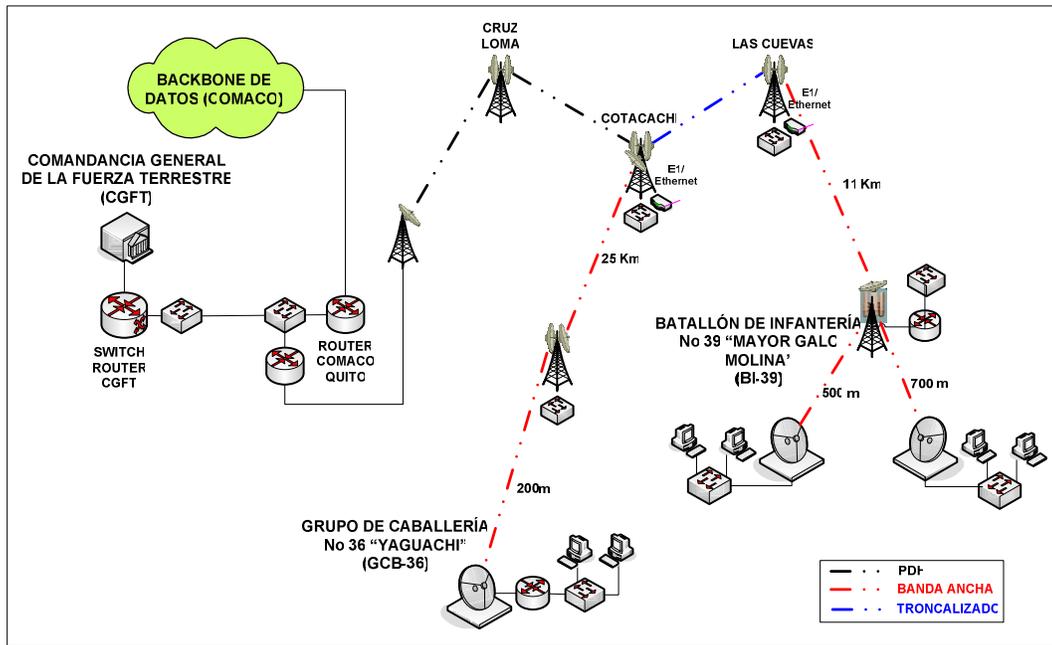


Figura. 4.26. Esquema del enlace con el GCM-36, BI-39

4.3.7 Enlace con el Batallón de Infantería Motorizado No 13 (BIMOT-13).

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla 4.19 Cálculo del ancho de banda enlace BIMOT 13

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El diseño consiste en enlazar el Batallón de Infantería Motorizado No 13 con el nodo Quito del Comando. Para esto utilizaremos como medios el sistema PDH y el sistema Multiacceso del MODE; desde el COMACO se utilizará el enlace Quito, Atacazo, Bombolí perteneciente al sistema PDH y desde aquí mediante el enlace La Juanita, La Independencia, Zapallo, mediante el sistema multiacceso se llegará hasta la antena ubicada al interior de las instalaciones del BIMOT 13, un conversor G703/V35 hará que dos canales de 64 Kbps sean ingresados a un puerto E1 del router perteneciente a esta unidad, desde el router se conecta a un switch donde a su vez se conectará la LAN del BIMOT -13.

En el COMACO el enlace del sistema PDH será ingresado al Router de Borde que posee la interfase respectiva de E1.

El ancho de banda que nos proporciona este enlace es de 128 kbps que al momento son suficientes para los requerimientos de esta unidad.

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

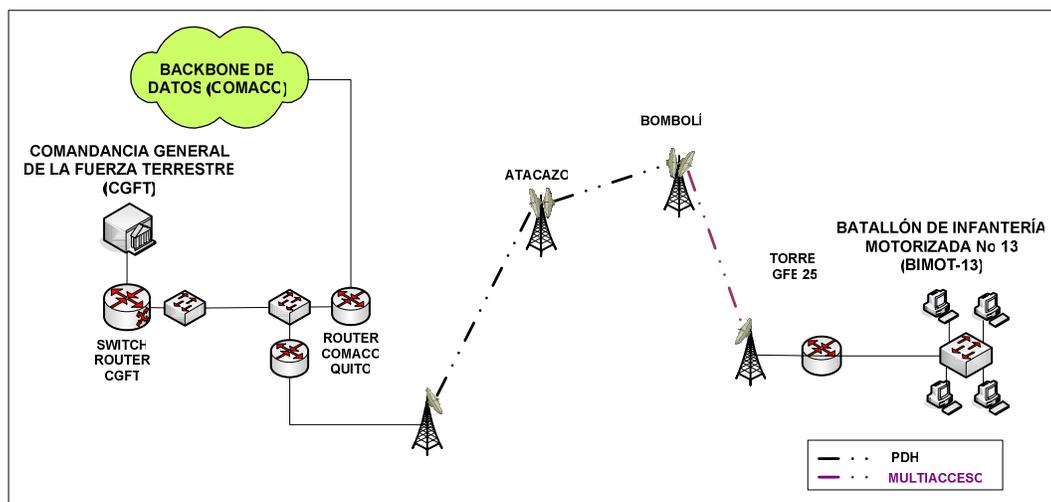


Figura. 4.27. Esquema del enlace con el BIMOT 13

4.3.8 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre (ESFORSFT).

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla 4.20 Cálculo del ancho de banda ESFORSFT

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El enlace entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre ubicada en Ambato, se lo realizará con el sistema PDH y sistema multiacceso del MODE.

El diseño consiste en enlazar a la Escuela de Formación de soldados con el nodo Quito del Comando. Para esto utilizaremos como medio principal el sistema PDH del MODE mediante el enlace Quito, Cruz Loma, Igualata que nos proporciona 1E1 de ancho de Banda, desde Igualata hasta el sitio de repetición Ambato ubicado en la ESFORSFT existe el sistema multiacceso pero este nos proporciona un ancho de banda de 128 kbps que es insuficiente para los requerimientos de esta unidad, por lo cual se utilizará radios de Banda Ancha con Spread Spectrum aprovechando los sitios de repetición y antenas existentes del sistema multiacceso. Para esto es necesario la utilización de un conversor de E1 a ethernet en el sitio de repetición de Igualata.

Desde esta torre hasta las oficinas existe una distancia de 350 m. razón por la cual se realiza otro enlace de Banda Ancha entre estos dos sitios. No existe línea de vista directa entre el sitio de repetición Igualata y las oficinas de la unidad por lo cual la antena Ambato

fue colocada en esa ubicación, además en este sitio se necesitará un switch concentrador de los dos enlaces de Banda Ancha. En las oficinas se colocará una radio con su antena apuntando a la torre, y de la radio habrá una conexión a un router y luego a un switch en el cual estará la LAN de esta unidad.

En el COMACO el enlace del sistema PDH será ingresado al Router de Borde que posee la interfase respectiva de E1.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.21. Bases técnicas para los equipos enlace ESFORST

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentrador de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Convertor E1/Ethernet (G.703/G.704 a Ethernet)	Que garantice la continuidad de un E1 a lo largo de los cerros Igualata – Cruz Loma Incluir todos los elementos y accesorios para su instalación.

	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

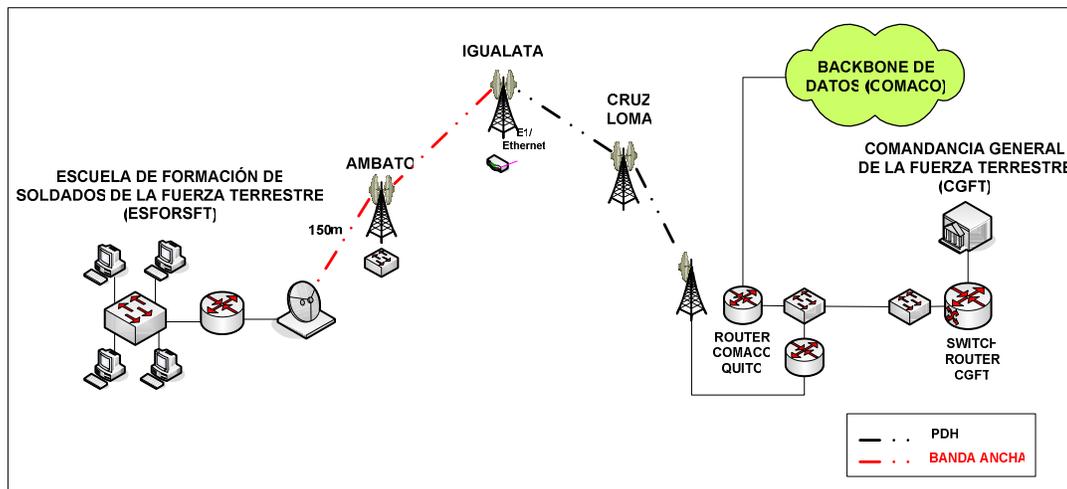


Figura. 4.28. Esquema del enlace C.G.F.T. - ESFORSFT

4.3.9 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre (CGFT) – Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “ Patria” (9-BFE) - Brigada de Caballería Blindada N° 11 “Galápagos” (11-BCB)

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.22. Cálculo del ancho de banda 11-BCB y 9-BFE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. Se ha realizado este enlace de manera conjunta debido a que la solución es de la misma forma, ya que las unidades se encuentran ubicadas en Latacunga (9-BFE) y en Riobamba (11-BCB), en tal virtud el diseño se lo realiza utilizando el sistema PDH del MODE, el sistema Troncalizado de la FF.TT, y enlaces de Banda Ancha.

El diseño consiste en enlazar a la 9-BFE y a la 11-BCB con el nodo Quito del Comaco para lo cual utilizaremos el sistema PDH mediante el enlace COMACO, Cruz Loma, Igualata hasta aquí tenemos un ancho de banda de un E1. En este punto se dividen los enlaces, el destinado para la Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “PATRIA” se enlaza con el sistema Troncalizado de la FF.TT. hasta el sector de repetición Pilisurco con un ancho de banda de 1 E1. En Pilisurco estarán colocados también una radio y antena de Banda Ancha; un Switch concentrador de señales y un convertidor de E1 a ethernet para llevar la señal hasta las oficinas de la 9-BFE. En estas oficinas estará colocado un radio de Banda Ancha con su antena apuntando hacia Pilisurco así como el router y el Switch para la LAN correspondiente a esta unidad.

El enlace destinado para la Brigada de Caballería Blindada N° 11 “Galápagos” ubicada en Riobamba, ocupará desde Igualata Banda Ancha, de esta manera se requiere un convertidor de E1 a Ethernet y un Switch concentrador, desde Igualata nos enlazamos hasta Loma Ayala torre que pertenece al sistema multiacceso y desde allí hasta la torre de la 11-BCB, por tal razón en Loma Ayala y en la torre estarán ubicados dos radios con sus antenas y un Switch concentrador de enlaces ya que son sitios de repetición. En las oficinas de la 11-BCB estará ubicada otra radio con su antena para conectarse hasta la torre, y a su vez para conectarse al router y switch para la LAN correspondiente.

En el COMACO el enlace del sistema PDH será ingresado al Router de Borde que posee la interfase respectiva de E1. Debido a que se utilizan las torres de los sistemas PDH, Multiacceso y troncalizado de la Fuerza Terrestre no se hace necesario un estudio detallado de los enlaces, pues están implementados, el ancho de banda del sistema PDH y troncalizado es de 1E1, mientras el ancho de banda de los equipos de Banda ancha será mínimo de 4 Mbps.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.23. Bases técnicas para los equipos enlace 9-BFE y 11-BCB

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por

		suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentradores de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Convertidores E1/Ethernet (G.703/G.704 a Ethernet)	Que garanticen la continuidad de un E1 a lo largo de los cerros Loma Ayala- Iqualata - Cruz Loma. Incluir todos los elementos y accesorios para su instalación.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

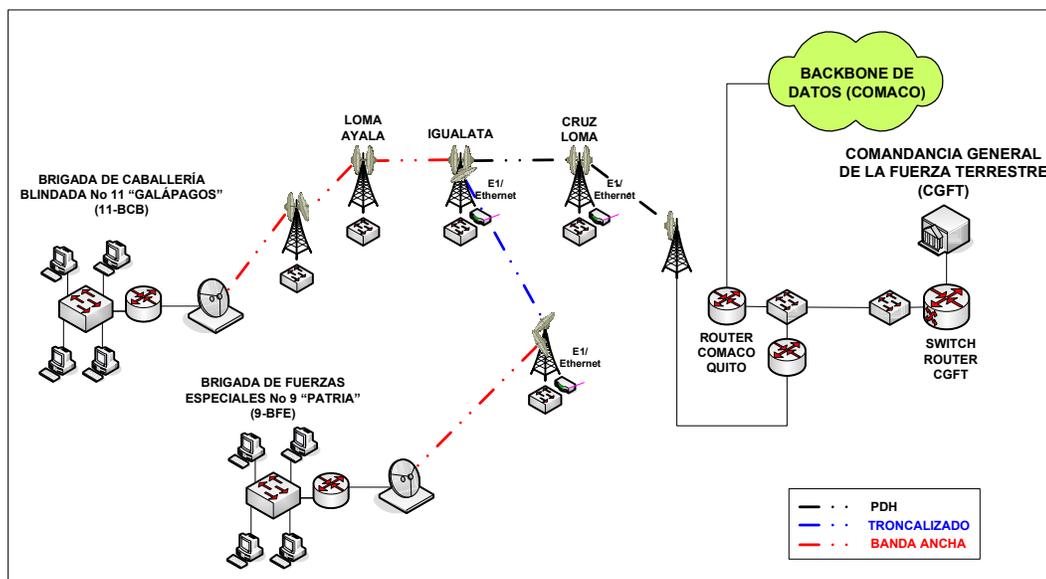


Figura. 4.29. Esquema del enlace C.G.F.T. con 9.BFE y 11-BCB

4.3.10 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre – Brigada de Infantería N° 13 “Pichincha”

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario

Tabla. 4.24. Cálculo del ancho de banda 13-BI

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El enlace entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la Brigada de Infantería No 13 ubicada en la ciudad de Machachi, se lo realizará con el sistema PDH, sistema Troncalizado y Banda Ancha.

