

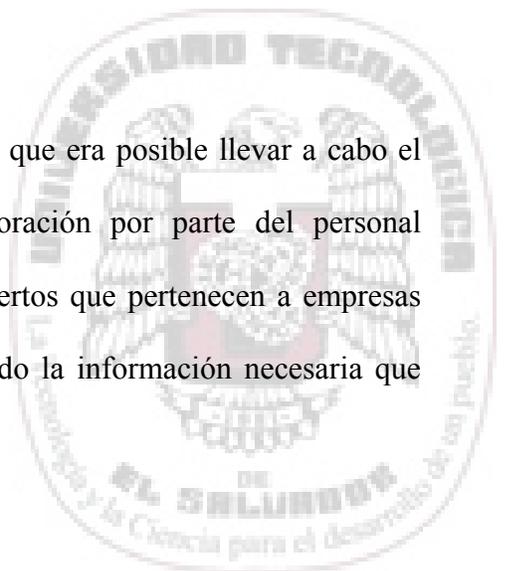
CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Siendo el Tribunal Supremo Electoral una institución que prácticamente define mediante el voto del pueblo quienes serán los gobernantes que regirán el destino del país, esa gran responsabilidad exige tener un sistema de comunicaciones con las catorce cabeceras departamentales, seguro y rápido, ya que debido a su carencia hay atrasos en todas las diligencias que ahí se llevan a cabo, repercutiendo en la pérdida de tiempo y pérdida de datos retrasando así cualquier toma de decisión basada en la información que genera cualquiera de las catorce cabeceras departamentales. Es importante mencionar que mediante un buen sistema de comunicaciones también pueden trasladarse los resultados preliminares de las elecciones de forma rápida y segura, como también mantener una comunicación directa entre sus catorce oficinas remotas compartiendo información de manera oportuna, cuyo beneficio sería tener una mejor gestión administrativa.

3.1. Estudio de la viabilidad del sistema.

Después de hacer los estudios necesarios se determinó que era posible llevar a cabo el diseño del sistema, ya que se contó con la colaboración por parte del personal involucrado del Tribunal Supremo Electoral y los expertos que pertenecen a empresas que proveen servicios de comunicación, proporcionando la información necesaria que nos permitió determinar la viabilidad del sistema.



Conjunto de elementos que permiten la viabilidad del proyecto:

- ◆ Acceso a la información de varias tecnologías usadas en las comunicaciones y sus Aplicaciones.

- ◆ Se tienen los conocimientos y la guía de expertos para llevar a cabo el diseño del sistema de comunicación.

- ◆ La gerencia de Tecnología e Información del Tribunal Supremo Electoral ha prestado el apoyo en cuanto a la información requerida para el desarrollo de la investigación.

- ◆ Colaboración por parte de los expertos que pertenecen a las diferentes empresas proveedoras de servicios de comunicación en el país.

- ◆ Se dispone del tiempo y los recursos económicos para financiar todo el trabajo de investigación.



3.1.1. Estudio de la factibilidad.

En cuanto a la factibilidad, se hicieron las investigaciones necesarias y se determino que es factible llevar a cabo la investigación en todas sus facetas tales como:

◆ **Factibilidad técnica**, existe la tecnología, teorías y equipos necesarios para llevar a cabo el diseño del sistema de comunicación, así como proveedores de dichos elementos, por lo tanto el diseño del sistema cuenta con la factibilidad técnica para llevarse a cabo.

◆ **Factibilidad económica**, el Tribunal Supremo Electoral cuenta con los fondos necesarios para llevar a cabo la implementación de cualquiera de las tres alternativas de solución al problema. Fondos provenientes del presupuesto asignado al Tribunal Supremo Electoral para la modernización del departamento de Tecnología e Información de dicha institución.

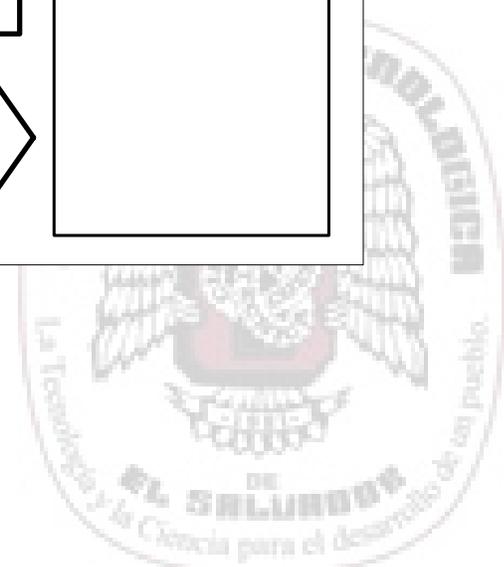
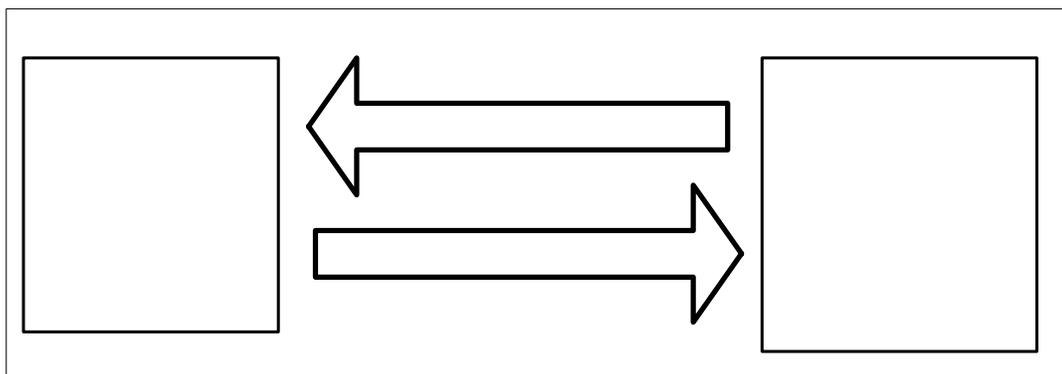
◆ **Factibilidad operativa**, después de la investigación realizada se cuenta con la aprobación de la mayoría de los empleados, involucrados con el traslado de datos, para realizar el diseño y la posterior implementación de un sistema de comunicación acorde a las necesidades de la institución.



