



CAPÍTULO VII

Aplicación de la Metodología

7.1 Introducción

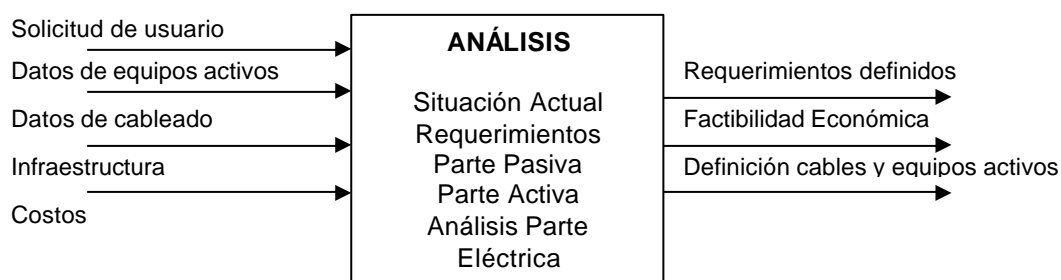
Con los fundamentos recopilados en los capítulos anteriores realizamos un ejemplo que siga paso a paso el desarrollo de la metodología planteada; para lo cual se ha escogido el diseño de la red de fibra óptica entre la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) Sangolquí y el Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA), que nos será de gran ayuda para la integridad de la red de la ESPE.

Con el enlace de fibra se logrará tener una conexión de manera rápida y eficiente, debido a la gran velocidad de transportación de la luz y mejorará notablemente la comunicación, aprovechando los recursos al máximo, teniendo la información centralizada de la institución, los estudiantes del IASA tendrán acceso a recursos que brinda la red de la ESPE como son Biblioteca Virtual, Internet, Servicios Web, Portal, etc.

La ESPE y el IASA tienen una distancia de 13 Km. aproximadamente por lo tanto en el análisis, el tipo de red a realizar no es una red LAN por las distancias y tampoco WAN por encontrarse en una sola ciudad por esta razón es una red MAN .

La metodología planteada puede servir para el diseño de cualquier tipo de red que se desee instalar ya sea LAN, MAN, WAN, además para cualquier tipo de aplicación ya sea transmisión de datos, video, voz, multimedia, etc.

7.2 Análisis



En esta fase de la metodología los datos de entrada serán solicitud de usuario, datos de equipos activos, cableado, infraestructura, costos con estos datos se realiza el análisis de situación actual, parte pasiva, activa, eléctrica, y se definen los equipos activos que se utilizarán en la red.

Lo primero a realizar es el análisis de la Situación Actual, para partir desde ahí y deducir todos los requerimientos de la red, esta es la parte más importante de la metodología.

7.2.1 Análisis de Situación Actual

La ESPE posee un backbone de fibra óptica en sus instalaciones dentro del campus Sangolquí ubicado en la Av. el Progreso; por otro lado el IASA tiene una red interna utilizando enlaces de fibra óptica. Entre estos dos campus actualmente existe un enlace vía microondas.

En la figura 7.1 se puede observar claramente como esta distribuido el backbone de fibra óptica del campus Sangolquí de la ESPE.

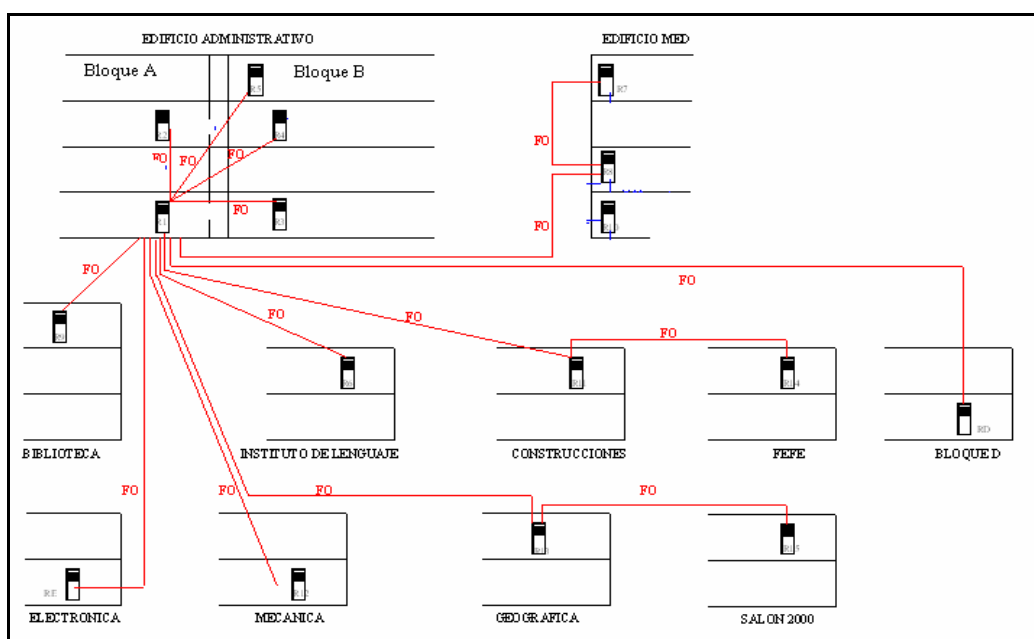


Figura 7.1 Distribución de la Red de Fibra Óptica Campus Sangolquí



Como se observa en la figura 7.1 existe un rack principal ubicado en el edificio principal (Bloque A) primer piso donde se encuentra el cuarto principal en el departamento de Redes y Telecomunicaciones ahí llegan todos los puntos de fibra óptica de los diferentes edificios al switch de core a donde llegará el enlace de fibra óptica desde el IASA.

Se pueden observar los mapas de la red de la ESPE en el anexo F.

El switch de core utilizado por la Escuela Politécnica del Ejercito Sede Sangolquí es de la familia 3com serie 4050 al cual se le puede integrar módulos de fibra con características GBIC para utilizar en la comunicación IASA - ESPE Sangolquí.

En el IASA también existen elementos activos entre los cuales tenemos:

- CISCO CATALYST 2950
- 3COM 4226T 24 puertos

El Switch 3com 4226T no soporta módulos GBIC para la distancia requerida. Así que este no se puede utilizar; en cuanto al Switch CISCO 2950 se puede utilizar un modulo GBIC pero no sería recomendable por el costo del módulo para integrar a este elemento activo.