El diseño consiste en enlazar a la Brigada de Infantería No 13 con el nodo Quito del Comando. Para este enlace utilizamos el sistema PDH del MODE mediante el enlace Quito, Cruz Loma, en este sitio se encuentran también los equipos del sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre y mediante este sistema nos enlazamos hasta la repetidora de Miravalle y luego hasta Pasochoa todos sitios del sistema troncalizado.

Desde Pasochoa hasta las oficinas de la Brigada de Infantería No 13 (13-BI), existe los equipos del sistema multiacceso el cual no brinda la capacidad que se requiere para esta unidad por lo cual se utilizará equipos de Banda Ancha, por tal razón en Pasochoa debe colocarse un convertidor de E1 a Ethernet, un Switch concentrador, radio y una antena con dirección a las oficinas, mientras que en las oficinas estará colocado otro radio con su antena apuntando hasta Pasochoa, desde la radio se conectará al Router y luego al Switch correspondiente a la LAN de esta unidad.

En el COMACO el enlace del sistema PDH será ingresado al Router de Borde que posee la interfase respectiva de E1. Debido a que se utiliza los sitios de repetición del sistema multiacceso no es necesario un estudio de los enlaces a realizarse.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.25. Bases técnicas para los equipos enlace 13-BI

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.

	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentradores de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Convertor E1/Ethernet (G.703/G.704 a Ethernet)	Que garantice la continuidad de un E1 a lo largo de los cerros Pasochoa, Miravalle - Cruz Loma. Incluir todos los elementos y accesorios para su instalación.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).
	Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
	Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
	Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
	Garantía	Mínimo 1 año
	Repuestos	1 Enlace
	Tiempo de entrega	Máximo 30 días
	Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

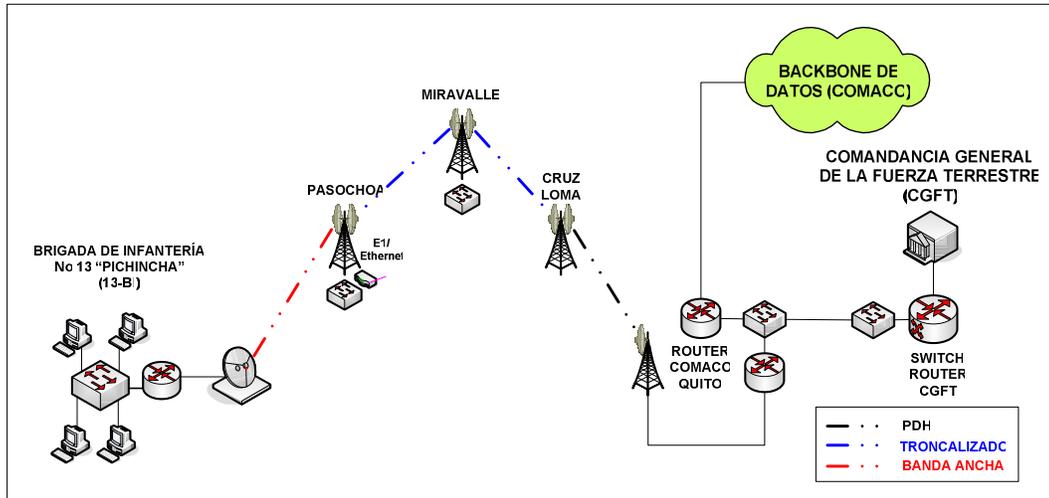


Figura. 4.30. Esquema del enlace C.G.F.T. - 13-BI

4.3.11 Enlace Comandancia General de la Fuerza Terrestre – Escuela Superior Militar “Eloy Alfaro”

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Transferencia de archivos, aplicaciones FTP, HTML.
- Sistema Integrado (SIFTE).

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.26. Cálculo del ancho de banda ESMIL

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Ancho de banda total	512

Medio del Enlace. El enlace entre la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y la Escuela Superior Militar, se lo realizará con el sistema PDH, sistema Troncalizado y Banda Ancha.

El diseño consiste en enlazar a la Escuela Superior Militar con el nodo Quito del Comando. Para esto se utilizará un enlace de la fase I como es el del Comando de Comunicaciones (COCOM), a partir de este enlace se utiliza el sistema Troncalizado para comunicarse desde el COCOM hasta Cónдор Cocha con un ancho de banda de 1 E1, y desde aquí hasta las oficinas de la Escuela Militar (ESMIL) se utiliza Banda Ancha, por tal razón se debe tener en Cónдор Cocha un convertidor de E1 a Ethernet, un Switch concentrador, un radio y una antena apuntando hacia la ESMIL. En las oficinas de la ESMIL estará ubicado un radio con su antena apuntando hasta Cónдор Cocha, y a su vez del radio se conectará el router y luego el Switch para la LAN correspondiente.

Análisis técnico para los enlaces. Para que no exista problemas con el enlaces es necesario que exista línea de vista entre los puntos a ser enlazados por consiguiente se hace un estudio para ver si se encuentra libre hasta la tercera Zona de Fresnel, y ver la altura de las antenas a ser utilizadas.

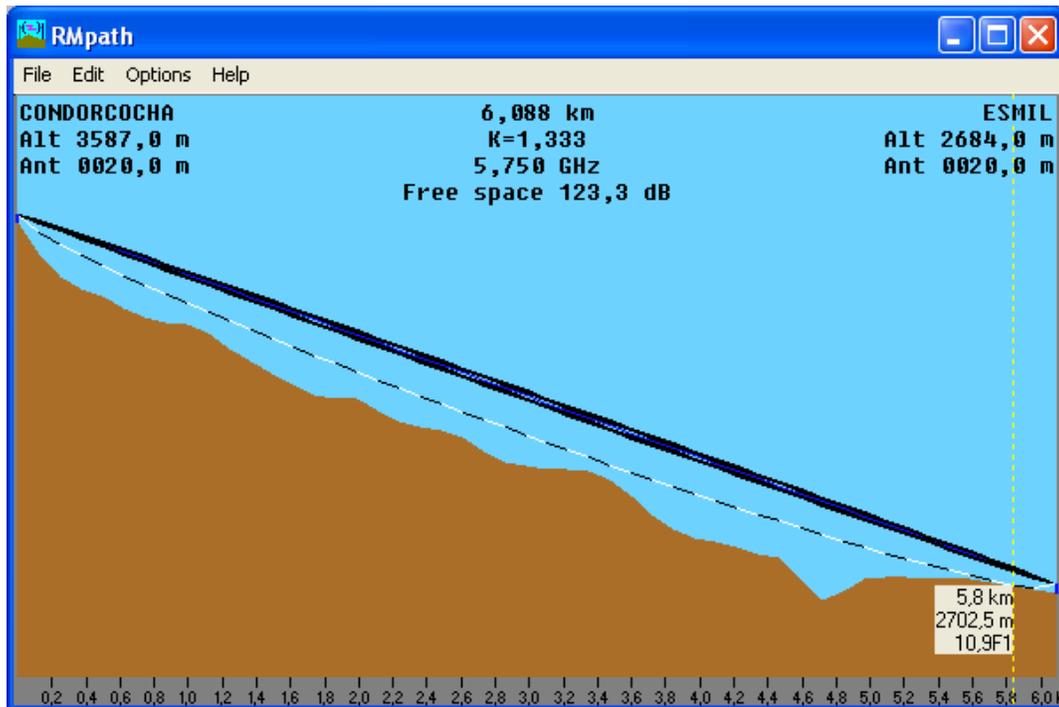


Figura. 4.31. Perfil topográfico del enlace Cónдор Cocha - ESMIL

En base a la factibilidad se han realizado las siguientes bases técnicas para los equipos de este enlace.

Bases Técnicas de los equipos.

Tabla. 4.27. Bases técnicas para los equipos enlace ESMIL

	Item	Descripción
1.	Características Físicas	
	Temperatura de operación	-20°C a 55°C
	Altitud	3.000 m
	Alimentación	120 VAC, 60 Hz.
	Ensamblaje	Para exteriores, soporte todos los climas.
2.	Sistema Inalámbrico	
	Tecnología	OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor.
	Banda de frecuencia	Banda no licenciada (5.2, 5.4, 5.8 GHz)
	No. De canales seleccionables	Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz
	Capacidad	Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario , en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto.
	Certificación	FCC o equivalentes.
	Adaptive dynamic polling	Otorgue igual tiempo a cada usuario en la red. Prevenga interferencia entre nodos y maximice la estabilidad de la red
	Control del ancho de banda.	Asegure una óptima distribución del ancho de banda a través de la red. Control del ancho de banda por suscriptor.
	Seguridad	Autenticación y encriptación, 3DES, AES. A nivel de: Suscriptor, Access Unit y Backhaul; Autorización: direcciones MAC basadas en control de asociación.
	VLANS	Soporte VLAN basadas en IEEE 802.1Q. Permita separar y dar prioridad al tráfico de datos y de administración.
	Gestión de la red	Administración, control, configuración. Soporte FCAPS (fallas, configuración, accounting, desempeño, seguridad)
	QoS	True end to end QoS
	Concentradores de enlaces punto-punto.	El equipo de concentración de los enlaces deberá ser un switch Cisco 2950 de 12 puertos; a menos que el oferente no lo considere procedente dentro de su solución.
	Convertor E1/Ethernet (G.703/G.704 a Ethernet)	Que garantice la continuidad de un E1 en el enlace Cóndor Cocha - COCOM. Incluir todos los elementos y accesorios para su instalación.
	Rack abierto 19" 5U	1 Rack para montaje en pared. Cumpla con la norma EIA-310D. Pintura electrostática color negro. Incluya tres bandejas ventiladas de 1U.
3.	Generales	
	Capacitación	Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).

Alimentación eléctrica y protecciones	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.
Documentación	Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.
Instalación y materiales	La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.
Garantía	Mínimo 1 año
Repuestos	1 Enlace
Tiempo de entrega	Máximo 30 días
Forma de pago	100% contra entrega

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

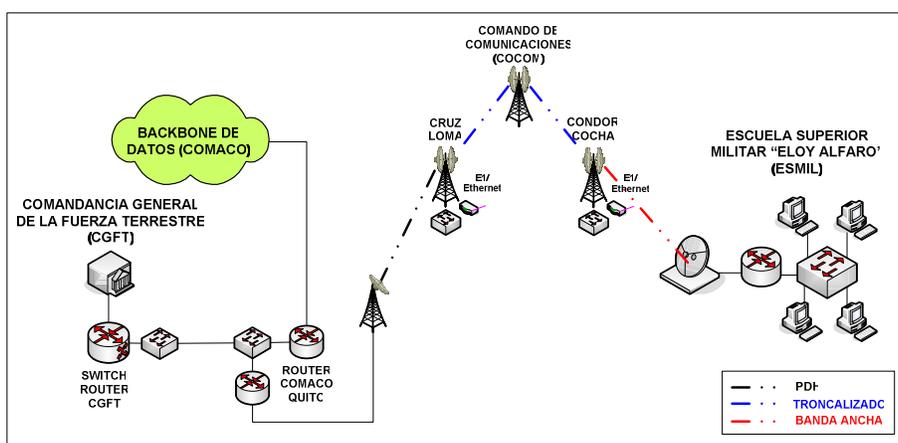


Figura. 4.32. Esquema del enlace C.G.F.T. - ESMIL

4.3.12 Enlace unidades de la frontera Nororiental: Batallón de Operaciones Especiales en Selva No 54 “Capt. Calles”, Batallón de Selva No 55 “Putumayo”, Batallón de Selva No 56 “Sta. Cecilia”, Batallón de Selva No 57 “Tiputini” y Grupo de Fuerzas Especiales No 24 “Rayo”

Estas unidades son de vital importancia ya que se encuentran en la frontera Nororiental, requieren de una mayor atención por su grado de operatividad y se ha tomado una solución conjunta para ellas.