3.2. Análisis del sistema de comunicación actual.

El sistema de comunicación actual está basado en la comunicación verbal vía teléfono, la comunicación escrita por medio de el traslado de documentos por los encargados en cada cabecera departamental, como puede observarse es un sistema lento e inseguro, pues en el traslado de los documentos estos tienden a extraviarse o llegan retrazados, un ejemplo que podríamos mencionar es el envío de un memorando a cada jefe de la institución en la cabecera departamental eso tarda una semana en llegar a su destino lo que resulta en un estado de desinformación entre los jefes y sus subalternos retrasando cualquier toma de decisión. Esto motivó a que el trabajo de investigación para optar al grado de ingeniero en sistemas y computación fuera encaminado a diseñar tres propuestas de sistemas de comunicación desde el Tribunal Supremo Electoral hasta cada una de las catorce cabeceras departamentales de El Salvador.

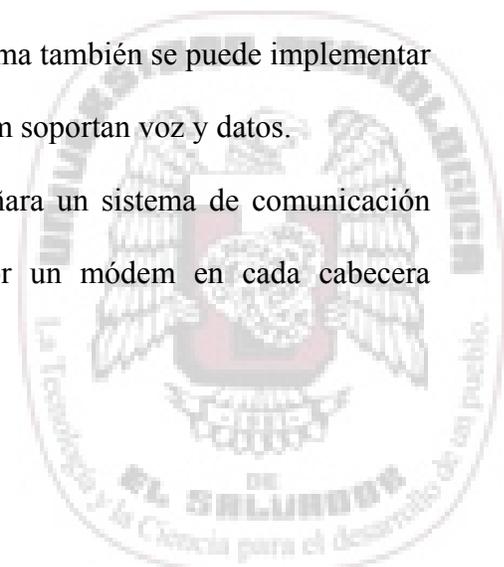
El flujo de información puede verse en el siguiente diagrama.



3.3. Propuesta 1 del sistema de comunicación

Se propone el diseño una Red Privada de Comunicaciones, que sea segura, rápida y eficiente, se basará en un sistema de comunicación por radio frecuencia utilizando para eso radio módem que operan entre 800-990 MHZ, los cuales tienen un ancho de banda que va desde 64KB hasta los 2MB, con este sistema podrán comunicarse con todas las cabeceras departamentales y en un futuro podrán expandir la red a las instituciones afines con las cuales tienen que mantener comunicación, además de poder trasladar los resultados preliminares de las elecciones, además de proporcionar una conexión en línea que les permitirá expandir su correo interno manteniendo un intercambio de información inmediata. Dicha red tiene un alto grado de escalabilidad y un ciclo de vida bastante largo, no es necesario cambiar toda la estructura de la red para obtener mayor velocidad en algunos puntos, esta red es capaz de soportar videoconferencias, la cual se puede lograr únicamente con adicionar un módulo especial a los radio módem, dicho módulo permite un mayor ancho de banda por tanto se logra tener una video conferencia en tiempo real, este sistema les proporcionará la comunicación necesaria para traslado de datos, consultas y lo más importante correo interno entre el Tribunal Supremo Electoral y las catorce cabeceras departamentales. Con este sistema también se puede implementar el uso de comunicación por voz ya que los radio módem soportan voz y datos.

Como respaldo para caídas de comunicación se diseñará un sistema de comunicación por línea conmutada la cual estará conformada por un módem en cada cabecera departamental y un módem conectado al servidor.



3.3.1. Diseño del sistema de comunicación (propuesta 1)

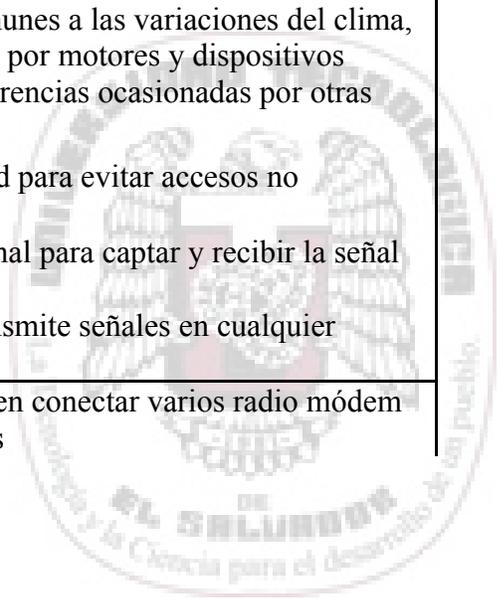
Para este diseño se comienza por definir los dispositivos y elementos que formarán parte del sistema así como todos los requerimientos que permitan entregar un producto funcional que cumpla con las expectativas del Tribunal Supremo Electoral.

3.3.2. Requerimientos para el diseño del sistema.

Los equipos que se ocuparán en nuestro diseño son radio módem y sus respectivas frecuencias, antenas direccionales, antenas omnidireccionales, hub's ocupados para agrupar radio módem y hacer una conexión Punto Multi Punto, torres para instalar antenas, conectores e interfaces para los diferentes dispositivos.

En la siguiente tabla se puede apreciar mejor los requerimientos para llevar a cabo el diseño del sistema.

Cantidad	Nombre	Descripción
33	RADIO MÓDEM	Rádios que operan con frecuencias de entre 820-980 MHZ tienen que ser inmunes a las variaciones del clima, a los ruidos ocasionados por motores y dispositivos eléctricos, y a las interferencias ocasionadas por otras frecuencias. Con niveles de seguridad para evitar accesos no autorizados
32	ANTENAS DIRECCIONALES	Antenas que se direccional para captar y recibir la señal en una sola dirección.
1	ANTENA OMNIDIRECCIONAL	Antena que recibe y transmite señales en cualquier dirección
3	HUB	Dispositivos que permiten conectar varios radio módem usados como repetidores



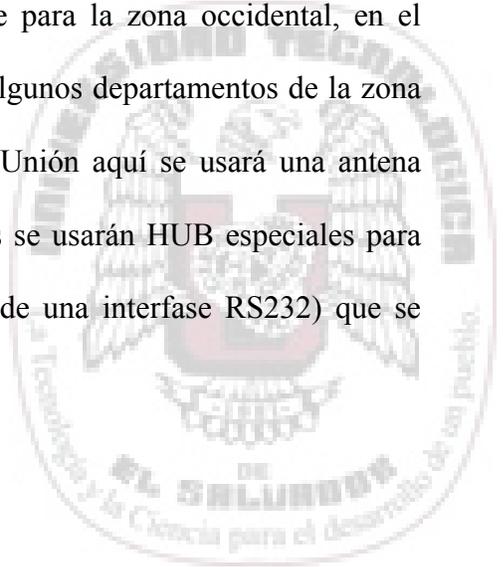
18	ESTRUCTURAS	Torres que servirán para instalar las antenas
16	PARES DE FRECUENCIAS DE RADIO ¹	Asignadas por la SIGET