Por lo tanto utilizaremos otro tipo de switch el 3com que soporte módulos de fibra GBIC que se ajuste a nuestras necesidades debido a que el switch de Core es de la familia 3com y necesitamos que sean compatibles.

En cuanto al enlace entre el IASA y la ESPE Sangolquí es vía microondas utilizando los servicios de ANDINADATOS; en la figura 7.2 vemos la configuración de la red entre la ESPE Sangolquí y el IASA.

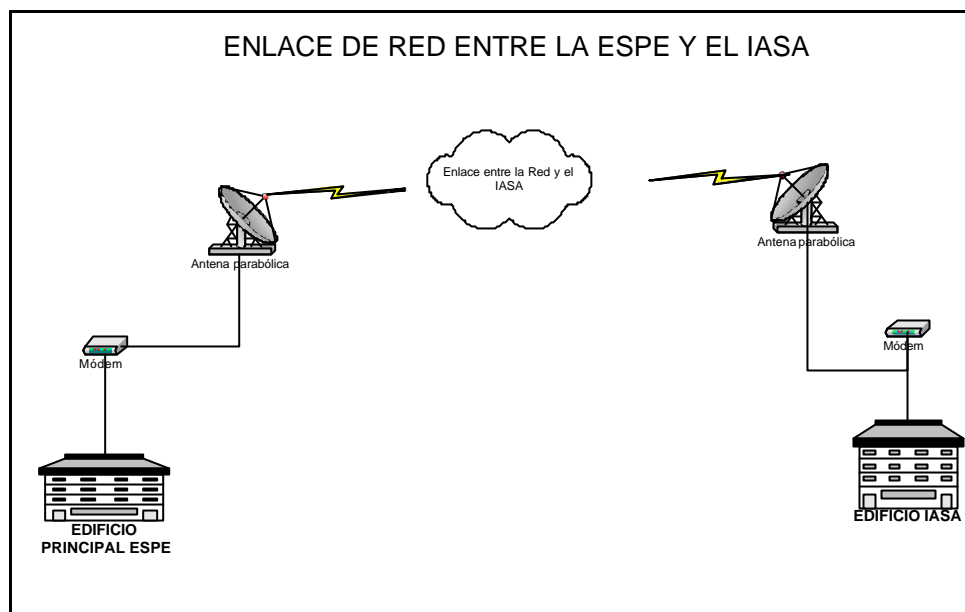


Figura 7.2 Enlace entre la ESPE y el IASA

6.2.2 Análisis de Requerimientos

En esta parte se debe analizar los requerimientos de la empresa o el usuario en cuanto al funcionamiento de la red:

Velocidad de la red = 1000 Mb/s

Tiempo de uso = todo el día

Tipos de datos que se utilizarán por la red = voz, video, datos, multimedia

Tiempo de respuesta = Inmediato

Topología = Bus

Tecnología = Giga Ethernet

Distancia del enlace de fibra óptica = 13 Km.

Número de usuarios en la red = 50

6.2.3 Análisis de la parte pasiva

Para el enlace de fibra óptica entre la ESPE Sangolquí y el IASA se utilizará cable aéreo. Esta instalación se realizará por medio de los postes de alumbrado público, teniendo en cuenta que en los sectores que no existe postes tendrán que ser instalados.



El cable de fibra óptica a utilizar será:

- Cable aéreo figura ocho de 12 fibras:
- La fibra óptica será monomodo.

Las características del cable de fibra óptica a utilizar se pueden observar en el anexo C1 ; la fibra óptica a utilizar será del tipo loose tube para exteriores esto viene especificado en el cable figura 8 que es el que se debe utilizar.

Como los rollos de cable de fibra óptica lo máximo que viene es de 5 Km. se tendrá que utilizar empalmes a esta distancia.

En cuanto a los conectores de fibra óptica que se utilizarán serán SC y patchcords con terminaciones SC y las características las observamos en el anexo C2 y C3 respectivamente.

Para la instalación de la fibra se tiene que en el trayecto IASA – ESPE Sangolquí tenemos 157 postes y se deberá colocar 8 postes mas para llegar hasta el IASA entonces lo que se debe tener es 165 abrazaderas de postes 330 ajustadores y templadores y 2 protecciones de cable en el poste.

Además se deberá pasar cable por ductería por lo que se debe tener alambre galvanizado, ductos y si no existen se debe construir pozos de revisión.

Cada 5 Km. se realizará empalmes de fibra óptica por lo que se deberá utilizar cajas de protección para empalmes.

Para escoger que tipo de cable utilizar se sigue con los siguientes requerimientos

**Cable Fibra Óptica Aéreo Figura 8**

Requerimientos	Newlink	Pirelli	Furukawa	All Wave
Atenuación (dB/Km.)	0,32	0,35	0,37	0,35
Dispersión (ps/nm*Km)	18	18	20	20
Distancia Máxima (m.)	15.000	10.000	15.000	12000
Estándares	ANSI/CEA S-87-640. ANSI/TIA/EIA - 568B.	ANSI X379 TIA 758	ITU-T Rec. G652 y G655.	ITU-T Rec. G652 y G655.
Peso (kg/Km)	305.	350	320	325
Mínimo radio de curvatura (mm)	120	115	115	120
Mensajero Dieléctrico	SI	NO	SI	NO

Tabla 7.1 Requerimientos de cable¹

Para los demás elementos pasivos se debe tomar como referencia el tipo de cable escogido y la marca del cable que se escoge; en este caso el cable que se tiene es de la marca New Link entonces los elementos como conectores, patchcords, cajas de empalme, racks se recomienda sean de la misma marca para que no exista problemas al momento de instalar y sea más fácil este proceso.

Se escoge el cable de fibra óptica figura 8 marca NEWLINK ya que en este análisis cumple con los requerimientos que se necesitan para instalar un enlace de fibra óptica entre la ESPE y el IASA.

7.2.4 Análisis de la parte activa

Se puede tener las siguientes alternativas:

1. Switch con módulo de fibra.
2. Switch e instalar un transceiver en la parte externa.
3. Utilizar los switches existentes en la ESPE y aumentar los módulos GBIC que se necesita.