Determinación de requerimientos. Los servicios y aplicaciones que a futuro se implementarán son los siguientes:

- Tráfico de Intranet.
- Sistema Integrado (SIFTE).
- Y por el grado de operatividad es muy probable que se requiera realizar videoconferencia con los comandantes de las unidades ya mencionadas.

Cálculo del ancho de banda necesario.

Tabla. 4.28. Cálculo del ancho de banda III - DE

Aplicación	Ancho de banda por la aplicación (Kbps)
Intranet	256
SIFTE	256
Videoconferencia	512
Ancho de banda total	1024

Medio del Enlace. Este enlace se lo pudo haber hecho por medio de los sistemas PDH y multiacceso del COMACO, ya que existe el sistema PDH hasta la repetidora de Lumbaqui y de aquí en adelante el sistema multiacceso, este último nos proporciona un ancho de banda máximo de 128 Kbps, lo cual no satisface los requerimientos del enlace, y se ha visto la necesidad de buscar otra alternativa para reemplazar únicamente a este sistema.

El problema fundamental de los enlaces se encuentra en la ubicación geográfica de estas unidades (Selva), cuyas distancias entre enlaces van desde los 6,3 Km. hasta 50,7 Km. en el enlace Nvo. Panupali – Zancudo, otro punto importante es que se desea utilizar la infraestructura ya existente del sistema multiacceso, por tal motivo los equipos a utilizarse deben trabajar en la misma banda del sistema multiacceso, esto es 2.3 Ghz a 2.5Ghz.

En tal virtud la tecnología a emplearse debe acoplarse a estas necesidades, y se a optado por equipos de Banda Ancha que cumplan estos requerimientos, estos equipos requieren de switches concentradores de los enlaces, y en cada unidad se necesitaría un router y un switch, lo que representaría un gasto grande en equipamiento, para abaratar

estos costos se ocupará equipos Switch/Router en todo el enlace, mismos que nos brinda la facilidad de trabajar con Vlans y tener capacidad de ruteo. De esta manera en la Vlan 1 de cada Switch/Router estará la dirección de WAN del enlace y en otra Vlan estará la red de cada unidad.

Debido al requerimiento de utilizar parte del sistema multiacceso, como son torres y en el caso que se requiera antenas, es muy difícil mantener los dos sistemas paralelos, otro agravante es la disponibilidad de energía la cual no abastecería a los dos sistemas. Por esto se toma la decisión de enviar la aplicación del sistema multiacceso (voz) por el nuevo sistema de banda ancha, para esto será necesario colocar todo el sistema de telefonía en otra Vlan diferente a la red de datos, y a su vez se debe acoplar la telefonía IP al sistema multiacceso de telefonía, este estudio fue hecho con los miembros del COMACO que son los propietarios del sistema MODE , el Comando Conjunto se encargará de la parte técnica y los gastos de la implementación de la telefonía IP sobre el sistema de Banda Ancha.

Análisis técnico para los enlaces. Los enlaces se realizarán en las mismas torres del sistema multiacceso y en la misma frecuencia por lo tanto no es necesario un estudio pormenorizado de los enlaces. Las distancias de los enlaces son los siguientes:

Tabla. 4.29. Distancias de los enlaces nororiental

ENLACES NORORIENTAL ANEXO "A"	DISTANCIA (Km.)
Lumbaqui-Sta Cecilia	37
Lumbaqui-Lago Agrio	50,5
Lago Agrio-Cooper	32,4
Cooper-Shushufindi	6,3
Cooper-Sansahuari	36,3
Sansahuari-Pto El Carmen	45,5
Pto. El Carmen-Nvo. Panupali	37,5
Nvo. Panupali-Zancudo	50,7
Zancudo-Tiputini	25,6

Los estudios y materialización de los radio enlaces serán hechos por la empresa privada ganadora de la licitación del proyecto

Bases Técnicas de los equipos.**Tabla 4.30 Bases técnicas para los equipos enlace Nororiental**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ENLACES DE RADIO	12
1.1	Para los enlaces de la Frontera Nororiental Anexo "A" Frecuencia: 2.3 Ghz. Alimentación 110 V AC 0 48 VDC	
1.2	Tecnología OFDM, modulación adaptiva independiente para cada suscriptor	
1.3	No. De canales seleccionables : Mínimo 5 canales sin traslape con ancho de banda de 20MHz	
1.4	Ancho de Banda: Mínimo 4Mbps reales disponibles para el usuario, en las peores condiciones ambientales y de distancia, para cada uno de los enlaces y debe permitir capacidad de crecimiento. Incluir documentación técnica de fábrica de respaldo que garantice esto	
1.5	La solución debe contemplar la mayor cantidad de estructura existente del sistema multiacceso previa inspección del mismo.	1
2	EQUIPOS DE CONECTIVIDAD	
2.1	SWITCH ROUTER MARCA: 3COM MODELO: 3COM 5500-EI DE 28 PUERTOS	3
2.2	SWITCH TERMINALES MARCA: 3COM MODELO 3COM 5500 SI DE 28 PUERTOS	9
3	RACK ABIERTO	12
4	INSTALACIÓN Y PUESTA A UNTO	1
5	GENERALES	
5.1	Capacitación Entrenamiento por mínimo 10 horas a 5 técnicos designados por la F.T., en: configuración, administración y mantenimiento del equipamiento y sistema ofertados (radios, switch).	
5.2	Instalación de sistema de tierra, protecciones eléctricas, protecciones contra descargas atmosféricas e instalaciones eléctricas necesarias para los equipos que se instalen. Detallar la solución técnica ofertada, incluyendo listado de materiales, marca, procedencia y costos respectivos.	
5.3	Documentación Manuales de operación y configuración de los equipos ofertados.	
5.4	Instalación y materiales La oferta debe incluir la instalación, como todos los equipos, materiales, accesorios y/o servicios que se requieran para garantizar una solución completa y el funcionamiento del sistema solicitado a satisfacción de la F.T.	
5.5	Garantía Mínimo 1 año	
5.6	Repuestos 1 Enlace	
5.7	Tiempo de entrega Máximo 30 días	
5.8	Forma de pago 100% contra entrega	

El esquema de la solución planteada es el siguiente.

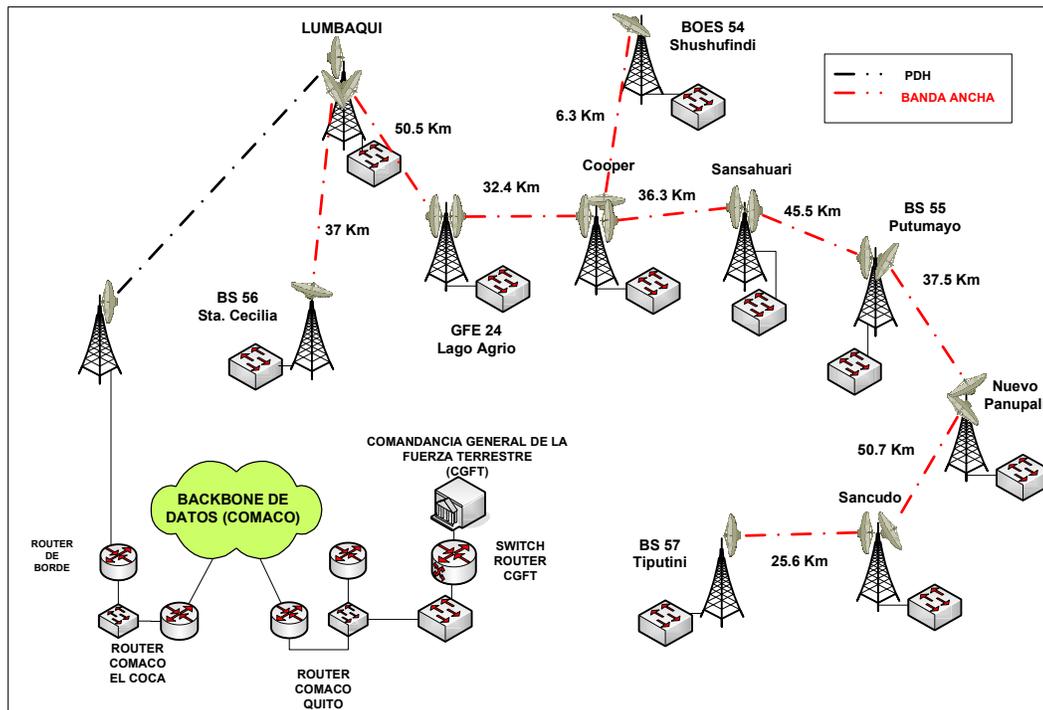


Figura. 4.33. Esquema del enlace Nororiental

4.4 DIRECCIONAMIENTO IP

Para el direccionamiento IP se partió de dos premisas, la primera es que el Comando Conjunto como organismo rector de las tres ramas de las Fuerzas Armadas, y como propietario del sistema MODE que es la base de la red de datos de las tres Fuerzas (Terrestre, Naval y Aérea), ha determinado un esquema de direccionamiento dividiendo el segundo octeto del formato IP en cuatro subredes, y asignando un espacio de esta a cada una de las Fuerzas y un espacio para el mismo Comando Conjunto.

La segunda es que por ser la Fuerza Terrestre una institución jerárquica se pudo determinar la distribución del direccionamiento en base al número de Brigadas, Batallones o unidades subordinadas de cada una de las cuatro divisiones de Ejército que se han tomado como base.

Es así que se va a explicar el direccionamiento de la siguiente manera y con ejemplos análogos debido a que no se puede publicar las direcciones IP por la seguridad de la red de la Fuerza Terrestre.

Primero el Comando Conjunto nos ha designado el primer segmento de la subred esto es desde 0 hasta 63 para el segundo octeto, entonces no podemos salirnos de este segmento porque podríamos causar conflictos en la red.

Segundo, se toma como base las cuatro divisiones de Ejército que son las unidades que en orden jerárquico dependen de la Comandancia General del Ejército, y por ejemplo se les va asignar las direcciones de la siguiente manera:

I –DE “Shyris” la dirección 10.	IP: X.10.X.X
II-DE “Libertad” la dirección 20.	IP: X.20.X.X
III-DE “Tarqui” la dirección 30.	IP: X.30.X.X
IV –DE “Amazonas” la dirección 40.	IP: X.40.X.X

Tercero, para el direccionamiento del tercer octeto se dividirá este en subredes como Brigadas tenga cada División, y se le asignará la primera dirección de subred para cada Brigada, excepto en la primera subred que se le asignará la segunda dirección por cuanto la primera estará reservada para la dirección IP de la División de Ejército.

Cuarto, las Brigadas tienen unidades subordinadas denominadas Batallones, estos llevarán las direcciones IP subsiguientes a la dirección que se le asignó a su Brigada en su respectiva subred.

Quinto, se deja el cuarto octeto para los host respectivos de cada unidad

Ejemplo: Supongamos que la I-DE “Shyris” tiene 8 Brigadas, para esto se ha dividido el tercer octeto en 8 subredes.

I – DE “Shyris”: dirección del segundo octeto es 10, la dirección del tercer octeto es la primera dirección de la primera subred. IP de red: **X.10.0.0**

Brigada 1: dirección del tercer octeto es la segunda dirección de la primera subred, es decir la 1, debido a que la cero ya se le asignó a la I-DE.

IP de red: **X.10.1.0**

Batallón 1.a: dirección del tercer octeto es la contigua a la de la Brigada 1, es decir la dirección 2.

IP de red: **X.10.2.0**

Batallón 1.b: dirección del tercer octeto es la contigua a la del Batallón a: es decir la dirección 3.

IP de red: **X.10.3.0**

Batallón 1.c: dirección del tercer octeto es la contigua a la del Batallón b: es decir la dirección 4, y así sucesivamente dependiendo de cuantos batallones tenga cada Brigada, sin que estos lleguen a superar la dirección 31.

IP de red: **X.10.4.0**

Brigada 2: dirección del tercer octeto es la primera dirección de la segunda subred, es decir la 32.

IP de red: **X.10.32.0**

Batallón 2.a: dirección del tercer octeto es la contigua a la de la Brigada 2, es decir la dirección 33

IP de red: **X.10.33.0**

Batallón 2.b: dirección del tercer octeto es la contigua a la del Batallón e: es decir la dirección 34.

IP de red: **X.10.34.0**

Batallón 2.c: dirección del tercer octeto es la contigua a la del Batallón f: es decir la dirección 35, y así sucesivamente dependiendo de cuantos batallones tenga cada Brigada, sin que estos lleguen a superar la dirección 63.