3.3.3. Descripción de funcionamiento del sistema.

El sistema diseñado para trabajar con señales de radiofrecuencia funciona de la siguiente manera:

En cada cabecera departamental se colocará un radio módem y una antena direccional de tipo YAGI en su respectiva estructura, el radio módem usa dos frecuencias (opera en un rango de frecuencias de 820-960 MHZ) una para transmitir y otra para recibir, si un radio transmite a 932.01250 MHZ tendrá que recibir a una frecuencia de 941.01250 MHZ. Su interfase V.35 le permite comunicarse directo a la red Lan configurándosele una dirección IP con las que trabaja la institución. El radio módem tiene un alcance de más de 50 kilómetros, para enlazar con el tribunal Supremo Electoral se usaran radio módem como repetidores ubicados en el Cerro Verde para la zona occidental, en el volcán Chinchontepec para enlazar la zona oriental y algunos departamentos de la zona paracentral, en el volcán Conchagua para enlazar La Unión aquí se usará una antena omnidireccional, en cada uno de los volcanes y cerros se usarán HUB especiales para unir varios radios repetidores con uno solo (a través de una interfase RS232) que se

¹ Ver anexos



encargará de hacer llegar la señal hasta el próximo radio módem, de esta manera se disminuye la cantidad de radios a utilizar, todos los radios tendrán como destino final el Tribunal Supremo Electoral ubicado en San salvador, como ejemplo tomaremos el punto más remoto y más al nivel del mar como lo es La Unión, este departamento transmitirá hacia el volcán Conchagua en donde estará instalado un radio módem que utilizará una antena omnidireccional para transmitir en todas direcciones luego enlazará con el volcán chichontepec con otro radio módem repetidor, este a su vez se conecta con un HUB para salir por un radio único hasta el Boquerón utilizando de nuevo un HUB para salir a otro radio que transmitirá hasta el Tribunal Supremo Electoral en la colonia Escalón en san Salvador, el ancho de banda dependerá del tipo de radio (debido a su construcción modular un radio puede ser modificado a un bajo costo, con esto se logra gran escalabilidad en el sistema) que se ponga pero esta entre un rango de 64 Kbps-2 MB. Un radio módem que proporcione un ancho de banda de 64 KB lo hará utilizando un canal de 25 KHZ.

Pasos para obtener la asignación de frecuencias:

- ◆ Uno, investigar en el registro de telecomunicaciones de la SIGET las frecuencias que estén libres.

- ◆ Dos, retirar solicitud de asignación de frecuencias en recepción de edificio de la SIGET.



- ◆ Tres, llenar la solicitud (ver anexos) con las frecuencias solicitadas y entregar copias de los documentos de la institución que las solicita.

- ◆ Cuatro, esperar resolución de la gerencia de telecomunicaciones de la SIGET.

En la figura 19 se puede apreciar el diseño del sistema a nivel gráfico.



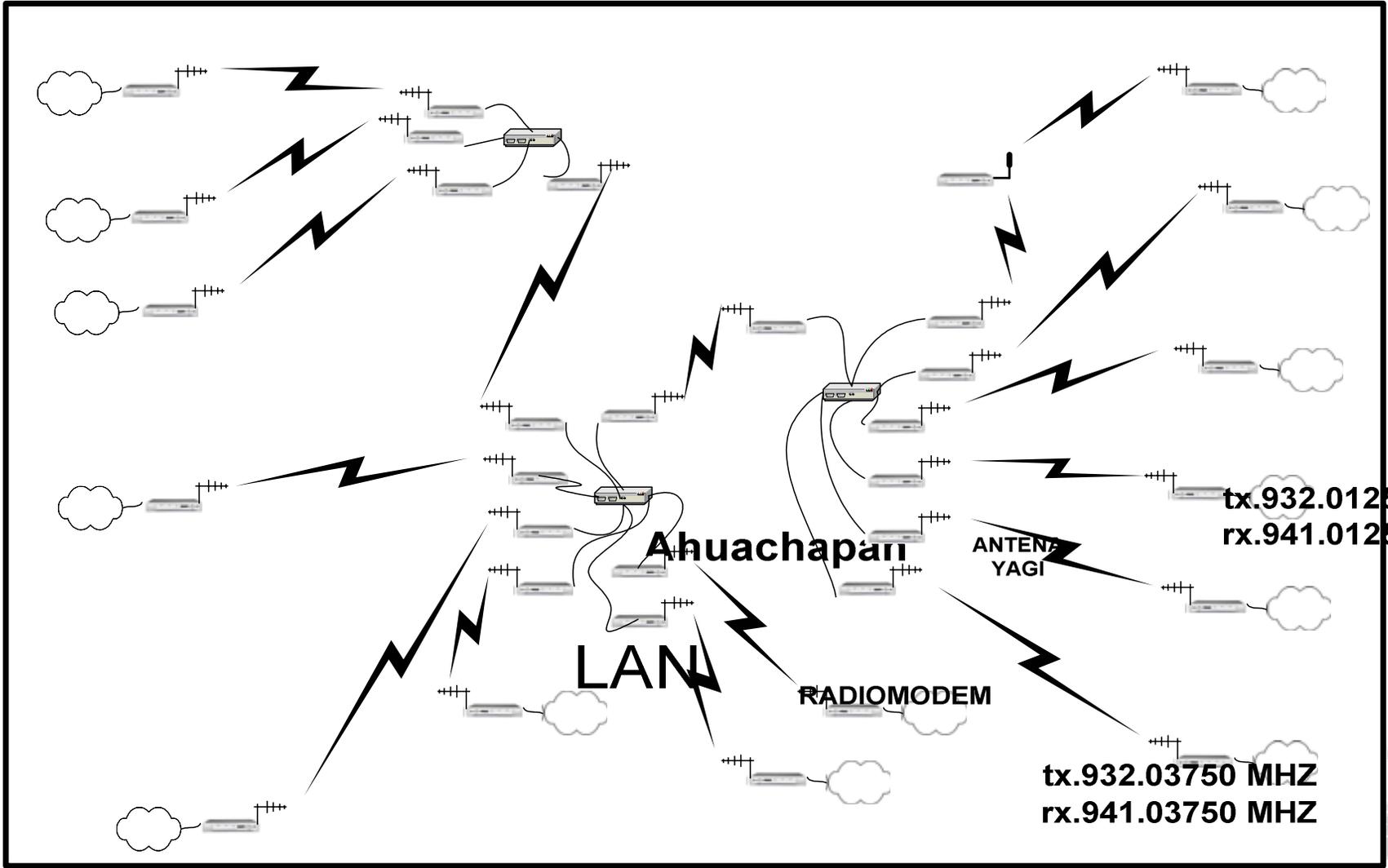


Figura 3.4 Santa Ana

10

LAN

RADIOMODEM

ANTENA
YAGI



3

3.3.5. Descripción técnica del equipo elegido.

◆RADIO MODEM RAM 64/25 MARCA YDI²¹

Va a la vanguardia de las comunicaciones digitales inalámbricas en el mundo, proporciona un ancho de banda de 128 kbps a través de un canal de 50 KHZ fácil de administrar para muchas aplicaciones.