¹www.newlink.com; www.allwave.com; www.pirelli.com; www.furukawa.com



En el análisis de situación actual tenemos el switch 3com 4050 en la ESPE, se pueden observar las características de este switch en el anexo D1; aquí se puede utilizar el modulo GBIC de 3com de las siguientes características:

- Modelo: 3Com® 1000BASE-LH70 GBIC Transceiver
- Para fibra monomodo
- Conectores SC
- Puede llegar hasta una distancia de 70 km.

Características de este módulo de fibra se observa en el anexo D5.

En cuanto al switch del IASA tenemos lo siguiente:

Adquirir un switch 3com 4228G que por sus características que se ven en el anexo D4 cumple con estándares y la interfase GBIC 1000 base LH70

Para poder definir este switch tenemos el siguiente cuadro de requerimientos:

Requerimientos	3com 4228G	3com 4050	3com 4226T	Cisco catalyst 2950
Soporte para Modulo de fibra Gbic	Si	Si	No	Si
Puertos GE	Si	Si	No	No
Auto-sensible y auto-negociable en todos los puertos	Si	Si	No	No
Administración por consola y WEB	Si	Si	NO	Si
Full Duplex en todos sus puertos	Si	Si	Si	Si
Velocidad de Transmisión	100 Mbps	100Mbps	100 Mbps	100Mbps

Tabla 7.2 Requerimientos de switch ²

En el módulo Giga Ethernet tenemos los siguientes requerimientos

²www.3com.com; www.cisco.com



Requerimientos	3Com® 1000BASE-LH70 GBIC Transceiver	3Com® 1000BASE-LX GBIC Transceiver	3Com® 1000BASE-SX GBIC Transceiver
Fácil instalación	Si	Si	Si
Tipo de conector	SC	SC	SC
Tipo de fibra	Monomodo	Multimodo Monomodo	Multimodo
Distancia	20 – 70 Km	Multimodo 550m Monomodo 10 Km	220 m – 550 m
Longitud de onda	1540, 1550, 1570		
Energía óptica en el transmisor	1540 0 1550 N/A 1570 +4		
Energía óptica en el receptor	1540 -24 1550 N/A 1570 -1		

Tabla 7.3 Requerimientos para módulos GBIC³

Revisando las tablas 7.2 y 7.3 se llega a la conclusión de que los elementos que se requiere son:

El switch 3com 4228G que cumple los requerimientos que se necesita igual con el módulo GBIC 3com 1000LH70.

6.2.5 Análisis Parte Eléctrica

En lo referente a la parte eléctrica la institución donde se instalará la fibra óptica debe tener muy en cuenta que todos los equipos activos de una red y las computadoras conectadas deben estar protegidos en cuanto a diversos cambios de la corriente eléctrica para esto se debe tener muy en cuenta la utilización de UPS y tener un plan de contingencias por si alguna vez la conexión eléctrica falla.

En cuanto a adquirir un UPS se debe definir según las características de los switches a utilizar que es la parte activa que necesitará de energía eléctrica para su funcionamiento.

³http://www.3com.com/prod/es_LA_AMER/detail.jsp?tab=features&sku=3CGBIC97



Para realizar requerimientos del UPS se debe tener muy en cuenta los siguientes aspectos:

- Potencia Requerida por el switch
- Voltaje de entrada
- Voltaje de salida
- Factor de potencia
- Rango de frecuencia
- Protección contra sobrecarga
- Tiempo de respaldo.

En cuanto a un plan de contingencias en la parte eléctrica se tendrá lo siguiente:

Problema	Causa	Solución	Responsable	Tiempo
Corte de Energía	Apagones, salto de breakers,	Planta de energía, protección de breakers,	Mantenimiento y Construcciones	1 Hora
Corto Circuito	Mal cableado eléctrico, falla de conexión eléctrica	Revisión y mantenimiento de la estructura eléctrica	Construcciones Sr. Nacimba	2 Horas
Falta de conexión a tierra	Malas instalaciones eléctricas	Rediseñar la conexión eléctrica teniendo como prioridad la conexión a tierra	Construcciones	1 día
Caída de rayos	Naturaleza	Para rayos , UPS.	Mantenimiento	1 día
Voltaje inestable	Picos de voltaje, sobre tensión y baja tensión, ruido eléctrico.	Que el UPS también tenga la opción de regular el voltaje o sino a mas de UPS tener reguladores de voltaje.	Mantenimiento	1 hora
Corte de cables eléctricos	Terceras Personas, roedores,	Protección física de la instalación eléctrica, volver a conectar los cables	Construcciones y Mantenimiento	1 hora
Incendio	Terceras personas, mala instalación eléctrica, cortocircuito	Instalar en los lugares propensos a incendios un extintor.	Mantenimiento	1 hora

Tabla 7.4 Plan de Contingencias parte eléctrica

7.2.6 Factibilidad

7.2.6.1 Técnica

En cuanto a la factibilidad técnica el enlace a realizar permitirá que el IASA crezca de gran manera en cuanto a infraestructura tecnológica informática ya



que al tener un gran ancho de banda en la red Politécnica facilitará a la implantación de nuevos equipos y redes de información.

Además se tiene que hacer un análisis en cuanto a la atenuación que se tendrá en la instalación de la red de fibra óptica.

Distancia ESPE – IASA = 13 Km.

Empalmes = Cada 5 Km.

Nro de empalmes = 2

Atenuación por empalme = 0,1 dB = 0,2

Atenuación de la fibra = 0.32 dB por Km. = 3,84

Nro de Conectores = 6

Atenuación por Conectores= 0. 2 dB: = 1,2

Para calcular la atenuación tenemos la fórmula: $A = A_F + A_E + A_C + A_I$ que se explica en el capítulo VI en la ecuación 6.1.

$A_F = 3,84$ dB.

$A_E = 0,2$ dB.

$A_C = 1,2$

$AT = 3,84 + 0,2 + 1,2$

$AT = 5,24$ dB.

Se utilizará tecnología **Giga Ethernet** de la cual se tiene información en el capítulo V en el ítem 5.6.4.

Los equipos activos deberán tener la siguiente potencia óptica mínima; la cual se calcula con la fórmula: $P_{min}(T_x) = P(R_x) + A + AM$; la cual se explica en el capítulo VI ecuación 6.2.

$A = 5,24$ dB.

$AM = 5.0$ que es en todo sistema.