A continuación detallamos de forma gráfica la distribución de las direcciones IP

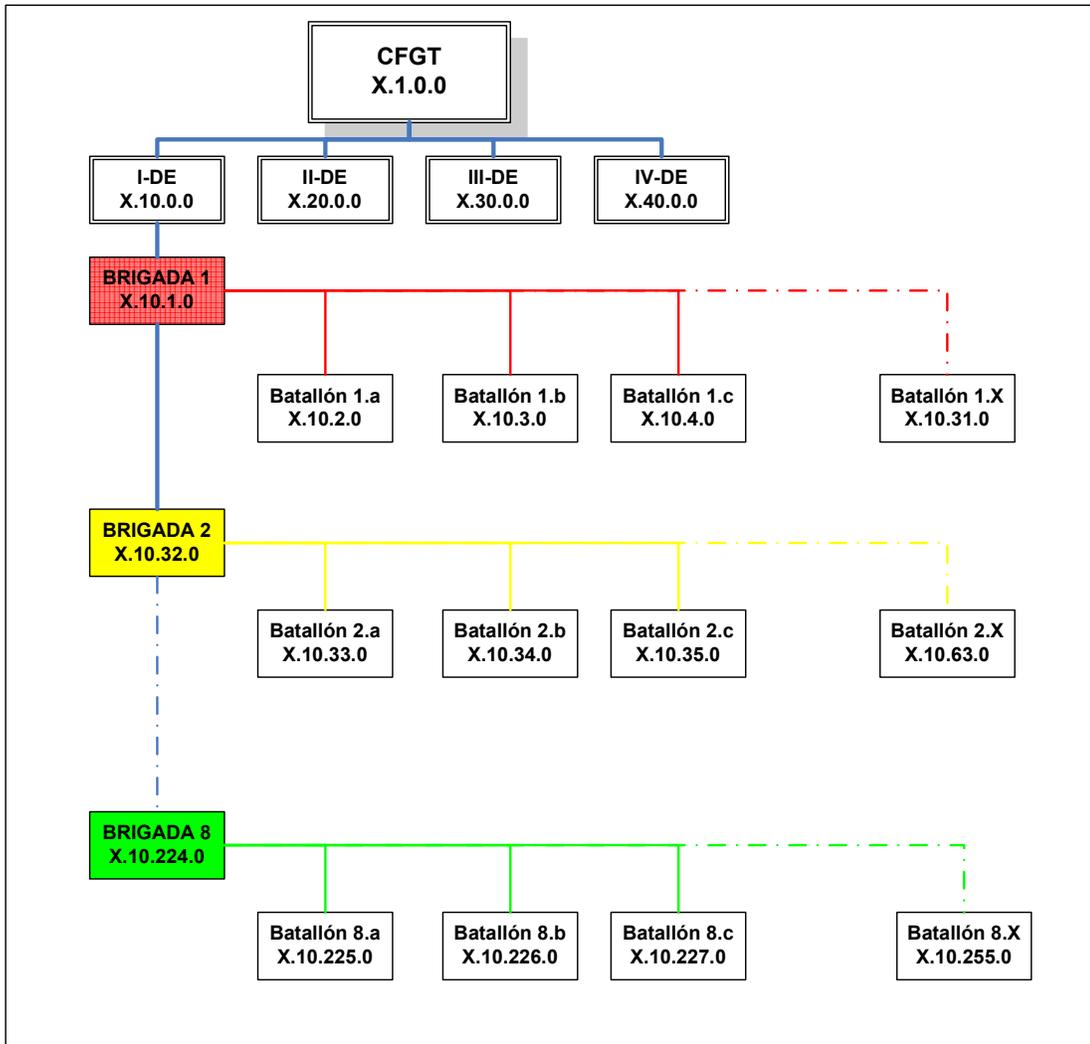


Figura. 4.34. Ejemplo de direccionamiento IP de la red de datos de la F.T.

Esta sería la tabla de direcciones IP de la Primera División de Ejército “Shyris”

Tabla. 4.31. Ejemplo de direccionamiento de la I - DE

DIRECCIONAMIENTO IP – RED DE DATOS DE LA FF.TT.			
I – DE "SHYRIS"	DIRECCION DE RED	X.10.0.0	
	BROADCAST	X.10.0.255	
	MASCARA	255.255.255.0	
	No de Brigadas	8	
	Número de Subredes	8	
UNIDAD	IP DE RED	MASCARA	HOST POR RED
BRIGADA 1	X.10.1.0	255.255.255.0	253
Batallón 1.a	X.10.2.0	255.255.255.0	253
Batallón 1.b	X.10.3.0	255.255.255.0	253

Batallón 1.c	X.10.4.0	255.255.255.0	253
Batallón 1.d	X.10.5.0	255.255.255.0	253
Batallón 1.X	hasta X.10.31.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 2	X.10.32.0	255.255.255.0	253
Batallón 2.a	X.10.33.0	255.255.255.0	253
Batallón 2.b	X.10.34.0	255.255.255.0	253
Batallón 2.c	X.10.35.0	255.255.255.0	253
Batallón 2.d	X.10.36.0	255.255.255.0	253
Batallón 2.X	hasta X.10.63.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 3	X.10.64.0	255.255.255.0	253
Batallón 3.a	X.10.65.0	255.255.255.0	253
Batallón 3.b	X.10.66.0	255.255.255.0	253
Batallón 3.c	X.10.67.0	255.255.255.0	253
Batallón 3.d	X.10.68.0	255.255.255.0	253
Batallón 3.X	hasta X.10.95.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 4	X.10.96.0	255.255.255.0	253
Batallón 4.a	X.10.97.0	255.255.255.0	253
Batallón 4.b	X.10.98.0	255.255.255.0	253
Batallón 4.c	X.10.99.0	255.255.255.0	253
Batallón 4.d	X.10.100.0	255.255.255.0	253
Batallón 4.X	hasta X.10.127.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 5	X.10.128.0	255.255.255.0	253
Batallón 5.a	X.10.129.0	255.255.255.0	253
Batallón 5.b	X.10.130.0	255.255.255.0	253
Batallón 5.c	X.10.131.0	255.255.255.0	253
Batallón 5.d	X.10.132.0	255.255.255.0	253
Batallón 5.X	hasta X.10.159.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 6	X.10.160.0	255.255.255.0	253
Batallón 6.a	X.10.161.0	255.255.255.0	253
Batallón 6.b	X.10.162.0	255.255.255.0	253
Batallón 6.c	X.10.163.0	255.255.255.0	253
Batallón 6.d	X.10.164.0	255.255.255.0	253
Batallón 6.X	hasta X.10.191.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 7	X.10.192.0	255.255.255.0	253
Batallón 7.a	X.10.193.0	255.255.255.0	253
Batallón 7.b	X.10.194.0	255.255.255.0	253
Batallón 7.c	X.10.195.0	255.255.255.0	253
Batallón 7.d	X.10.196.0	255.255.255.0	253
Batallón 7.X	hasta X.10.223.0	255.255.255.0	253
BRIGADA 8	X.10.224.0	255.255.255.0	253
Batallón 8.a	X.10.225.0	255.255.255.0	253
Batallón 8.b	X.10.226.0	255.255.255.0	253
Batallón 8.c	X.10.227.0	255.255.255.0	253
Batallón 8.d	X.10.228.0	255.255.255.0	253
Batallón 8.X	hasta X.10.255.0	255.255.255.0	253

4.4.1 Direccionamiento IP de la red WAN de la Fuerza Terrestre

El direccionamiento IP de la red WAN en su gran mayoría es proporcionado por el Comando Conjunto de la Fuerzas Armadas, pero para el diseño de nuestra red se ha recurrido a nuevos sistemas como los de Banda Ancha en donde se hace imprescindible un direccionamiento tanto de radios como de switches, bajo esta premisa el análisis de las direcciones IP WAN se lo desarrollo en base al esquema de enlaces y la autonomía o subordinación de unidades con otras dentro del mismo enlace.

Para definir una solo dirección de red para los equipos de conectividad, los mismos que en su mayoría tienen que enlazarse directamente con la Comandancia General de la Fuerza Terrestre, se toma la dirección de red X.1.5.0, y la definimos como la dirección WAN de la red de datos de la Fuerza Terrestre.

En el enlace Nororiental se ha tomado la dirección X.16.0.0, esto porque las radios a las cuales se les asigna estas direcciones no se conectan directamente con la Comandancia General de la Fuerza Terrestre, y se las quiere poner en un rango distinto para que no exista confusión.

Tabla. 4.32. Ejemplo de direccionamiento WAN de la F.T.

DIRECCIONES IP DE LA RED WAN DE LA FUERZA TERRESTRE

DIRECCIONES DE RADIOS EN SITIOS DE REPETICION

SITIO	ENLACE	DIRECCION IP	DISPOSITIVO
TERRAZA DEL EDIFICIO CGFT	CGFT – MIRAVALLE	X.1.5.1/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE – CGFT	X.1.5.2/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE – CEDFT	X.1.5.3/24	RADIO RAD
CEDFT (SANGOLQUI)	CEDFT – MIRAVALLE	X.1.5.4/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE - 15-BAE	X.1.5.5/24	RADIO RAD
15-BAE (SANGOLQUI)	15-BAE – MIRAVALLE	X.1.5.6/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE - 23-BEC	X.1.5.7/24	RADIO RAD
23-BEC	23-BEC – MIRAVALLE	X.1.5.8/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE - 25-BAL	X.1.5.9/24	RADIO RAD
25-BAL	25-BAL – MIRAVALLE	X.1.5.10/24	RADIO RAD
CRUZ LOMA	CRUZ LOMA - BAL-72	X.1.5.11/24	RADIO RAD
BAL-72 (SAN BARTOLO)	BAL-72 - CRUZ LOMA	X.1.5.12/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE – AGFT	X.1.5.13/24	RADIO RAD
AGFT	AGFT – MIRAVALLE	X.1.5.14/24	RADIO RAD
COTACACHI	COTACACHI - GCM-36	X.1.5.15/24	RADIO RAD
GCM-36 (IBARRA)	GCM-36 – COTACACHI	X.1.5.16/24	RADIO RAD
LAS CUEVAS	TROYA - BI-39	X.1.5.17/24	RADIO RAD

BI-39 (TORRE)	BI-39 – TROYA	X.1.5.18/24	RADIO RAD
BI-39 (TORRE)	TORRE – FINANCIERO	X.1.5.19/24	RADIO RAD
BI-39 (FINANCIERO)	FINANCIERO – TORRE	X.1.5.20/24	RADIO RAD
BI-39 (TORRE)	TORRE – COMANDO	X.1.5.21/24	RADIO RAD
BI-39 (COMANDO)	COMANDO – FINANCIERO	X.1.5.22/24	RADIO RAD
ESFORSFT (TORRE)	TORRE – ESFORSFT	X.1.5.23/24	RADIO RAD
ESFORSFT (COMANDO)	ESFORSFT – TORRE	X.1.5.24/24	RADIO RAD
CEE	CEE – MIRAVALLE	X.1.5.25/24	RADIO RAD
MIRAVALLE	MIRAVALLE – CEE	X.1.5.26/24	RADIO RAD
LUMBAQUI	LUMBAQUI - STA CECEILIA	X.16.0.30/24	RADIO RAD
LUMBAQUI	LUMBAQUI - SHUSHUFINDI	X.16.0.32/24	RADIO RAD
LUMBAQUI	LUMBAQUI – LAGO AGRIO	X.16.0.34/24	RADIO RAD
STA. CECILIA	STA CECILIA - LUMBAQUI	X.16.0.31/24	RADIO RAD
SHUSHUFINDI	SHUSHUFINDO - LUMBAQUI	X.16.0.33/24	RADIO RAD
LAGO AGRIO	LAGO AGRIO - SHUSHUFINDI	X.16.0.35/24	RADIO RAD
LAGO AGRIO	LAGO AGRIO – COOPER	X.16.0.38/24	RADIO RAD
COOPER	COOPER – LAGO AGRIO	X.16.0.39/24	RADIO RAD
COOPER	COOPER – SANSAHUARI	X.16.0.40/24	RADIO RAD
SANSAHUARI	SANSAHUARI – COOPER	X.16.0.41/24	RADIO RAD
SANSAHUARI	SANSAHUARI – PUTUMAYO	X.16.0.42/24	RADIO RAD
PUTUMAYO	PUTUMAYO – SANSAHUARI	X.16.0.43/24	RADIO RAD
PUTUMAYO	PUTUMAYO – NVO. PANUPAL	X.16.0.44/24	RADIO RAD
NVO. PANUPALI	NVO. PANUPALI – PUTUMAY	X.16.0.45/24	RADIO RAD
NVO. PANUPALI	NVO. PANUPALI – SANCUDO	X.16.0.46/24	RADIO RAD
SANCUDO	SANCUDO – NVO. PANUPALI	X.16.0.47/24	RADIO RAD
SANCUDO	SANCUDO – TIPUTINI	X.16.0.48/24	RADIO RAD
TIPUTINI	TIPUTINI – SANCUDO	X.16.0.49/24	RADIO RAD

4.5 ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LA RED DE DATOS

La seguridad informática es un tema de gran importancia para toda organización que se maneja en base a sistemas de información, esta seguridad consiste en asegurar que todos los recursos del sistema de información sean utilizados de la manera como se planificó y que la información que se considera importante sea accedida solo por las personas acreditadas para ello.

Este es el caso de la Fuerza Terrestre que requiere de redes de datos con las Divisiones y ciertas Unidades que por su capacidad operativa han sido elegidas en prioridad, esta red permitirá que varias aplicaciones sean transmitidas por ella como el Internet, el Sistema Integrado de la Fuerza Terrestre (SIFTE), correo electrónico y video conferencia entre otras.