Ofrece enlaces inalámbricos punto a punto con un alcance de más de cincuenta kilómetros. Construido para ser inmune a las condiciones climatológicas, a las interferencias producidas por los motores eléctricos y a la interferencia por otras frecuencias. Posee niveles de seguridad para accesos no autorizados.

Por su construcción modular esto lo hace escalable, se puede actualizar solo con el cambio de módulos.

Especificaciones generales:

- ◆ Rango de frecuencias 820-960 MHZ o 400-512 MHZ.
- ◆ Alcance de más de 50 KM.
- ◆ Ancho de banda de 64 Kbps en un canal de 25 KHZ.
- ◆ Opera Full Duplex, Acarreo Continuo.
- ◆ Impedancia de entrada de antena 50 Ohmios.
- ◆ Trabaja con rango de voltaje entre 90-264 VAC 50/60 HZ o con 12 VDC.

²¹ Ver anexos



- ◆ Inmune a las variaciones atmosféricas.
- ◆ De fácil configuración.
- ◆ Puede usarse como repetidor en grandes distancias.
- ◆ Frecuencia de separación entre RX/TX 3.6 MHZ Mínimo 76 MHZ Máximo.
- ◆ Consume 65 W típico y 75 W máximo
- ◆ Interfases RS232, V.35

◆ **RADIO MODEM MARCA LANLINK 900 64/25 MARCA YDI²¹**

Va a la vanguardia de las comunicaciones digitales inalámbricas en el mundo, proporciona un ancho de banda de 64 kbps a través de un canal de 25 KHZ fácil de administrar para muchas aplicaciones.

Ofrece enlaces inalámbricos punto a punto con un alcance de más de cincuenta kilómetros. Construido para ser inmune a las condiciones climatológicas, a las interferencias producidas por los motores eléctricos y a la interferencia por otras frecuencias. Posee niveles de seguridad para accesos no autorizados.

Por su construcción modular esto lo hace escalable, se puede actualizar solo con el cambio de módulos.

Especificaciones generales:

- ◆ Rango de frecuencias 820-950 MHZ.

²¹ Ver anexos



- ◆ Alcance de más de 50 KM.
- ◆ Ancho de banda de 512/256 Kbps en un canal de 25 KHZ.
- ◆ Impedancia de entrada de antena 50 Ohmios.
- ◆ Trabaja con rango de voltaje entre 90-264 VAC 50/60 HZ o con 12 VDC.
- ◆ Inmune a las variaciones atmosféricas.
- ◆ De fácil configuración.
- ◆ Puede usarse como repetidor en grandes distancias.
- ◆ Frecuencia de separación entre RX/TX 3.6 MHZ Mínimo 76 MHZ Máximo.
- ◆ Consume 65 W típico y 75 W máximo
- ◆ Interfases RS232, 10Base T, RJ45.

◆ **ANTENA DIRECCIONAL TIPO YAGI MARCA GRE²¹**

Antena direccional para usos como antena fija o móvil, construida con alta capacidad de recepción para las frecuencias deseadas en una sola dirección. Fabricada para captar bastante energía en una sola dirección proporcionando a las frecuencias una ruta segura para recibir y transmitir, las hay de cuatro y ocho elementos, hechas totalmente de aluminio.

Pueden operar con frecuencias de 820-980 MHZ.



◆ **ANTENA OMNIDIRECCIONAL MARCA GRE²¹**

Antena que recibe y transmite en todas direcciones en frecuencias de 820 a 980 MHZ

Es utilizada generalmente con radios repetidores que necesitan transmitir en todas direcciones, es de larga duración y funcionamiento consistente.

◆ **MPHUB 1000 MARCA YDI²¹**

Hub diseñado para lograr enlaces Punto-Multipunto, logra a través de interfases RS232 concentrar radio módem para unir todas las señales a un solo radio, con este dispositivo se minimiza la inversión pues evita poner un radio para cada punto.

Especificaciones generales:

- ◆ Tipo de recepción Conversión Dual
- ◆ Interfase RS232
- ◆ Conector DB25 femenino
- ◆ Rango de voltaje de entrada 90-264 VAC 50/60 HZ
- ◆ Consume 60 Watts
- ◆ Opera bajo temperaturas desde 0 hasta 50 grados centígrados
- ◆ Soporta alturas hasta de 3,000 metros
- ◆ Opera con una humedad del 95% no condensada

²¹ Ver anexos



3.3.6. Costos que tendría la implementación del sistema.

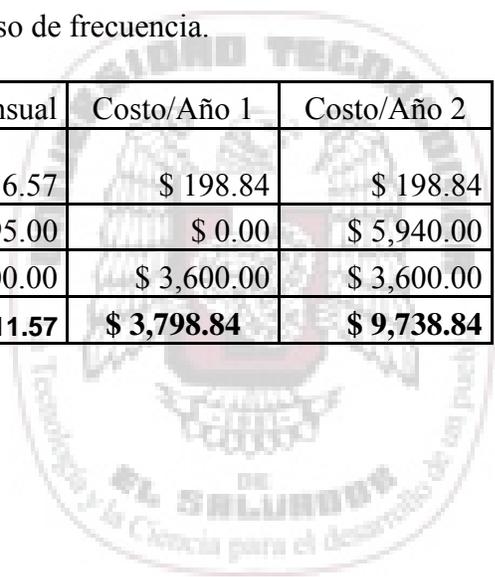
En la siguiente tabla se presentan los precios tentativos que tendría la implementación del sistema de comunicaciones diseñado.