$P(R_x) =$

$P_{min}(T_x) = 5,24 + 5.0 = 10,24$



7.2.6.2 Operativa

En cuanto a factibilidad operativa quiere decir que funcionamiento tendrá el enlace de fibra óptica.

Cuando se ha terminado la instalación de la fibra óptica este enlace servirá de mucha ayuda a la investigación en el IASA y además provocará un cambio en la comunicación y la infraestructura tecnológica de los dos campus, así por ejemplo se tendrá que administrar de una forma adecuada el ancho de banda del Internet.

7.2.6.3 Económica

Este estudio esta realizado al mes de agosto del 2005.

ELEMENTOS DE FERRETERIA				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Abrazaderas de postes		165	0,8	132
Templadores		330	0,8	264
Ajustadores		330	0,8	264
Postes		8	200	1600
Alambre Galvanizado	m.	500	0,02	10
Tubo Conduit	m.	500	0,2	100
CABLEADO				
Cable FO monomodo	m.	12500	2,1	26250
Patchcords		8	3	24
Conectores SC		8	5	40
Patch panel		1	30	30
MANO DE OBRA				
CONTRUCCION POZOS		2	40	80
RUTEO DEL CABLE	m.	12500	0,5	6250
EMPALME		24	5	120
INSTALACION ELEMENTOS ACTIVOS		3	25	75
ALQUILER MAQUINARIA		1	1000	1000
TEST		2	30	60
ELEMENTOS ACTIVOS				
SWITCH 3COM 4228G		1	500	500
GBIC 3COM 1000 BASE LH 70		2	300	600
ALQUILER DE POSTES				600
VALOR TOTAL				37999

Tabla 7.5 Factibilidad Económica



Como se ve en la factibilidad económica el instalar el enlace de fibra óptica entre la ESPE y el IASA el costo aproximado será 38000 dólares sin contar con el mantenimiento que se le dará a este tipo de enlaces.

Se debe realizar una comparación entre este tipo de enlace que se propone y el enlace que se tenía entre estas dos campus ya sea módem, radio o microonda y ver su alcance de costos de aquí a 10 años para determinar si es viable o no realizar este tipo de enlace.

Tenemos que con el enlace que se tiene actualmente entre la ESPE Sangolquí y el IASA tiene un costo aproximado de 650 dólares al mes.

La ESPE en el servicio de red con el IASA tiene un costo de \$650 mensuales; suponiendo que el gasto en mantenimiento anual de la fibra óptica sea de 1000 dólares podemos hacer una comparación de costos de estos dos tipos de enlaces:

COSTOS DE LAS DOS OPCIONES DE ENLACES

	FIBRA OPTICA	VIA MICROONDA	COMPARACION
INSTALACION	38000	650	37350
1 AÑO	39000	7800	31200
5 AÑOS	43000	39000	4000
6 AÑOS	44000	46800	-2800
8 AÑOS	46000	62400	-16400

Tabla 7.6 Costos instalación de fibra óptica y microonda

Como se observa en la tabla 6.10 a partir del sexto año el costo de la fibra óptica es menor al inalámbrico.

Fibra Óptica

Costo		Beneficio	
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Instalación	38000	Velocidad de transmisión	1000 Mb/s
Mantenimiento Anual	1000	Nro de Usuarios	50
Energía	120	Valor * Horas Utilizadas al año	
Total	39120	Total	1050

**Microonda**

Costo		Beneficio	
Descripción	Valor	Descripción	Valor
Instalación	650	Velocidad de transmisión	128 Mb/s
Mantenimiento Anual	7800	Nro de usuarios	10
Equipos	400	Valor * Horas Utilizadas al año	
Energía	120		
Total	8850	Total	138

Tabla 7.7 Relación Costo – Beneficio

7.2.6.3.1 Estudio Costo Beneficio del Enlace

Lo que se determinará aquí es si es viable o no realizar el enlace de fibra óptica para ello se tiene que calcular los valores de:

- VAN = Valor Actual Neto
- TIR = Tasa interna de retorno
- PRI = Periodo de Recuperación de la Inversión

Lo cual se va a realizar partiendo de los datos de Ingresos y Egresos que se tiene al analizar el enlace de fibra óptica.

Egresos:

Instalación (Gasto Inicial) = 38.000: Tabla 7.5

Mantenimiento Anual = 800: estimado

Gastos Públicos al año = 100: estimado

Total Egreso Inicial = 38.000.

Total Egreso 1er año = 1120.

Ingresos:

Ahorro en comunicaciones: 453,72 mensuales (Anexo G) = 5444,64 al año

Ahorro Infraestructura comunicación inalámbrica: 196,28 mensuales = 2355,36 al año.

Total Ingreso 1er Año = 7800

Los datos de ingresos y egresos para un estudio de 10 años se observan en la siguiente tabla:

**INGRESOS Y EGRESOS ANUALES DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA**

TIEMPO EN AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
EGRESOS												
Instalación	38.000											
Mantenimiento Anual		800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
Gastos Públicos		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
INGRESOS												
Ahorro Comunicaciones		5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	5.444,64	
Ahorro Infraestructura		2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	2.355,36	
TOTAL	-38.000	6.900	6.900	7.728	8.655	9.694	10.857	12.160	13.619	15.254	17.084	
		6.900	7728	8.655,36	9.694,00	10.857,28	12.160,16	13.619,38	15.253,70	17.084,15	19.134,24	
VAN	-38.000	6000	5.843,48	5.691,04	5.542,58	5.397,99	5.257,17	5.120,03	4.986,46	4.856,38	4.729,69	15.424,82

Tabla 7.8 Ingresos y Egresos Anuales del Proyecto



Descripción de egresos:

Instalación.- Realizado el análisis de equipos y tipos de cable para utilizar además de la infraestructura que se realizará en el enlace de fibra óptica entre la ESPE y el IASA el costo de instalación esta dado por la tabla 7.5

Mantenimiento Anual.- Se recomienda tener presente en el presupuesto de cada año un valor para el mantenimiento anual de la red y estar prevenidos a cualquier daño que esta pueda sufrir para no alterar su funcionamiento.

Gastos Públicos.- Costos estimados por pagos de energía eléctrica y comunicaciones que hacen posible que la red pueda funcionar sin presentar algún problema.