Por la red se transmitirá información que es de vital importancia para la Fuerza Terrestre, y debe estar protegida de cualquier amenaza existente, y la seguridad precisamente tratará de que este sistema esté libre de peligro, daño o riesgo. Entendiéndose como peligro o daño todo aquello que pueda afectar el funcionamiento de la red o los resultados de las aplicaciones que se obtienen de la misma.

Para determinar el diseño de un sistema de seguridad es necesario hacer un análisis de riesgos y vulnerabilidades, aunque pueda existir una confusión entre los dos conceptos, una definición más informal denota la diferencia entre riesgo y vulnerabilidad, de modo que se debe la Vulnerabilidad está ligada a una Amenaza y el Riesgo a un Impacto.

4.5.1 Análisis de principales riesgos.

Existen muchos problemas actuales en materia de seguridad de la información como: Virus, Troyanos, Backdoors, Gusanos, Hackers, Crackers, Phreaks, Virtual Gangs, Navegación a sitios web de hackers y sitios improductivos, Tráfico expuesto a ser espiado en Internet, Passwords débiles, Ataques, SPAM, Usuarios o empleados mal intencionados, Spyware, Adware, Greyware, Phishing, etc.

Considerando este escenario, las principales debilidades y amenazas que la Fuerza Terrestre debe enfrentar con éxito, son:

Ataques Externos. En la infraestructura de la red de datos, la Fuerza Terrestre no dispone de una herramienta que permita realizar análisis de códigos maliciosos para detectar y prevenir ataques a las aplicaciones con las que opera la Institución. Esas vulnerabilidades pueden ser aprovechadas por los atacantes externos como hackers, crackers y usuarios maliciosos para provocar que los servicios informáticos internos colapsen, o peor aún, que información muy sensible de los aplicativos del SIFTE sea robada.

Ataques Internos. Si bien existe un perímetro externo de la red de la Fuerza Terrestre, no existe una protección contra posibles atacantes internos. La configuración de ACLs (Listas de Control de Acceso) en los switches y routers de la red de la FT puede contribuir a evitar cierto tipo de problemas.

Virus. Otro evento que afecta nuestra información son los virus de red, gusanos, troyanos, exploits, ataques de denegación de servicio, ataques de denegación de servicio distribuidos, ataques de suplantación de identidad, envenenamiento del sistema de DNS, phishing, farming, spams, etc.

Para evitar el ataque a nuestra información dentro de la red de datos de la Fuerza Terrestre se ha visto la necesidad de contratar el antivirus Corporativo PANDA con tres tipos de características liviano, normal y pesado; el pesado es utilizado específicamente para la red de datos, el mismo que protege contra virus, spirewall, e intrusos, las licencias de éste antivirus se renuevan cada año, con la posibilidad de adquirir otro antivirus según sea la necesidad, requerimiento, y bondades que otro proveedor oferte.

Si bien estas serían las tres principales amenazas (ataques externos, ataques internos y virus) otra falencia es que no se dispone en la Institución de una herramienta que ofrezca estadísticas de los ataques y eventos de seguridad que se presentan a diario, por lo que la visibilidad que se tiene en este momento en cuanto a este tipo de eventos es reducida.

4.6 Gestión de la Seguridad Informática.

Se debe tomar en cuenta que la problemática de seguridad dentro de todo tipo de red no es únicamente de índole tecnológica, y que se debe gestionar a través de un proceso debidamente establecido dentro de la institución, para realizar ésta gestión se debe garantizar la confidencialidad ya que estamos hablando de una Institución Armada la misma que posee información totalmente calificada, y por ende se la debe cuidar de todo tipo de intrusos y malhechores.

La norma UNE-ISO/IEC 17799 establece diez dominios de control que cubren por completo la Gestión de la Seguridad de la Información:

1. Política de seguridad.
2. Aspectos organizativos para la seguridad.
3. Clasificación y control de activos.
4. Seguridad ligada al personal.
5. Seguridad física y del entorno.

6. Gestión de comunicaciones y operaciones.
7. Control de accesos.
8. Desarrollo y mantenimiento de sistemas.
9. Gestión de continuidad del negocio.
10. Conformidad con la legislación.

De estos diez dominios se derivan 36 objetivos de control (resultados que se esperan alcanzar mediante la implementación de controles) y 127 controles (prácticas, procedimientos o mecanismos que reducen el nivel de riesgo).

1. Política de seguridad. Este dominio es muy importante ya que define el conjunto de reglas aplicadas a todas las actividades relacionadas al manejo de la información, teniendo como propósito el proteger la información, los recursos y la reputación misma de la institución. Para asegurar que las reglas sean efectivas, el cumplimiento de estas debe ser obligatorio y debe ser considerado como una condición que todos los usuarios deben conocer.

Estas políticas deben ser implantadas con el máximo estudio posible puesto que de otra manera no cumplirían con el objetivo sino que obstaculizarían el desenvolvimiento de la institución.

2. Aspectos organizativos para la seguridad. Este dominio define los roles y responsabilidades en la institución con respecto a la protección de recursos de información, cada uno de los miembros cumple un rol en la seguridad, para esto se define una estructura organizacional

Estructura Organizacional (roles)

–Área de Seguridad Informática

–Usuario

–Custodio de la información

–Propietario de la información

–Auditor Interno

Cualquier acceso de Terceros deben cumplir al menos con las mismas restricciones de acceso a la información que un usuario interno, y cualquier excepción debe ser aprobada por el área de seguridad de la información.

3. Clasificación y control de activos. El costo de las medidas y control de seguridad no debe exceder la pérdida que se espera evitar. Es necesario evaluar el riesgo, mediante una clasificación del acceso a la información y análisis del riesgo para detectar áreas vulnerables

Un aspecto de suma importancia para administrar los riesgos, es identificar los activos y su importancia, y a cada activo asignarle un responsable (información – propietario).

4. Seguridad ligada al personal. Este dominio tiene por objetivo dar responsabilidades de seguridad a los usuarios, pero para esto primero se debe estar seguros de la confiabilidad del personal que trabaja en nuestra institución, ya que a cada usuario se le debe asignar permisos que deben estar en relación estricta a su función. Debe existir una coordinación entre el manejo del personal y los permisos que cada usuario maneja.

5. Seguridad física y del entorno. La implementación de seguridades físicas es muy importante para salvaguardar la integridad de la plataforma tecnológica, esto especialmente en las áreas críticas (accesos de personal) como:

- Centro de cómputo
- Cuarto de comunicaciones
- Archivos, etc.

6. Gestión de comunicaciones y operaciones. La gestión de comunicaciones pretende brindar la seguridad al canal que transmite la información, brindando conectividad a los usuarios internos y externos, para esto es necesario la utilización de infraestructura apropiada como:

- Sistema de Encriptación
- FIREWALL
- Protección de virus
- Planes de respaldo

7. Control de accesos. La utilización de políticas, controles, normas debe ser complementada con la aplicación de auditoría en los sistemas, para asegurar que todo lo que se está haciendo para asegurar la información se está cumpliendo a cabalidad, estas auditorías se las debe hacer para los accesos y controles a:

- Base de Datos
- Sistemas Operativos
- Aplicativos

8. Desarrollo y mantenimiento de sistemas. Las aplicaciones deben propender automatizar los procesos previamente ordenados, y las políticas de seguridad serán observadas en el desarrollo de sistemas.

9. Gestión de continuidad del negocio. La aplicación de las normativas de seguridad debe tener relación con la continuidad del desenvolvimiento de la institución, es decir su vigencia debe estar respaldada por la revisión del departamento legal y un asesor tecnológico experto en seguridades.

10. Conformidad con la legislación. Las políticas de seguridad deben tener el respaldo de la directiva de la institución, en este caso del Comandante General del Ejército, el mismo que dará legalidad e importancia a estas políticas.

CAPITULO V

ANÁLISIS FINANCIERO

5.1 COSTOS DEL PROYECTO

Al ser la institución armada un ente dependiente del gobierno es necesario la justificación de los fondos que esta emplee, los proyectos desarrollados por la institución generalmente son de gran magnitud e importancia. Debido a que requiere la erogación de capital, tales proyectos están sujetos a los principios de la ingeniería económica con respecto a su diseño, adquisición y operación. Sin embargo como son proyectos públicos, existe gran cantidad de factores especiales importantes que no se encuentran de manera ordinaria en negocios financiados y operados por el sector privado.

Este capítulo sin querer profundizar en aspectos de índole económica o financiera pretende realizar un análisis de los costos del equipamiento necesario para poder implementar el proyecto de la red de datos para los comandos de División, unidades de la I y IV División de Ejército y Batallones Logísticos de la Fuerza Terrestre” y su repercusión en el desempeño de la institución.

Los análisis aquí realizados están basados en las ofertas presentadas por las empresas y casas comerciales que han participado en las diferentes licitaciones y las han ganado por considerarse las mejores para la Fuerza Terrestre.

Las soluciones presentadas en el anterior capítulo han sido considerando la importancia de cada una de las unidades sea esta por ubicación geográfica, por capacidad operativa, etc., también se ha tratado de ocupar al máximo los sistemas pertenecientes tanto al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas como a la Fuerza Terrestre con el fin de

minimizar los costos, únicamente cuando estos sistemas no brindan la capacidad necesaria requerida se han ocupado nuevos sistemas.

Cabe recalcar que algunos sectores se ha realizado la adquisición de equipos considerando que la red de datos va a alcanzar a todas las unidades de la FF.TT. y por tal motivo aparecen sobredimensionados para este proyecto.

5.2 EQUIPAMIENTO PARA EL CENTRO DE CONTROL DE LAS UNIDADES MILITARES A SER IMPLEMENTADAS EN LA FASE I Y FASE II

El edificio de la Comandancia General de la Fuerza Terrestre, posee un centro de control con los equipos necesarios para poner en marcha la red de datos, como son routers, switch, firewall, y los diferentes servidores, dichos equipos no están contemplados dentro del presente proyecto puesto que fueron adquiridos, configurados anteriormente para la red del edificio que actualmente se encuentra operando.

En lo referente al equipamiento de las unidades, algunas de estas ya contaban con cableado estructurado para sus respectivas LAN, en algunos casos ha sido necesario ampliar los puntos de red.

En el resto de unidades ha sido necesaria la colocación del cableado estructurado y el centro de control en el que consta un rack, switch y router que en su gran mayoría se ha tratado de estandarizar utilizando la marca Cisco por sus prestaciones y servicios.

En la tabla 5.2 consta los valores correspondientes al equipamiento de las unidades con las características requeridas para el proyecto.

5.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.

Este análisis trata de cuantificar en lo posible tanto los costos como los beneficios del proyecto planteado, para poder estimar el impacto financiero de lo que se pretende lograr. Es necesario indicar que los beneficios no pueden ser solo en el aspecto financiero, también pueden tener beneficios en el aspecto social o beneficios de eficiencia y operatividad, punto que es vital en una institución como la Fuerza Terrestre.

5.3.1 Factores importantes relacionados con cada una de las decisiones del proyecto

Para el diseño y adquisición de los equipos se ha tomado en cuenta los siguientes factores, mismos que están enmarcados dentro de los requerimientos del proyecto y en base a las políticas y necesidades de la Fuerza Terrestre. Se ha utilizado los sistemas existentes, estos son el sistema MODE perteneciente al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, el sistema Troncalizado y algunos de los equipos de la red de inteligencia que pertenecen a la Fuerza Terrestre.

En los lugares donde los sistemas antes mencionados no pudieron ser utilizados por falta de capacidad, se ha tomado la decisión de utilizar equipos de Banda Ancha con Spread Spectrum por considerarlos la mejor opción tomando en cuenta la ubicación de las unidades, y todas las características técnicas que ofrecen estos equipos, como son ancho de banda, técnicas de modulación, frecuencia de trabajo, seguridades, capacidad, etc.

Para la realización de las bases técnicas de los equipos se ha puesto en consideración de las empresas ofertantes la utilización de la infraestructura existente de torres, casetas y fuentes de alimentación de los sistemas propios, solo en el caso de no existir alguno de estos se procede a su adquisición. Se ha tratado de adquirir equipos con la mayor tecnología y capacidad necesaria para soportar futuras aplicaciones y que esté dentro del presupuesto establecido para el proyecto.