Cantidad	Nombre	Modelo	Precio	Ubicación	Total
1	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,000.00	San Salvador	\$ 6,000.00
13	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,000.00	Cabeceras	\$ 78,000.00
4	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,000.00	Cerro Verde	\$ 24,000.00
7	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,000.00	Boquerón	\$ 42,000.00
7	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,200.00	Chinchontepec	\$ 42,000.00
1	RADIO MÓDEM	RAN 64/25	\$ 6,000.00	Conchagua	\$ 6,000.00
3	HUB	MPHUB 1000	\$ 2,000.00	Varios	\$ 6,000.00
32	ANTENA	YAGI	\$ 300.00	Varios	\$ 9,600.00
1	ANTENA	OMNIDIRECCIONAL	\$ 330.00	Conchagua	\$ 330.00
	INSTALACIÓN		\$ 10,000.00	Varios	\$ 10,000.00
				Total	\$ 223,930.00

El total anterior es de inversión inicial, la infraestructura en los volcanes y cerros es arrendada por el proveedor de servicio de mantenimiento, el costo de las antenas lleva el costo de la infraestructura para montarla, todos los precios son sin IVA.

Costos por mantenimiento, arrendamiento y costo por uso de frecuencia.

Cantidad	Nombre	Costo/Mensual	Costo/Año 1	Costo/Año 2
16	PARES DE FRECUENCIAS	\$ 16.57	\$ 198.84	\$ 198.84
1	MANTENIMIENTO	\$ 495.00	\$ 0.00	\$ 5,940.00
1	ARRENDAMIENTO	\$ 300.00	\$ 3,600.00	\$ 3,600.00
	TOTALES	\$ 811.57	\$ 3,798.84	\$ 9,738.84



Fórmula para calcular costo de canon por frecuencia.

$$C = (P * AB * 21.9 * 8.275) / 8.75$$

En donde:

P = Potencia en Watts

AB = Ancho de Banda en Mhz

21.9 = Factor de Servicio

8.275 = Costo Unitario del Espectro

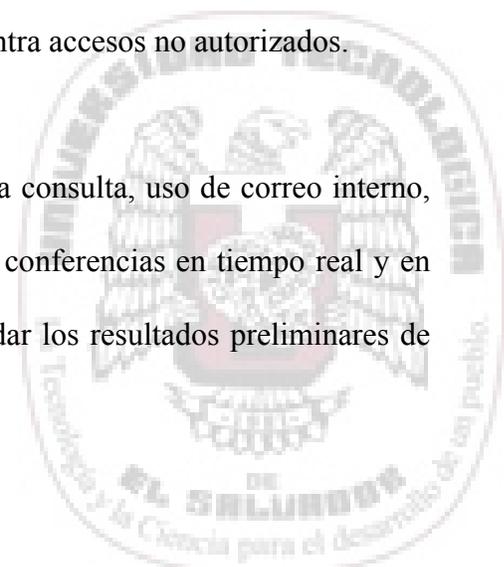
8.75 = para convertir a dólares

Ventajas:

- ◆ Con este sistema solo se tendrá una inversión inicial alta, las infraestructuras en los volcanes y cerros son arrendadas por los proveedores a un pago mensual no muy alto y un pago por mantenimiento que se tendría que negociarse con el proveedor.

- ◆ Será una verdadera red privada (ya que no tiene que utilizar la red de ningún proveedor) agregándole mayor seguridad al sistema contra accesos no autorizados.

- ◆ Se podrá mantener una comunicación inmediata para consulta, uso de correo interno, facilidad para modificar los radios para realizar video conferencias en tiempo real y en un futuro podría crearse una red completa para trasladar los resultados preliminares de las elecciones.



- ◆ Existencia de proveedores de servicio de mantenimiento en el área de la comunicación por radio frecuencia.
- ◆ Alto grado de escalabilidad ya que los radio módem son de construcción modular haciéndolos actualizables a un bajo costo permitiéndole tener un ciclo de vida bastante largo en comparación con otros sistemas.

Desventajas:

- ◆ Su rendimiento depende en gran medida de las condiciones climatológicas, cielos nublados, tormentas eléctricas, vientos huracanados etc.
- ◆ Accesos difíciles en los volcanes adonde están instalados los equipos y las antenas.
- ◆ Inversión inicial bastante alta.



3.4. Diseño del sistema de comunicación (propuesta 2)

Definición de los dispositivos y elementos que formarán parte del sistema de la propuesta 2.

3.4.1. Requisitos básicos para el diseño del sistema.

El primer requisito es contar con un proveedor que cumpla con los requerimientos del sistema, o sea que tenga cobertura a nivel nacional y que tenga ofrezca un ancho de banda de hasta 2 MB.

El diseño del sistema tendrá una distribución como se describe a continuación:

- ◆ El punto de convergencia de las catorce cabeceras departamentales se establecerá en el Tribunal Supremo Electoral en San Salvador, desde aquí se administrará el sistema de Comunicación.

- ◆ Para la transmisión de datos, se pueden designar canales de velocidad que se acople a un Router y de esa forma intercomunicar las Redes LANs.



3.4.2. Descripción de funcionamiento del sistema.

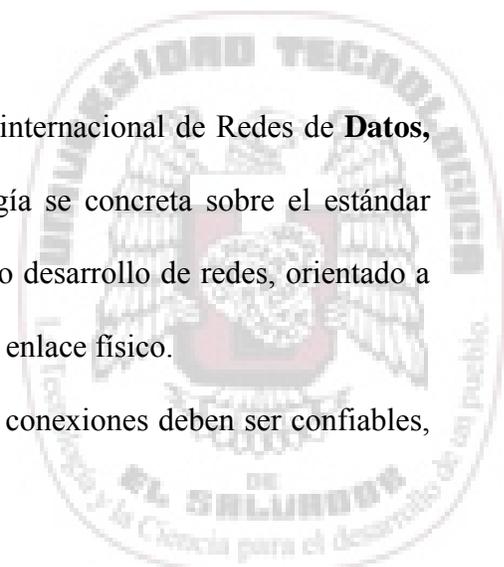
El diseño del sistema de comunicaciones, se basará en la interconexión usando enlaces digitales con tecnología Frame Relay con velocidad de 128 Kbps a través de un anillo de fibra óptica y un router en el que convergerán los enlaces digitales de los sitios remotos, en los cuales se instalarán enlaces Frame Relay con velocidad de 128 Kbps cada uno y el router, para tener una comunicación en línea entre los sitios remotos y la oficina central en San Salvador del Tribunal Supremo Electoral.

Esta interconexión logrará una comunicación en tiempo real, lo que le proporcionará agilidad en el procesamiento y envío de paquetes de datos, obteniendo la información en el momento y la actualización diaria de todas las actividades. Además con ésta tecnología como medio de transporte se tiene la opción de integrar en un futuro el envío de voz y video.