Descripción de Ingresos

Ahorro de comunicaciones.- En la etapa de situación actual en el análisis se determina que el enlace actual es a través de microondas lo cual le permitirá tener un ahorro de 453,72 dólares mensuales que actualmente la ESPE paga por este enlace.

Ahorro de infraestructura.- En el enlace de microondas el mantenimiento y poner en funcionamiento los equipos tiene un costo de \$2350 al año.

Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto de un proyecto puede ser definido como la sumatoria de los valores actualizados a una tasa mínima de rendimiento o a una tasa adecuada para el inversionista, del flujo neto de fondos. Con este método todos los flujos de fondos se descuentan para encontrar su valor equivalente en el año cero el cual es el Valor Actual Neto.

La fórmula es la siguiente:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{\text{valores}_i}{(1 + \text{tasa})^i}$$

Ecuación 7.1 Valor Actual Neto



Donde:

n = tiempo o periodo

valores _{i} = valor de los ingresos menos los egresos de cada año.

tasa = el interés anual en este caso 12% + 3% de riesgo.

Entonces tenemos:

$$VAN = -38000 + \frac{6900}{(1+0,15)^1} + \frac{7728}{(1+0,15)^2} + \frac{8655,33}{(1+0,15)^3} + \frac{9694}{(1+0,15)^4} + \dots + \frac{19134,24}{(1+0,15)^{10}}$$

Realizado el cálculo del VAN tenemos que se obtiene un valor positivo a partir del séptimo año por lo que se recuperará la liquidez del proyecto de aquí en adelante. A partir de este año el enlace de fibra óptica será factible económicamente en comparación con el enlace de microondas existente.

Se utiliza una tasa de interés del 15% ya que la tasa actual de interés es del 12% y 3% por el riesgo.

Tasa Interna de Retorno.-

Es aquella tasa de interés que hace que el valor presente del proyecto sea igual a cero. La TIR mide la rentabilidad del dinero que se mantendría dentro del proyecto.

TIEMPO (AÑOS)	VALORES
0	-38.000
1	6.900
2	7728
3	8.655,36
4	9.694,00
5	10.857,28
6	12.160,16
7	13.619,38
8	15.253,70
9	17.084,15
10	19.134,24
TIR	23,10%

Tabla 7.9 Cálculo del TIR

TIR= 23,10%



El proyecto es factible ya que TIR es mayor que la tasa de interés actual.

Periodo de recuperación de la inversión PRI

Este criterio sirve para analizar la liquidez del proyecto o para medir en cuanto tiempo será recuperada la inversión inicial. El plazo o periodo de recuperación de la inversión es el tiempo que tarda en recuperarse el desembolso inicial.

AÑOS	FLUJOS ACTUALIZADOS	FLUJOS ACUMULADOS
0	-38.000	-38.000
1	6.900	-31.100
2	7728	-23.372
3	8.655,36	-14.717
4	9.694,00	-5.023
5	10.857,28	5.835
6	12.160,16	17.995
7	13.619,38	31.614
8	15.253,70	46.868
9	17.084,15	63.952
10	19.134,24	83.086

Tabla 7.10 Cálculo del PRI

Se puede observar en la tabla del cálculo del PRI que la inversión inicial se recuperará a los 5 años.

Estudio técnico entre las dos instalaciones

Requerimiento	Enlace Microonda	Fibra óptica
Velocidad	Baja	Alta
Ancho de banda	Bajo	Alto
Atenuación	Alta	Baja
Seguridad	Baja	Alta
Instalación	Fácil	Difícil
Costo Mantenimiento	Alto	Bajo
Infraestructura	Baja	Alta
Vida Útil	Corta	Larga

Tabla 7.11 Comparación Técnica entre Enlace Microonda y Fibra Óptica

Técnicamente el enlace de fibra óptica es muy superior al enlace microondas que actualmente se utiliza entre la ESPE y el IASA.



7.3 Diseño Físico



Terminando el análisis se realiza el diseño físico que consiste en realizar los mapas de red, ubicación de los puntos donde se instalará la fibra óptica donde se tendrá como resultado planos de red y el diagrama físico de la misma.

Aquí tenemos los mapas de la RED primeramente tenemos el mapa donde ubicamos la ESPE Sangolquí y el IASA el cual podemos observar en el anexo. En el siguiente gráfico podemos observar el recorrido que se realizará para lograr el enlace de fibra óptica entre la ESPE Sangolquí y el IASA.