5.3.2 Costos relacionados con el Proyecto

Tabla. 5.1. Costo de los enlaces de la fase I

ENLACES FASE I			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
5	ROUTER CISCO MODELO: SERIES 2811	2177,48	10887,40
6	CONVERTIDOR DE MEDIA MARCA: RAD MODELO: ETX - 21	224,00	1344,00
5	SWTCH CISCO MODELO: CATALYST 2950 48 PUERTOS	1581,69	7908,45
5	RACKS	99,00	495,00
72	CONECTORES SC MULTIMODO	5,00	360,00
72	CONECTORIZACIÓN DE F.O	20,00	1440,00
72	CERTIFICACIÓN DE F.O.	15,00	1080,00

2	MODEMS DE F.O.	300,00	600,00
2	CONVERSION DE INTERFACE G-703 A ETHERNET	386,10	772,20
VALOR TOTAL			24887,05

Tabla. 5.2. Costo de los enlaces Miravalle

ENLACES MIRAVALLE			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
12	RADIOS AIRMUX MARCA: RAD MODELO: AIRMUX	1138,00	13656,00
1	INSTALACIÓN DEL SISTEMA	1830,00	1830,00
2	RADIOS AIRMUX MARCA: RAD MODELO: AIRMUX-200	1599,00	3198,00
1	INSTALACIÓN	600,00	600,00
VALOR TOTAL			19284,00

Tabla. 5.3. Costo del enlace al GCM-36

ENLACE GCM – 36			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	RADIO BASE UNIT DE 14 MBPS	2079,00	4158,00
2	RADIO REMOTE BRIDGE DE 14 MBPS	2079,00	4158,00
2	ANTENAS PARABÓLICAS DE 28 dBi	601,80	1203,60
1	CABLE BB DE 70 m	77,96	77,96
10	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS	3,13	31,30
2	PIG TAIL	25,00	50,00
4	PROTECTORES CABLE DE BB	222,75	891,00
3	BASTIDOR DE PARED	50,00	150,00
3	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN	290,79	872,37
2	CONVERSION DE INTERFACE G-703 A ETHERNET	386,10	772,20
3	SISTEMAS DE UPS	611,11	1833,33
9	BANDEJAS DE RACK	15,00	135,00
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA	1871,54	1871,54
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA	1524,64	1524,64
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA	0,00	0,00
VALOR TOTAL			17728,94

Tabla. 5.4. Costo del enlace al BI-39

ENLACE BIMOT -39			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	RADIO ACCESS UNIT	2598,75	2598,75
2	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 6 MBPS	994,95	1989,90
1	RADIO BASE UNIT DE 14 MBPS	2079,00	2079,00
1	RADIO REMOTE BRIDGE DE 14 MBPS	2079,00	2079,00
16	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS	3,13	50,08
1	PIG TAIL	25,00	25,00
5	PROTECTORES CABLE DE BB	222,75	1113,75
4	BASTIDOR DE PARED	50,00	200,00
4	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN	290,79	1163,16
2	CONVERSION DE INTERFACE G-703 A ETHERNET	386,10	772,20
4	SISTEMAS DE UPS	611,11	2444,44
12	BANDEJAS DE RACK	15,00	180,00
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA	2296,30	2296,30
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA	2494,10	2494,10
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA	0,00	0,00
VALOR TOTAL			19485,68

Tabla. 5.5. Costo del enlace BAL-73

ENLACE BAL-73			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	MODEM MARCA: RAD MODELO: ASMI-52L	515,00	1030,00
1	INSTALACIÓN DEL CABLEADO	2940,00	2940,00
1	RACK ABIERTO DE PARED	99,00	99,00
1	SUPRESOR DE TRANSIENTES	100,00	100,00
1	DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE TIERRA	800,00	800,00
VALOR TOTAL			4969,00

Tabla. 5.6. Costo del enlace BAL-74

ENLACE BAL-74			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	RADIO ACCESS UNIT	5342,29	5342,29
2	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 6 MBPS	994,95	1989,90
1	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 54 MBPS	1481,29	1481,29

1	CABLE DE BB DE 50 m	56,42	56,42
2	CABLE DE BB DE 30 m	42,32	84,64
10	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS	3,13	31,30
1	PIG TAIL	25,00	25,00
4	PROTECTORES CABLE DE BB	222,75	891,00
1	BASTIDOR DE PARED	50,00	50,00
4	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN	290,79	1163,16
3	BANDEJAS DE RACK	15,00	45,00
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA	1847,36	1847,36
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA	2509,66	2509,66
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA	0,00	0,00
VALOR TOTAL			15517,02

Tabla. 5.7. Costo del enlace BAL-75

ENLACE BAL-75			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	BASE STATION EQUIPMENT COMPLETE AU SYSTEM, STAND ALONE INDOOR NETWORK INTERFASE + OUTDOOR RADIO UNIT 5.725-5.850 GHZ. EXTERNAL 360 DEGREES ANTENA AND RF CABLE ARE INCLUDED	5782,00	5782,00
1	SUSCRIBER UNIT, INDOOR NETWORK INTERFASE UNIT AND POWER SUPPLY + OUTDOOR RADIO UNIT, INTEGRATED ANTENA, IOC Cat 5 20M CABLE INCLUDED, 5.725-5.850 GHZ, FULL DATA BRIDGE 6 MBPS DATA RATE	1076,00	1076,00
1	23 dBi, 5.15-5.875 GHZ, 9 DEG, 12" x 12" FLAT PANEL ANTENA, WITH N-TYPE FEMALE CONNECTOR. LMR-400 CABLE 1.5 METER WITH N-TYPE MALE CONNECTOR ON BOTH SIDES. H AND V POLARIZATION	285,00	285,00
1	SWITCH CISCO CATALYST 2950 DE 12 PUERTOS	598,00	598,00
1	RACK DE PARED DE 8 UR MARCA BEACOUPEL COLOR NEGRO, PINTURA ELECTROSTÁTICA DE 19 "	73,21	73,21
1	INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN ,PUESTA EN MARCHA Y CAPACITACIÓN PARA 5 TÉCNICOS CON UNA DURACIÓN DE 10 HORAS	2412,00	2412,00
VALOR TOTAL			10226,21

Tabla. 5.8. Costo del enlace NORORIENTAL

RED NORORIENTAL			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
12	ENLACES DE RADIOS AIRMUX 2.3 GHZ MARCA: RAD MODELO AIRMUX 2.3 2 ODUs DE 2.3 GHZ 2 IDUs CON 2 PUERTOS ETHERNET Y 4 E1 2 FUENTES DE PODER AC/DC	10073,00	120876,00
1	ANTENA 2.3 GHZ TIPO: PARABÓLICA GRILLADA GANANCIA: 27 dBi TAMAÑO: 4 PIES UBICACIÓN: LUMBAQUI APUNTANDO A SANTA CECILIA	1291,00	1291,00
3	SWITCH ROUTER MARCA: 3COM MODELO: 3COM 5500-EI DE 28 PUERTOS	1813,00	5439,00
9	SWITCH TERMINALES MARCA: 3COM MODELO 3COM 5500 SI DE 28 PUERTOS	800,00	7200,00
4	MULTIPLEXORES INVERSOS MARCA: DATACOM MODELO: DM-16 DOS PUERTOS ETHERNET 10/100 16 CANALES E1 ALIMENTACIÓN AC O DC	2230,00	8920,00
12	RACK ABIERTO	150,00	1800,00
1	INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO	40806,00	40806,00
VALOR TOTAL			186332,00

Tabla. 5.9. Costo de router y switch para las unidades de la fase II

ROUTER Y SWITCH PARA UNIDADES FASE II			
CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
10	ROUTER CISCO MODELO: SERIES 2801	1442,00	14420,00
10	128 TO 256 MB SODIMM DRAM FACTORY UPGRADE FOR THE CISCO 2801	723,00	7230,00
15	SWTCH CISCO MODELO: CATALYST 2950 48 PUERTOS	1000,00	15000,00
VALOR TOTAL			36650,00

Tabla. 5.10. Costos totales del proyecto

COSTOS TOTALES DEL PROYECTO	
ENLACES FASE I	\$ 24.887,05
ENLACES MIRAVALLE	\$ 19.284,00
ENLACE GCM-36	\$ 17.728,94
ENLACE BI-39	\$ 19.485,68
ENLACE BAL-73	\$ 4.969,00
ENLACE BAL-74	\$ 15.517,02
ENLACE BAL-75	\$ 10.226,21
ENLACE NORORIENTAL	\$ 186.332,00
ROUTERS Y SWITCH FASE II	\$ 36.650,00
VALOR TOTAL	\$ 335.079,90

5.3.3 Análisis de los beneficios del Proyecto

El análisis de los beneficios de este proyecto se lo va hacer en dos campos importantes, el beneficio económico que representa la implementación del mismo, y el beneficio en eficiencia y operatividad para la Fuerza Terrestre, ya que en el análisis económico de costo beneficio los precios de mercado podrían no existir para muchos de los beneficios y ello responde al hecho de que la Institución produce bienes y servicios que son de su exclusividad y para los cuales el mercado no funciona.

Dentro de los beneficios de eficiencia y operatividad, la red permitirá utilizar el sistema integrado de la Fuerza Terrestre para gestionar información administrativa, financiera y técnica en forma centralizada, como parte del SIFTE actualmente se halla automatizado el Sistema de Personal (SIPER) y Bienestar (SIBIE); y, se hallan en desarrollo los sistemas de FINANZAS, EDUCACION y LOGISTICA; los mismos que entrarán en funcionamiento posteriormente, este beneficio lleva inmerso consigo otros derivados de la utilización del SIFTE que detallamos a continuación:

- Priorizar y satisfacer los requerimientos operacionales y administrativos de acuerdo al presupuesto establecido.
- Control permanente de las existencias en todas sus Unidades.
- Control del destino y consumo de los abastecimientos.
- Optimización del stock de inventario.
- Alargar la vida útil de los materiales y equipos existentes.
- Oportunidad en el abastecimiento a todas las Unidades.

Otro beneficio es la utilización de correo electrónico mediante la implementación de servidores de correo en la Comandancia General de la Fuerza Terrestre y en las Divisiones de Ejército, lo que permitirá un flujo de información rápida y segura.

La red permitirá implementar el servicio de videoconferencia y con esto todos los beneficios de este sistema.

En cuanto al beneficio económico se solicitó a una empresa privada cotizaciones de enlaces para determinar cual sería el costo de la red de datos de la Fuerza Terrestre obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla. 5.11. Cotización de enlaces punto a punto con un carrier de comunicaciones.

DIST E1		COSTOS MES PARA CIRCUITOS PUNTO A PUNTO						
No. Canal	Kbps / canal	Costo de Portadora	Costo de Portadora por canal	No. Canales	BW	QC-Estación Terrena/can	Acceso últ milla / can	Enlace Total por canal Portadora
1	64	480	480	22,5	1.440	49,38	49,87	480
1	128	960	960	11,25	1.440	98,76	99,73	960
1	192	1.440,00	1.440,00	7,5	1.440	148,14	149,6	1.440,00
1	256	1.920,00	1.920,00	5,63	1.440	197,52	199,46	1.920,00
1	384	2.880,00	2.880,00	3,75	1.440	296,28	299,19	2.880,00
1	512	3.705,00	3.705,00	2,81	1.440	395,04	398,92	3.705,00
1	768	5.760,00	5.760,00	1,88	1.440	592,57	598,38	5.760,00
1	1.024	6.790,00	6.790,00	1,41	1.440	790,09	797,85	6.790,00
1	1.536	10.375,00	10.375,00	1	1.440	1.111,06	1.121,97	10.375,00
1	2.048	12.965,00	12.965,00	1	1.440	1.111,06	1.121,97	12.965,00

Para el presente proyecto se han enlazado 21 unidades de la Fuerza Terrestre a la red de datos por lo cual se toma esta cantidad de unidades para sacar el costo de utilizar la red mediante un carrier de comunicaciones.

Tabla. 5.12. Costo de la red de datos de la F.T con un carrier de comunicaciones.

COSTO DE LA RED DE LA F.T. CON UN CARRIER DE COMUNICACIONES				
No de Enlaces.	Kbps / canal	Costo de Portadora	Costo mensual	Costo Anual
21	2.048	12.965,00	272.265,00	3.267.180,00

5.3.4 Relación Costo Beneficio

$$\text{Re (c/b)} = \frac{3.267.180,00}{335.079,90} = 9,75045$$

5.3.5 Análisis del resultado

El resultado obtenido de la relación anterior nos indica que la implantación de este proyecto en realidad es muy rentable y además permitirá a la Fuerza Terrestre mejorar su capacidad operativa y estar a la par de los avances tecnológicos.

CAPITULO VI

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS

6.1 INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED DE DATOS

La infraestructura física de la red de datos se ha adquirido tomando en cuenta los siguientes factores, mismos que están enmarcados dentro de los requerimientos del proyecto y en base a las políticas y necesidades de la Fuerza Terrestre.

Se ha utilizado los sistemas existentes, estos son el MODE perteneciente al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, y el Troncalizado de la Fuerza Terrestre.

En los lugares donde los sistemas antes mencionados no pudieron ser utilizados por falta de capacidad y no satisfacer los requerimientos de ancho de banda, se ha tomado la decisión de utilizar equipos de Banda Ancha con Spread Spectrum en su gran mayoría de marca AIRMUX, RAD y ALVARION por considerarlos la mejor opción tomando en cuenta la ubicación de las unidades, y todas las características técnicas que ofrecen estos equipos, como son ancho de banda, técnicas de modulación, frecuencia de trabajo, seguridades, capacidad, etc.

Para la realización de las bases técnicas de los equipos se ha puesto en consideración de las empresas ofertantes la utilización de la infraestructura existente de torres, casetas y fuentes de alimentación de los sistemas propios, solo en el caso de no existir alguno de estos se procedió a su adquisición.