Éste servicio de conexión, el proveedor de la empresa seleccionada, lo realizará utilizando equipos de ruteo, que se encargan de encapsular los datos formando tramas de paquetes, las cuales son enviadas hacia el backbone óptico de la empresa, y los hace llegar a sus destinos correspondientes.

FRAME RELAY, puede definirse como un estándar internacional de Redes de **Datos**, ya sea para redes públicas o privadas. Esta tecnología se concreta sobre el estándar ISDN, el cual le permite a Frame Relay ofrecer un alto desarrollo de redes, orientado a paquetes de múltiples conexiones lógicas sobre un solo enlace físico.

Como Frame Relay, opera bajo el supuesto de que las conexiones deben ser confiables,



éste solo transporta datos, voz y video. Para este objeto se ha desarrollado una adaptación de la tecnología de paquetes, a velocidades de transmisión de 64 Kbps a 2Mbps. Es importante tomar en cuenta, que con ésta tecnología no se lleva a cabo una verificación de la información recibida en cada nodo, ya que deja el control de errores en la información a puntos inteligentes de origen y destino, el proceso se hace significativamente más rápido.

- ◆ Frame Relay nace como tecnología por la necesidad de incrementar el ancho de banda, debido al incremento de usuarios que demandan un servicio eficaz.
- ◆ Una de las ventajas de Frame Relay, es la eficiencia con la que maneja el tráfico irregular e impredecible, así como el suministro que hace de una sola línea a la red con la conectividad lógica hacia cualquier otro destino.

En la figura 20 se puede apreciar el diseño del sistema a nivel gráfico.



3.4.3. Sistema de comunicación utilizando Frame Relay

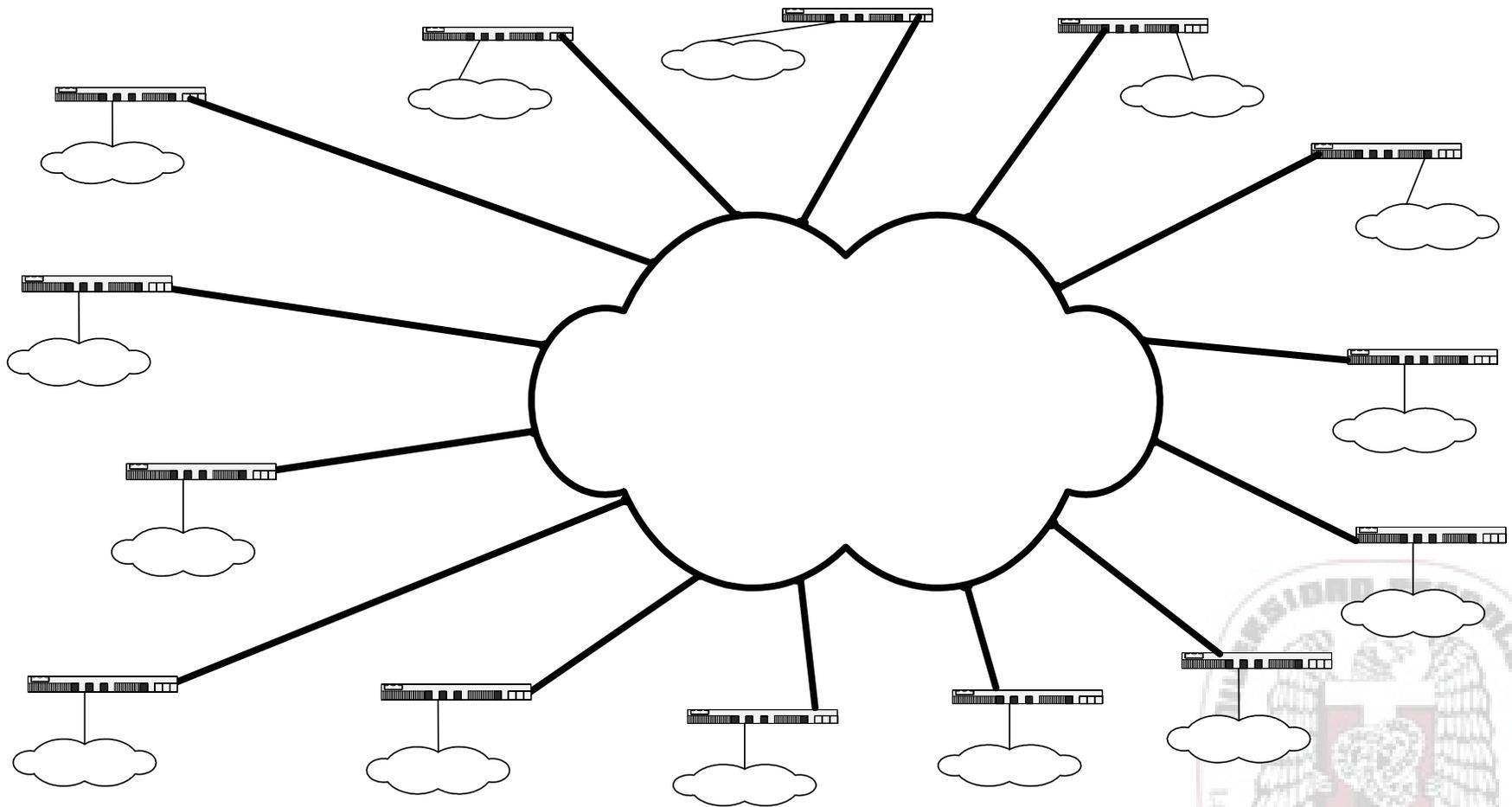


Figura 20
TSE
21 San Vicente
Router



3.4.4. Costos que tendría la implementación del sistema.

En la siguiente tabla se presentan los precios tentativos que tendría la implementación del sistema de comunicaciones diseñado.

Configuración	\$ 980.00
Costo de Instalación de Medio de comunicación	\$ 3,500.00
Costo Implementación del Proyecto	\$ 4,480.00

Costos por servicio, arrendamiento de equipo y mantenimiento del sistema.

Cant.	Conexión TSE	ancho De Banda	Tipo de Servicio	Router Arrendamiento	Tarifa Mensual	Sub Total
1	San Salvador	128 Kbps	Frame Relay	\$ 69.00	\$ 377.00	\$ 446.00
13	Cabeceras	128 Kbps	Frame Relay	\$ 897.00	\$ 4,901.00	\$ 5,798.00
					Total	\$ 6,244.00
					Total Anual	\$ 74,928.00

Ventajas:

- ◆ El amplio rango de las velocidades de interconexión permite incrementar el ancho de banda disponible para las necesidades futuras.