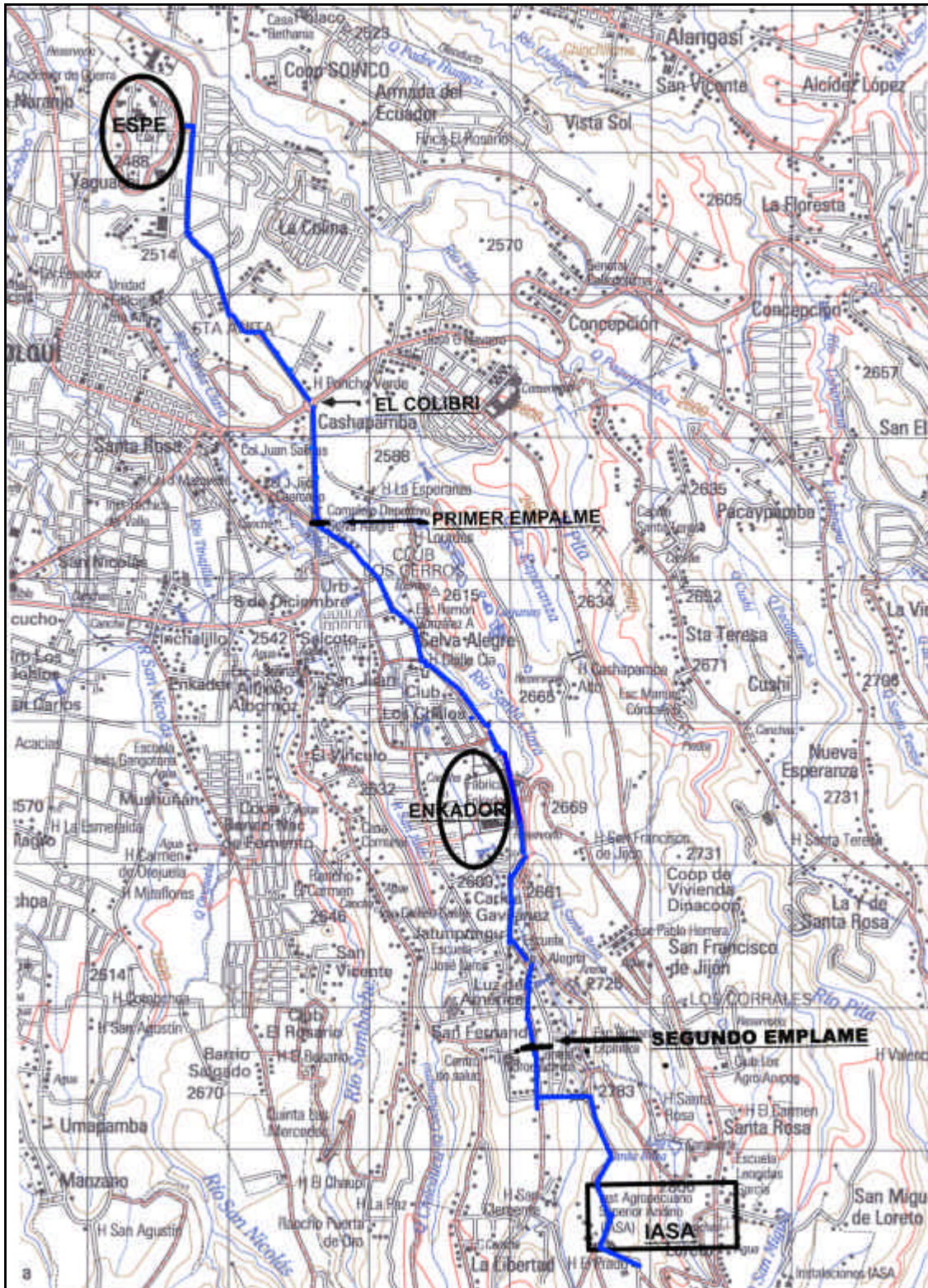


Figura 7.3 Distancia entre la ESPE Sangolquí y el IASA

Entonces como diseño físico se tiene:

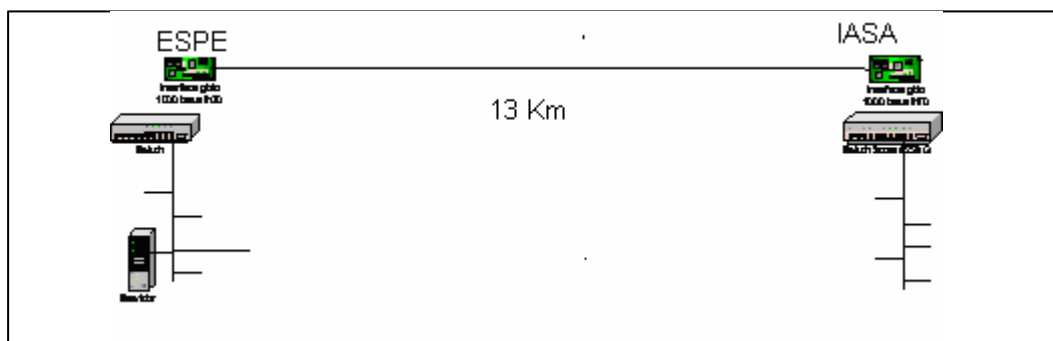
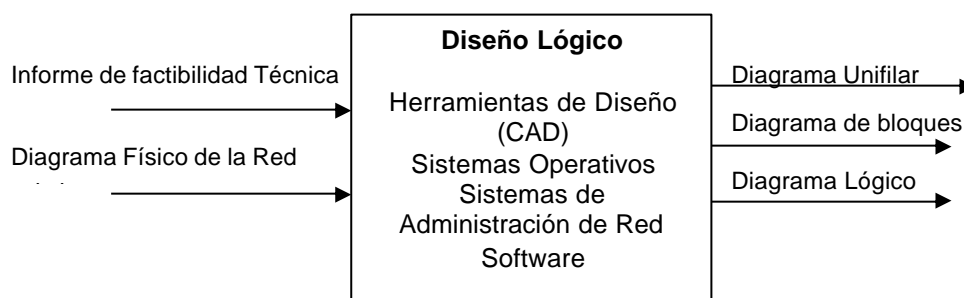


Figura 7.4 Diagrama Físico de la red

7.4 Diseño Lógico



En esta etapa de la metodología lo que se realiza es diagramas de acuerdo a la topología que se definió en el análisis y la tecnología a utilizar teniendo como resultado diagrama unificar, diagrama de bloques y diseño lógico, además se definen los sistemas operativos y el software a utilizar en la red

Diagrama Unifilar

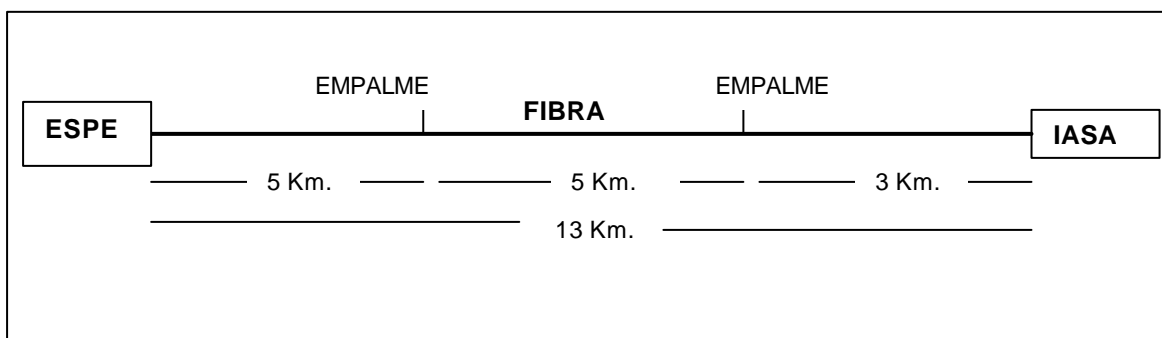


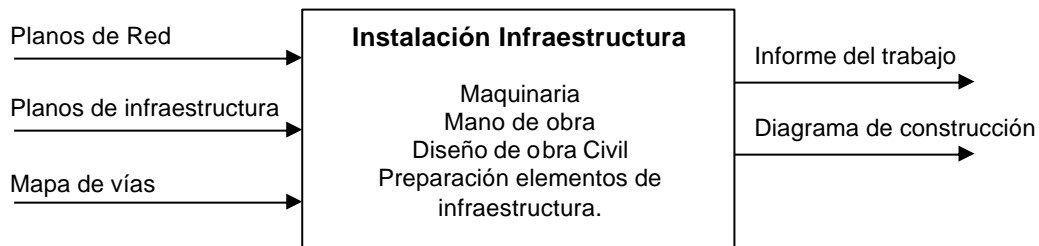
Figura 7.5 Diagrama Unifilar

7.4.1 Sistemas operativos y Software

Los sistemas operativos que se utilizan en la institución son Windows 2000, Windows 2003 y Linux y deberá existir un sistema de monitoreo de red y especialmente del enlace de fibra óptica que se va a instalar.