Se ha tratado de adquirir equipos con la mayor tecnología y capacidad posible para soportar futuras aplicaciones y que esté dentro del presupuesto establecido para el proyecto.

6.2 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS ACTIVOS DE RED

La red de datos de la Fuerza Terrestre es parte de una red mayor que administra el Comando Conjunto de la Fuerzas Armadas, este organismo es el encargado de normar y estandarizar a los usuarios de la red, en tal virtud una de sus políticas, es que todos los ruteadores trabajen con OSPF como protocolo de ruteo, pero hasta que las tres Fuerzas no definan bien sus redes y direccionamiento IP se está trabajando con ruteo estático y es como están configurados nuestros ruteadores.

6.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS FASE I

La red de datos en su Fase I ha sido implementada en su totalidad, se ha enlazado a la I División de Ejército “Shyris” ubicada en la ciudad de Quito, en el sector de San Bartolo, a la II División de Ejército “Libertad” ubicada en la ciudad de Guayaquil, a la III División de Ejército “Tarqui” ubicada en la ciudad de Cuenca, a la IV División de Ejército “Amazonas” ubicada en la ciudad del Coca y al Comando de Comunicaciones de la Fuerza Terrestre ubicado en la ciudad de Quito.

Se ha tratado de estandarizar los equipos activos de red por lo tanto se ha optado por utilizar equipos marca CISCO, por las prestaciones que estos tienen, es así que se ha adquirido ruteadores Cisco 2811 y switch Cisco 2950 para las unidades del presente proyecto.

Estos enlaces se encuentran en operación bajo el siguiente esquema:

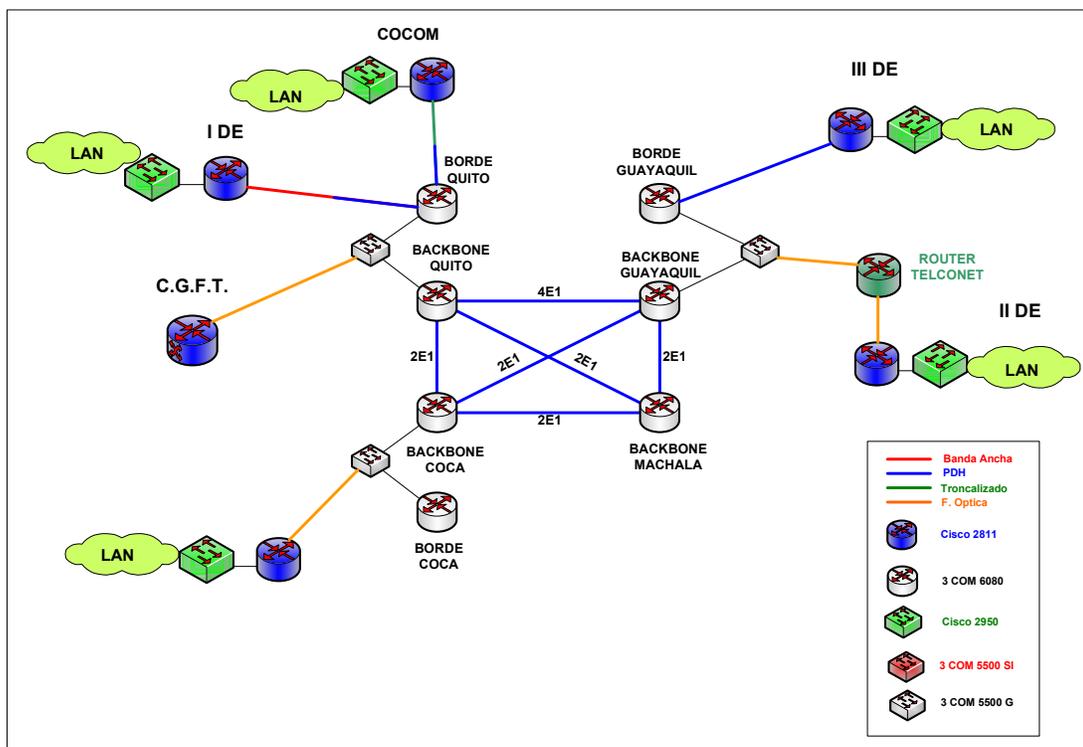


Figura. 6.1. Esquema de la red de datos Fase I

6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS FASE II

La red de datos en su Fase II fue implementada en las siguientes unidades, las mismas que han sido agrupadas por su subordinación jerárquica de la Fuerza Terrestre:

Unidades de la I División de Ejército “Shyris”

Brigada de Aviación del Ejército No 15 “PAQUISHA”

Brigada de Ingenieros No 23 “CENEPA”

Batallón de Infantería Motorizado No. 39 “MAYOR GALO MOLINA”

Grupo de Caballería Mecanizada No 36 “YAGUACHI”

Unidades de la VI División de Ejército “Amazonas”

Brigada de Selva No 17 “PASTAZA”

Brigada de Selva No. 19 “NAPO”

Batallón de Operaciones Especiales No. 54 “CAPT. CALLE”

Batallón de Selva No. 55 “PUTUMAYO”

Batallón de Selva No. 56 “TUNGURAHUA”

Batallón de Selva No. 57 “MONTECRISTI”

Grupo de Fuerzas Especiales No. 24 “RAYO”

LOGÍSTICA

Batallón de Apoyo Logístico No. 72 “SHYRIS”

Batallón de Apoyo Logístico No. 73 “GIRÓN”

Batallón de Apoyo Logístico No. 74 “HUANCAVILCA”

Batallón de Apoyo Logístico No. 75 “AUCA”

EDUCACIÓN

Comando de Educación y Doctrina de la F.T.

Academia de Guerra de la F.T.

Para dar solución a los requerimientos de diseño presentados en el Capítulo IV se necesitó el concurso de empresas privadas para su ejecución, esto debido a las políticas de la Fuerza Terrestre en cuanto a garantías, soporte técnico y mantenimiento principalmente. De las bases técnicas presentadas en los diferentes enlaces se ha adjudicado los contratos a las empresas que por conveniencia técnica y económica presentaron las mejores ofertas. En la FASE II se presentaron las siguientes soluciones para los radio enlaces.

Para el enlace de las unidades con el proyecto Miravalle se la realizó con la empresa que presentó los siguientes equipos.

Tabla. 6.1. Equipos de los enlaces Miravalle

ENLACES MIRAVALLE	
CANT	DESCRIPCIÓN
12	RADIOS AIRMUX MARCA: RAD MODELO: AIRMUX
1	INSTALACIÓN DEL SISTEMA
2	RADIOS AIRMUX MARCA: RAD MODELO: AIRMUX-200
1	INSTALACIÓN

Para el enlace con el Grupo de Caballería No 36 “Yaguachi” acantonado en la ciudad de Ibarra se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.2. Equipos del enlace al GCM-36

ENLACE GCM – 36	
CANT	DESCRIPCIÓN
2	RADIO BASE UNIT DE 14 MBPS
2	RADIO REMOTE BRIDGE DE 14 MBPS
2	ANTENAS PARABÓLICAS DE 28 dBi
1	CABLE BB DE 70 m
10	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS
2	PIG TAIL
4	PROTECTORES CABLE DE BB
3	BASTIDOR DE PARED
3	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN
2	CONVERSION DE INTERFACE G-703 A ETHERNET
3	SISTEMAS DE UPS
9	BANDEJAS DE RACK
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

Para el enlace con el Batallón de Infantería No 39 “Mayor Galo Molina” acantonado en la ciudad de Tulcán se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.3. Equipos del enlace al BI-39

ENLACE BIMOT -39	
CANT	DESCRIPCIÓN
1	RADIO ACCESS UNIT
2	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 6 MBPS
1	RADIO BASE UNIT DE 14 MBPS
1	RADIO REMOTE BRIDGE DE 14 MBPS
16	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS
1	PIG TAIL
5	PROTECTORES CABLE DE BB
4	BASTIDOR DE PARED
4	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN
2	CONVERSION DE INTERFACE G-703 A ETHERNET
4	SISTEMAS DE UPS
12	BANDEJAS DE RACK
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

Para el enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 73 “Girón” acantonado en la ciudad de Cuenca se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.4. Equipos del enlace BAL-73

ENLACE BAL-73	
CANT	DESCRIPCIÓN
2	MODEM MARCA: RAD MODELO: ASMI-52L
1	INSTALACIÓN DEL CABLEADO
1	RACK ABIERTO DE PARED
1	SUPRESOR DE TRANSIENTES
1	DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE TIERRA

Para el enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 74 “Huancavilca” acantonado en la ciudad de Guayaquil se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.5. Equipos del enlace BAL-74

ENLACE BAL-74	
CANT	DESCRIPCIÓN
1	RADIO ACCESS UNIT
2	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 6 MBPS
1	RADIO SUBSCRIBER UNIT DE 54 MBPS
1	CABLE DE BB DE 50 m
2	CABLE DE BB DE 30 m
10	PATCH CORDS PARA BB Y DATOS
1	PIG TAIL
4	PROTECTORES CABLE DE BB
1	BASTIDOR DE PARED
4	REGLETAS MULTITOMAS CON PROTECCIÓN
3	BANDEJAS DE RACK
1	INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA
1	SISTEMA ELÉCTRICO Y TIERRA
1	ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA

Para el enlace con el Batallón de Apoyo Logístico No 75 “Auca” acantonado en la ciudad de La Shell se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.6. Equipos del enlace BAL-75

ENLACE BAL-75	
CANT	DESCRIPCIÓN
1	BASE STATION EQUIPMENT COMPLETE AU SYSTEM, STAND ALONE INDOOR NETWORK INTERFASE + OUTDOOR RADIO UNIT 5.725-5.850 GHZ. EXTERNAL 360 DEGREES ANTENA AND RF CABLE ARE INCLUDED

1	SUSCRIBER UNIT, INDOOR NETWORK INTERFASE UNIT AND POWER SUPPLY + OUTDOOR RADIO UNIT, INTEGRATED ANTENA, IOC Cat 5 20M CABLE INCLUDED, 5.725-5.850 GHZ, FULL DATA BRIDGE 6 MBPS DATA RATE
1	23 dBi, 5.15-5.875 GHZ, 9 DEG, 12" x 12" FLAT PANEL ANTENA, WITH N-TYPE FEMALE CONNECTOR. LMR-400 CABLE 1.5 METER WITH N-TYPE MALE CONNECTOR ON BOTH SIDES. H AND V POLARIZATION
1	SWITCH CISCO CATALYST 2950 DE 12 PUERTOS
1	RACK DE PARED DE 8 UR MARCA BEACOUPEL COLOR NEGRO, PINTURA ELECTROSTÁTICA DE 19 "
1	INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN ,PUESTA EN MARCHA Y CAPACITACIÓN PARA 5 TÉCNICOS CON UNA DURACIÓN DE 10 HORAS

Para el enlace Nororiental se adjudicó a la empresa que presentó los siguientes equipos

Tabla. 6.7. Equipos del enlace Nororiental

RED NORIENTAL	
CANT	DESCRIPCIÓN
12	ENLACES DE RADIOS AIRMUX 2.3 GHZ MARCA: RAD MODELO AIRMUX 2.3 2 ODU's DE 2.3 GHZ 2 IDU's CON 2 PUERTOS ETHERNET Y 4 E1 2 FUENTES DE PODER AC/DC
1	ANTENA 2.3 GHZ TIPO: PARABÓLICA GRILLADA GANANCIA: 27 dBi TAMAÑO: 4 PIES UBICACIÓN: LUMBAQUI APUNTANDO A SANTA CECILIA
3	SWITCH ROUTER MARCA: 3COM MODELO: 3COM 5500-EI DE 28 PUERTOS
9	SWITCH TERMINALES MARCA: 3COM MODELO 3COM 5500 SI DE 28 PUERTOS
4	MULTIPLEXORES INVERSOS MARCA: DATACOM MODELO: DM-16 DOS PUERTOS ETHERNET 10/100 16 CANALES E1 ALIMENTACIÓN AC O DC
12	RACK ABIERTO
1	INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO

El esquema de la solución completa con los equipos presentados por las empresas se muestra en la siguiente figura.