- ◆ Los múltiples enlaces lógicos sobre una línea física resulta en una reducción de costos. Debido a que los circuitos virtuales permanentes está predefinidos para cada par de puntos, el servicio está siempre listo para la aplicación. Esto resulta en un acceso más rápido a la red.
- ◆ El reenrutamiento protege la red de fallas en las líneas o equipos, asegurando de esa manera la transferencia de datos.
- ◆ Por medio del encapsulamiento de protocolos de capas más altas, Frame Relay elimina la necesidad de conversión de protocolo.
- ◆ Tiene la capacidad de rebasar hacia niveles más altos de velocidad cuando sea necesario.

Desventajas:

- ◆ Su costo mensual por el servicio es bastante alto.
- ◆ Depender de la respuesta del soporte técnico del proveedor por eventuales caídas del sistema.



3.5. Diseño del sistema de comunicación (propuesta 3)

Definición de los dispositivos y elementos que formarán parte del sistema de la propuesta 3.

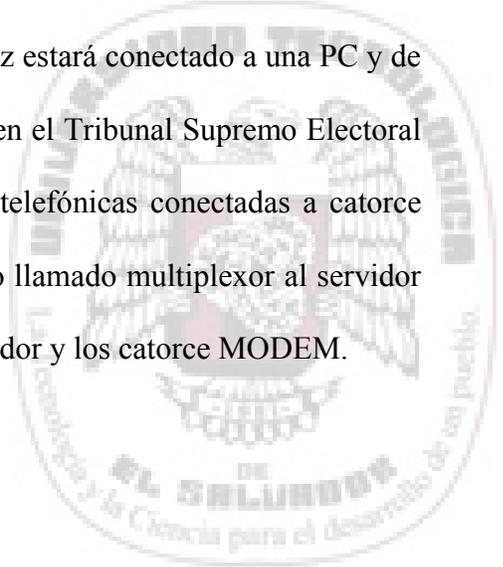
3.5.1. Requisitos básicos para el diseño del sistema.

Contar con proveedor de sistema telefónico que cuente con una infraestructura a nivel nacional es decir que cubra hasta el último rincón del país con dicho servicio.

El diseño del sistema tendrá una distribución como se describe a continuación.

- ◆ El punto de convergencia de las catorce cabeceras departamentales se establecerá en el Tribunal Supremo Electoral en San Salvador, desde aquí se administrará el sistema de Comunicación.

- ◆ Para la transmisión de datos, se designará una línea telefónica en cada cabecera departamental conectada a un MODEM el cual a su vez estará conectado a una PC y de esa manera intercomunicarse con el servidor ubicado en el Tribunal Supremo Electoral en San Salvador, aquí se contará con catorce líneas telefónicas conectadas a catorce MODEM, estos se conectarán mediante un dispositivo llamado multiplexor al servidor de comunicaciones, el cual es la interfase entre el servidor y los catorce MODEM.

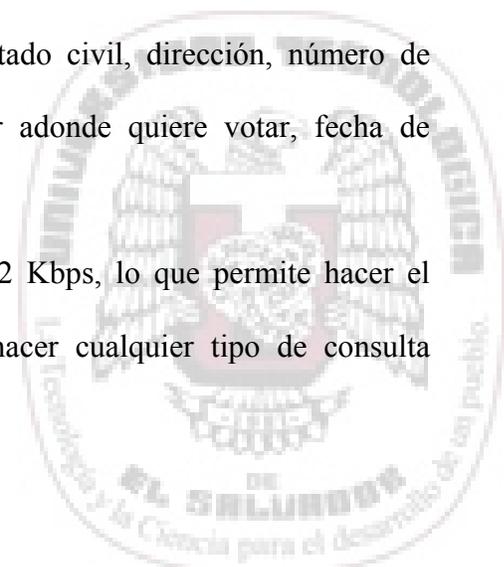


3.5.2. Descripción del sistema de comunicaciones.

Este diseño esta basado en la interconexión usando líneas telefónicas conmutadas, MODEM's, multiplexora y un servidor de comunicaciones.

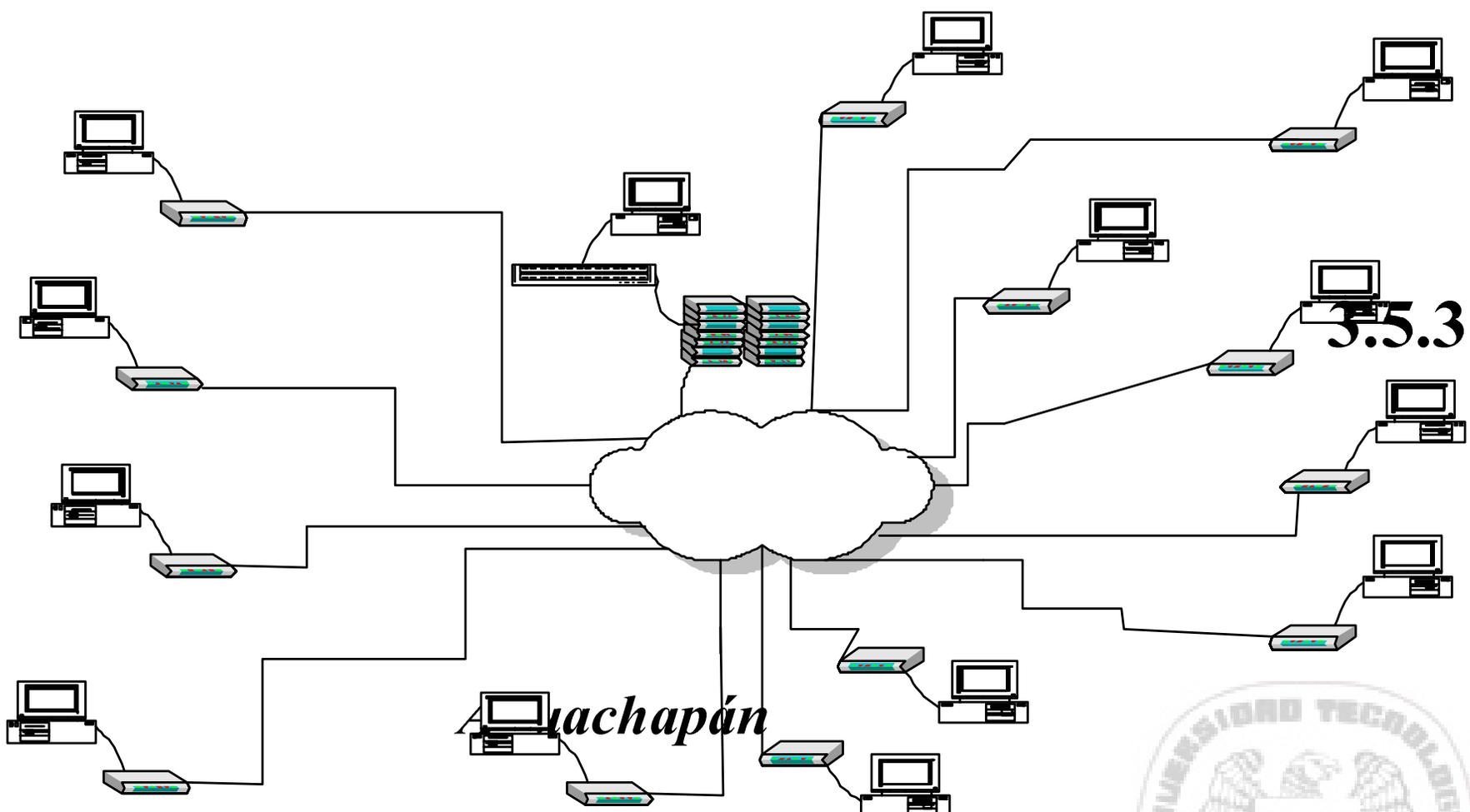
Interface: La interface depende del sistema operativo a utilizar para este sistema será mediante un emulador que permitirá abrir una sesión en el servidor de comunicaciones el cual a su vez esta conectado al servidor de base de datos, la comunicación se llevará a cabo mediante la marcación de un número telefónico conectado con un servidor de comunicaciones que funciona bajo plataforma LINUX (se usa este sistema operativo por sus cualidades administrativas de sistemas de comunicación y por la seguridad que presenta contra los accesos no autorizados) aquí la llamada es recibida, el usuario hace su ingreso utilizando su login y clave a una ventana de aplicación de captura de datos ubicada en el servidor de base de datos, ingresa los datos de las fichas del padrón electoral, aproximadamente 2KB por ficha, luego consulta los datos ingresados para verificar que fueron trasladados. Cabe mencionar que este sistema permite el acceso desde PC's con sistemas operativos Windows 95 en adelante, los datos a transferir son: nombres, apellidos, fecha y lugar de nacimiento, estado civil, dirección, número de documento de identificación, número de NIT, lugar adonde quiere votar, fecha de expedición, fecha de expiración, etc.