El software de monitoreo de la red se tendrá que instalar en el servidor o un equipo del departamento de redes y telecomunicaciones en la ESPE Sangolquí en el edificio central.

7.5 Instalación de Infraestructura



En todo tipo de red se debe realizar la instalación de infraestructura por donde pasará el cableado independientemente el tipo que se utilice; en fibra óptica es mas complicado ya que se tiene varios tipos ya sea por ductería o aérea, en interiores o exteriores lo que tenemos aquí es un cronograma del trabajo y un informe final.

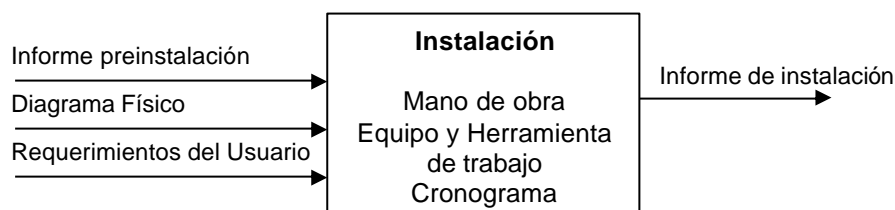
Para la instalación de infraestructura se deberá realizar un cronograma de actividades a realizar y cumplir la estimación del tiempo que se utilizará en el mismo.

En cuanto a llevar un cronograma de instalación de infraestructura se plantea la siguiente tabla

Actividad	Tiempo	Responsable	Conclusión
Creación de ductos y pozos de revisión instalando el tubo conduit y el cable galvanizado	8 días	Responsable A	
Levantamiento de información de postes	1 día	Responsable A	Toca instalar postes al final de la instalación
Instalación de Postes	1 día	Responsable B	Distancia de postes
Instalación de agarraderas de postes	3 días		

Tabla 7.12 Cronograma de instalación de Infraestructura

7.6 Instalación



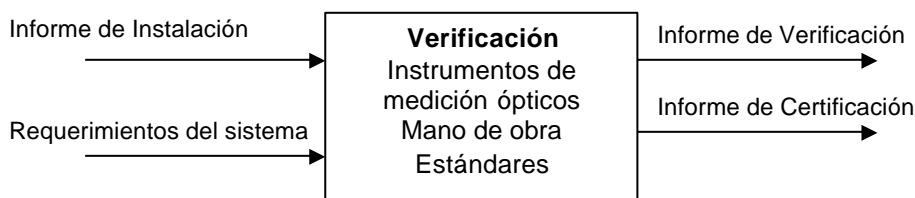
Una vez terminada La fase de instalación de infraestructura en lo que se prepara la vía por donde pasará el cable de fibra óptica se procede a instalar este teniendo mucho cuidado y muy en cuenta el método de instalación que se encuentra en el capítulo III

En la instalación se tiene que realizar con su respectivo cronograma de trabajo y presentación de informes, se plantea el siguiente tipo de cronograma:

Actividad	Tiempo	Responsable	Conclusión
Instalación por la ductería	1 día	Responsable A	Dejar en uno de los ductos cable enrollado de FO. Por si llega a pasar algún rompimiento de cables posteriormente
Instalación aérea	5 días	Responsable B	Se demora debido a que la trayectoria es amplia y además se debe realizar un informe diario del trabajo realizado Cada cierta distancia dejar cable de fibra óptica enrollado por cualquier eventualidad.
Instalación en el IASA	1 día	Responsable A	Se deberá instalar la fibra óptica en el IASA por donde se encuentra ya instalada la fibra anterior.
Instalación de elementos activos y conectores de fibra.	1 día	Responsable C	Instalación de switch y GBIC, además instalación de RACKS, PATCH PANELS, patchcords de fibra óptica.
Empalmes	1 día	Responsable C	En cada empalme dejar fibra enrollada por cualquier eventualidad que se pueda provocar a futuro.
Prueba de la instalación	1 día	Responsable B	Se realizara con un OTDR y revisará que se cumplan los estándares establecidos

Tabla 7.13 Cronograma de Instalación de la Fibra Óptica

7.7 Verificación



Una vez instalada la fibra óptica se procede a la verificación de la misma en el sentido de ver si cumple con los estándares de diseño aplicados en el análisis y el diseño físico. Aquí se debe presentar un informe de verificación.

Para la verificación se utilizará un OTDR.

En la medición óptica tenemos que ver los parámetros que necesitamos para que la red funcione bien en cuanto a velocidad de transmisión, datos enviados, datos recibidos

El informe de la verificación se presentará con el siguiente esquema:

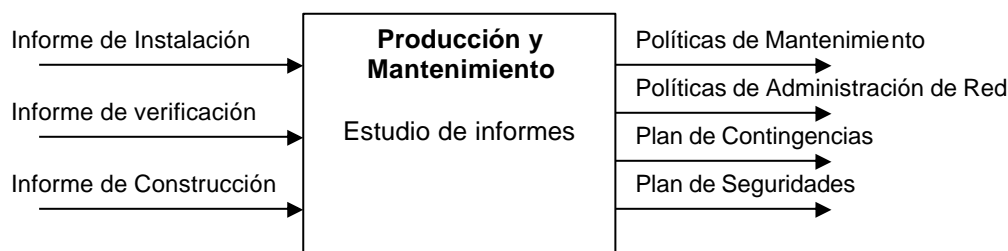
Medición	Distancia	Valor	Cumple Estándar
Atenuación	15 Km	≤ 5.24 dB	SI/NO
Pérdida en empalme	5Km	≤ 0.12 dB	SI/NO
Pérdida de retorno		$\leq 1,2$	SI/NO
Atenuación por tramo en fibra	1Km	$\leq 0,36$ dB	SI/NO

Tabla 7.14 Esquema de presentación de informe de verificación

Los valores indicados en la tabla 7.14 se deben tener muy en cuenta en el momento de la verificación puesto que en el diseño de la red se estiman estos valores.