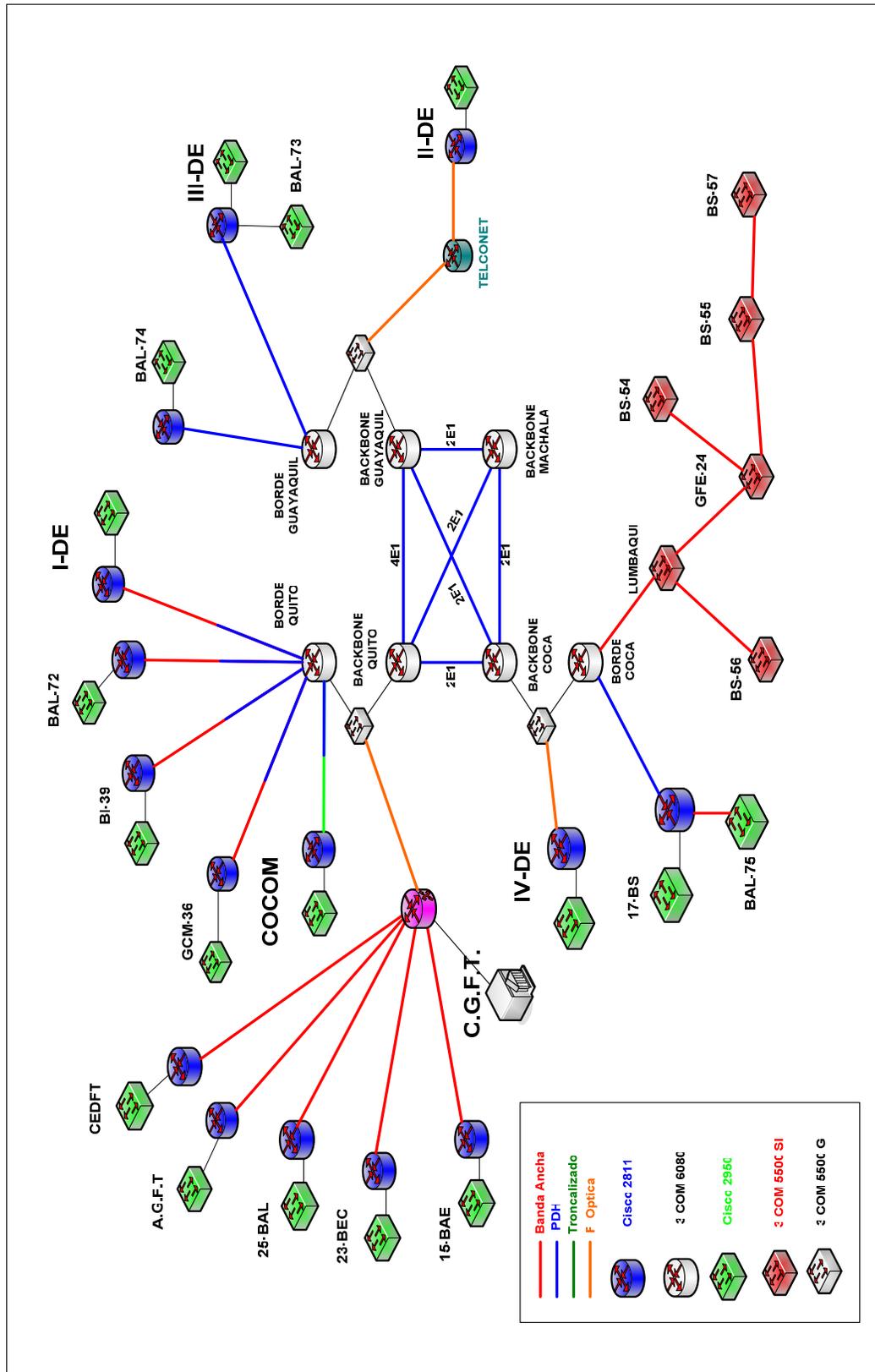


Figura .6.2. Esquema de la red de datos Fase II

Existen unidades que se encuentran en el plan de este proyecto pero que no se ha implementado debido a que el presupuesto asignado para estas unidades fue reasignado a otro proyecto de la Fuerza Terrestre, en tal virtud se eligió a las unidades con mayor capacidad operativa para dejar a estas unidades para un proyecto futuro, y son las siguientes:

Unidades de la I División de Ejército “Shyris”

Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “PATRIA”.

Brigada de Caballería Blindada No 11 “GALÁPAGOS”

Brigada de Infantería No 13 “PICHINCHA”

Batallón de Infantería Motorizado No 13.

EDUCACIÓN

Escuela de Formación de Soldados de la F.T.

Escuela Superior Militar “ELOY ALFARO”

Existe el caso particular de la Brigada de Selva No 21 “Cóndor”, esta unidad no fue implementada debido a que según la nueva estructuración de la Fuerza Terrestre será reubicada y pertenecerá jerárquicamente a otra División de Ejército.

Unidades de la VI División de Ejército “Amazonas”

Brigada de Selva No 21 “CONDOR”

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.5 CONCLUSIONES

1. Las Fuerzas Armadas Ecuatorianas poseen un Sistema Digital de comunicaciones denominado MODE, el cual está conformado por las siguientes redes:
 - ◆ PDH
 - ◆ Mutiacceso
 - ◆ Troncalizada
 - ◆ Conmutación
 - ◆ Analógico

2. Este sistema Mode Digital tiene un área de cobertura que incluye a todas las unidades de las tres ramas de las Fuerzas Armadas distribuidas en toda la región continental del país, así como a las Islas Galápagos. El sistema PDH se constituye la red troncal del Sistema MODE y sobre sus 4 anillos se establece el mayor tráfico del sistema MODE y el backbone de datos de las Fuerzas Armadas.

3. El backbone de datos del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas consta de cuatro nodos principales ubicados en Quito, Guayaquil, El Coca y Machala, sitios elegidos por ubicación estratégica de los repartos militares de las Fuerzas Armadas. En cada uno de estos nodos existe dos Router 3Com 6080 y un Swith 3Com 5500G, excepto en el nodo de Machala debido a que por el tráfico que este nodo transmite solo se ha considerado un router 3Com 6080.

4. Sobre este backbone de datos se ha implementado la red de datos de la Fuerza Terrestre, teniendo como problema principal de diseño el enlace de las unidades al nodo más cercano del backbone, esto siempre y cuando la capacidad del sistema esté acorde con los requerimientos de ancho de banda de las unidades.
5. Para acceder al Backbone de datos se ha utilizado los sistemas existentes, estos son el sistema MODE perteneciente al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, y el sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre.
6. En los lugares donde los sistemas antes mencionados no pudieron ser utilizados por falta de capacidad y no satisfacer los requerimientos de ancho de banda, se ha tomado la decisión de utilizar equipos de Banda Ancha con Spread Spectrum por considerarlos la mejor opción tomando en cuenta la ubicación de las unidades, y todas las características técnicas que ofrecen estos equipos, como son ancho de banda, técnicas de modulación, frecuencia de trabajo, seguridades, capacidad, etc.
7. Para dar solución a los requerimientos de diseño presentados en el Capítulo IV se necesitó el concurso de empresas privadas para su ejecución, esto debido a las políticas de la Fuerza Terrestre en cuanto a Garantías, Soporte Técnico y Mantenimiento principalmente.
8. Para la realización de las bases técnicas de los equipos para las soluciones de los enlaces se ha puesto en consideración de las empresas ofertantes la utilización de la infraestructura existente de torres, casetas y fuentes de alimentación de los sistemas propios, solo en el caso de no existir alguno de estos se procedió a su adquisición.
9. Se ha tratado de adquirir equipos con la mayor tecnología y capacidad necesaria para soportar futuras aplicaciones y que esté dentro del presupuesto establecido para el proyecto.
10. Se ha implementado la red de datos en la Fase I en su totalidad y la Fase II en las unidades que se detallan a continuación:

Unidades de la I División de Ejército “Shyris”

Brigada de Aviación del Ejército No 15 “PAQUISHA”

Brigada de Ingenieros No 23 “CENEPA”

Batallón de Infantería Motorizado No. 39 “MAYOR GALO MOLINA”

Grupo de Caballería Mecanizada No 36 “YAGUACHI”

Unidades de la VI División de Ejército “Amazonas”

Brigada de Selva No 17 “PASTAZA”

Brigada de Selva No. 19 “NAPO”

Batallón de Operaciones Especiales No. 54 “CAPT. CALLE”

Batallón de Selva No. 55 “PUTUMAYO”

Batallón de Selva No. 56 “TUNGURAHUA”

Batallón de Selva No. 57 “MONTECRISTI”

Grupo de Fuerzas Especiales No. 24 “RAYO”

LOGÍSTICA

Batallón de Apoyo Logístico No. 72 “SHYRIS”

Batallón de Apoyo Logístico No. 73 “GIRÓN”

Batallón de Apoyo Logístico No. 74 “HUANCAVILCA”

Batallón de Apoyo Logístico No. 75 “AUCA”

EDUCACIÓN

Comando de Educación y Doctrina de la F.T.

Academia de Guerra de la F.T.

11. El proyecto no se logró implementar en su totalidad debido a que el presupuesto asignado para estas unidades fue reasignado a otro proyecto de la Fuerza Terrestre, en tal virtud se eligió a las unidades con mayor capacidad operativa para dejar a estas unidades para un proyecto futuro, y son las siguientes:

Unidades de la I División de Ejército “Shyris”

Brigada de Fuerzas Especiales No 9 “PATRIA”.

Brigada de Caballería Blindada No 11 “GALÁPAGOS”

Brigada de Infantería No 13 “PICHINCHA”

Batallón de Infantería Motorizado No 13.

EDUCACIÓN

Escuela de Formación de Soldados de la F.T.

Escuela Superior Militar “ELOY ALFARO”

12. Existe el caso particular de la Brigada de Selva No 21 “Cóndor”, esta unidad no fue implementada debido a que según la nueva estructuración de la Fuerza Terrestre será reubicada y pertenecerá jerárquicamente a otra División de Ejército.
13. La red se encuentra en funcionamiento y ya con aplicativos como correo electrónico, videoconferencia, Internet, entre otros.

6.6 RECOMENDACIONES.

1. Se debe implementar la red en las unidades que por falta de presupuesto no fueron consideradas al presente proyecto, y cuyo diseño ya consta en el capítulo IV.
2. Se debe ejecutar el proyecto para seguridad de la red el mismo que no era parte de este proyecto pero que es de suma necesidad para proteger la información que se transmite tanto de ataques externos como internos, este estudio de seguridad consta en el capítulo IV del proyecto.
3. Es necesario la implementación de un sistema de administración y monitoreo para la red de la F.T. para determinar las causas de los problemas que se presenten, esto debido a la magnitud de la red, ya que de otra forma es dificultoso tener un control minucioso de la red.
4. Se debe capacitar al personal de la Fuerza Terrestre en el manejo y administración de redes de tal manera que en cada sitio en donde se tenga conexión con la red de datos de la Fuerza Terrestre exista un encargado de la red, el mismo que se encargará de brindar soporte y mantenimiento de la red y de los equipos de conectividad.

5. Es necesario que se disponga en el presupuesto de la Fuerza Terrestre un rubro destinado al mantenimiento de los equipos de conectividad de la red, de otra manera la eficiencia de la red podría verse afectada debido a la falta de mantenimiento de los equipos que hacen posible los enlaces.

6. En base al presupuesto destinado para el mantenimiento de la red es necesario organizar un cronograma de mantenimiento anual de la red para que esta se encuentre siempre en óptimas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ZACKER, Craig, *Redes Manual de Referencia*, primera edición, McGraw-Hill, impreso en España 2002.

KEAGY, Scott, *Integración De Redes De Voz Y Datos*, 2001, 28006 MADRID

SIEMENS, *Equipos Rectificadores Regulados Por Tiristores*, Marzo 1977, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

FUJITSU, *Manual De Instrucción Para El Sistema De Radio Microonda*, Fujitsu Limited Communications And Electronics

FUJITSU, *Deshidratador 17-3 A Manual De Instrucción*, Fujitsu Limited Communications And Electronics

SIEMENS, *Manual De Servicio Sistema De Comunicación Ems 30c/80c*, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

SIEMENS, *Unidad De Sistema Vz12*, Diciembre 1984, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

SIEMENS, *Unidad De Generacion De Portadoras Para Trasladores De Canal*, Marzo 1977, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

SIEMENS, *Manual De Servicio A30808-X5121-X-1-7820*, Agosto 1977 Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

SIEMENS, Bastidor De Trasladores De Canal, Agosto 1986, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

FUJITSU, Manual De Instrucción Para El Equipo De Radio Fm2g-10b, Fujitsu Limited Communications And Electronics

SIEMENS, Unidad De Circuitos Terminales, Noviembre 1985, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub

SIEMENS, Sistema De Radio Enlace, Diciembre 1984, Herausgegeben Van/Published By/Editado Por Siemens Ag Bereich Ubertragungssysteme Technisches Schrifttum Ub.

ALCATEL, Proyecto Ecuador Mode Torre Autosoportada Monobloque, Octubre 1998, Sociedad Española De Montajes Industriales

ROHDE & SCHWARZ, Test And Measurement Products, Julio 2000, Rohde & Schwarz Gmbh & Co. Kg

ALCATEL, Pdh-Melodie Radioenlace De Pequeña Y Media Capacidad, Enero 1997, Alcatel Telspace 92734 Nanterre – France

ALCATEL, Operación Y Mantenimiento, Enero 1997, Alcatel Telspace 92734 Nanterre – France

ALCATEL, Modernización Del Sistema De Comunicaciones Del Cc. Ff. Aa., Enero 1997 Alcatel Telspace 92734 Nanterre – France

ALCATEL, Gestion De La Base De Datos, Enero 1997, Alcatel Telspace 92734 Nanterre – France