En la práctica los valores pueden variar pero no debe llegar a exagerar así por ejemplo si en el diseño se estima una atenuación de 5,24 dB, al momento de verificar puede máximo llegar a tener un error de + - 0,2 dB para decir que la instalación cumple con los estándares de diseño establecidos.

7.8 Producción y Mantenimiento



Aquí se procede a describir las reglas de un mantenimiento para el cableado de fibra óptica en cuanto a que tiempo se debe realizar; como proceder a realizarlo y que hacer en caso de darse un percance en cuanto al cableado de fibra óptica con lo que se debe tener muy en cuenta un plan de contingencias



En el mantenimiento se propone realizar las siguientes fases:

Revisión cableado aéreo: Esta revisión se lo realizara por lo menos una vez al año para verificar que la instalación no ha sufrido ningún daño.

Revisión de cableado por ductería:

Por ducteria como se tiene mayor protección se lo deberá hacer una vez cada dos años.

El mantenimiento al cableado casi no se realiza lo que hay que tener en cuenta es cuando suceda algún percance estar preparado y tener un plan de contingencia en caso de que suceda:

- ✓ Caída de postes en cuanto al cableado aéreo
- ✓ Algún percance natural como terremotos erupciones de volcanes
- ✓ Corte de la fibra óptica
- ✓ Mal funcionamiento de la red entre el IASA y la ESPE.

Se presentará un informe de mantenimiento con un cronograma establecido, en este caso cada año con la siguiente estructura.

Descripción	Plan	Costo	Responsable	Tiempo
Caída de postes	Levantamiento de postes o cambio de postes, instalación de cable	<\$400	El responsable puede ser una persona de la misma empresa o delegar a empresas que presten este tipo de servicio existente en el lugar donde se instala la red de fibra óptica. CONSTRUCCIONES	1 DÍA
Corte de la fibra	Empalme de la fibra	<\$200		1 HORA
Mal funcionamiento de la red	Revisión de cableado ; configuración de equipos activos	<\$200		1 DIA
Percance natural	Revisión de daños, análisis de daños (si se pueden reparar o no); Inicio de mantenimiento	<\$1000		1 DIA
Caída del cable	Reposición del cable al lugar donde se encontraba	<\$200		1 DIA

Tabla 7.15 Esquema de plan de mantenimiento

En el plan de mantenimiento como se puede observar es mas un plan de contingencias en caso de que a la red le suceda algún percance, este plan de mantenimiento se debe tener muy en cuenta para calcular los costos para que la factibilidad económica este bien realizada.



También se debe realizar un plan de contingencias por si llega a ocurrir un fallo en la conexión del enlace en estudio con las siguientes características:

Problema	Causa	Solución	Responsable	tiempo
CABLEADO				
Rompimiento cable	Mal empalme, corte por terceras personas	Empalme de la fibra o conectorización	Sistemas	1 hora
Daño de conectores	Golpe, muchas conexiones y desconexiones.	Volver hacer la conectorización con un conector nuevo	Sistemas	1 hora
Daño de patchcords	Conexión y Desconexión, mal utilización	Reemplazar Patchcord, establecer seguridades en el rack.	Sistemas	30 minutos
Robo de patchcords	Seguridad nula en el cuarto de telecomunicaciones	Establecer políticas de seguridad física de la red.	Seguridad y Sistemas	
EQUIPOS ACTIVOS				
Desconfiguración de switch	Reseteo del sistema,	Configurar nuevamente	Sistemas	30 minutos
Daño en equipos activos	Mala utilización del usuario, inestabilidad de energía eléctrica	Capacitar al usuario, establecer un plan de contingencias del área eléctrica.	Sistemas Mantenimiento	30 minutos
Robo de equipos activos	Seguridad nula en el cuarto de telecomunicaciones y el área donde están instalados.	Establecer políticas de seguridad física de la red y responsables del área.	Sistemas Seguridad	1 hora
SOFTWARE				
Pérdida de datos	Corte de energía eléctrica, inseguridad de la red, daño de elementos físicos de la red	Plan de contingencias del área eléctrica, Plan de seguridades de la red, realizar backups permanentes de los servidores de la red.	Sistemas Mantenimiento	1 hora
Desconfiguración del Servidor	Mal manejo del usuario, presencia de virus informático, pérdida de datos.	Capacitar al usuario, instalación de antivirus y plan de seguridades de red.	Sistemas	1 hora
COMUNICACIÓN e INTERNET				
Pérdida de enlace de F.O. entre la ESPE y el IASA	Daño del cableado	Utilizar equipo redundante; Instalar enlace microonda	Sistemas	1 día
Ataque de hackers	No existen seguridades en la red.	Establecer políticas de seguridad lógica de la red.	Sistemas	1 hora
Pérdida de conexión a Internet	Desconfiguración del servidor central, falla de la conexión, falla del proveedor	Volver a configurar el servidor, realizar la verificación de fallas, tener una buena comunicación con el proveedor del servicio.	Sistemas	1 hora
OTRO TIPÓ DE RIESGOS				
Incendio	Instalación eléctrica mala, cortocircuito, terceras personas.	Tener en el cuarto de telecomunicaciones o cerca de este un extintor de incendios.	Mantenimiento y Construcciones	1 hora
Robos	Seguridad nula de la red.	Establecer políticas de seguridad física de la red y del lugar donde se encuentra instalada la misma	Sistemas y Seguridad	1 hora

Tabla 7.16 Plan de Contingencias



En cuanto al plan de seguridades el departamento de Organización y Sistemas de la Escuela Politécnica del Ejército tiene sus propias políticas en cuanto a manejar este tema.

En el caso que la empresa donde se instale una red ya sea de fibra óptica o cualquier tipo de red es recomendable tener una política de administración de la red en cuanto al tema de seguridad de la red y especialmente seguridad de la información.