Este enlace tiene un ancho de banda promedio de 32 Kbps, lo que permite hacer el ingreso de los datos del padrón electoral, y para hacer cualquier tipo de consulta relacionado con el mismo.



En cada cabecera departamental estará instalado un MODEM ya sea interno o externo (de preferencia externo, pues esto permite mayor control sobre la comunicación), conectado a una PC y utilizando una línea telefónica que puede ser usada normalmente con teléfono mientras no se esté conectado al servidor central, a cada línea conmutada se le conectará un protector contra descargas eléctricas ocasionadas por las tormentas minimizando así los daños por dicha causa. En el Tribunal Supremo Electoral en San Salvador se instalarán 14 MODEM's externos con catorce líneas conmutadas (con sus respectivos protectores de línea), estos irán conectados a un dispositivo llamado multiplexor. El papel de este dispositivo es el de recibir la conexión simultanea de las catorce cabeceras departamentales, y conectarlas a un servidor de comunicaciones el cual se conecta al servidor en donde se encuentra instalada la aplicación de captura de datos, en la figura 21 puede apreciarse el diseño del sistema a nivel gráfico.





3.5.3. Di

IBM
Figura 21
Compatible
27



Mode
m

Santa

3.5.4. Descripción del equipo a utilizar.

MODEM 56KBPS CNET

- ◆Interface Serial
- ◆Conector DB9 hembra
- ◆Voltaje de entrada alimentado por fuente de poder externa

MULTIPLEXORA DE 16 PUERTOS DIGIBOARD

- ◆ Interfaz mediante tarjeta instalada internamente en slot PCI.
- ◆Módulo de 16 entradas.
- ◆Conector RJ45

SERVIDOR DE COMUNICACIONES

- ◆Procesador Pentium 4 de 2.0 GHZ.
- ◆Memoria RAM DDR de 512 MB.
- ◆Disco duro de 80 GB.
- ◆Sistema Operativo LINUX.



Manual de instalación y configuración de servidor de comunicaciones.

La primera parte es la instalación del sistema operativo para este caso LINUX y con la configuración de hardware antes descrita

◆ Paso 1, introducir el CD con el sistema operativo Linux Mandrake versión 7.2 y encender el servidor para que arranque desde el CD.

◆ Paso 2, seleccionar el idioma que tendrá el sistema operativo.

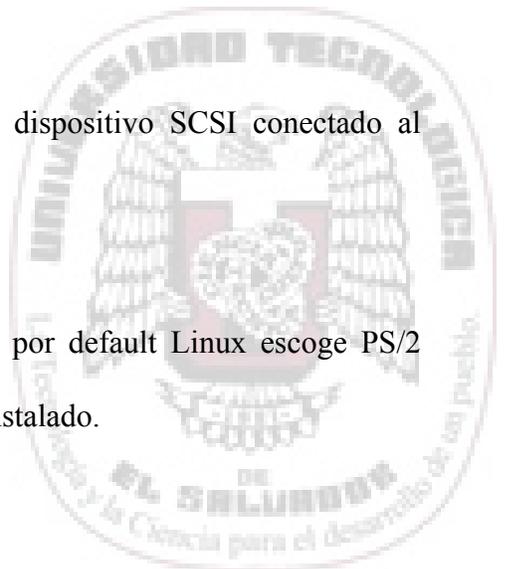
◆ Paso 3, aceptar los términos de la licencia.

◆ Paso 4, escoger el modo de instalación, es decir puede ser automático, personalizado o modo experto, si no sabe como instalarlo le aconsejamos que escoja modo automático.

◆ Paso 5, aquí Linux pregunta el tipo de instalación, estación de trabajo, programador o servidor, para este caso escoger tipo servidor.

◆ Paso 6, en este momento se pregunta si tiene un dispositivo SCSI conectado al servidor, escoger no.

◆ Paso 7, el tipo de Mouse que utilizará el servidor, por default Linux escoge PS/2 estándar, aceptar ese a menos que tenga uno diferente instalado.



- ◆ Paso 8, seleccionar el tipo de teclado, para este caso seleccionar español.

- ◆ Paso 9, en este paso debemos saber la cantidad de memoria RAM que posee el servidor, si Linux no detecta la cantidad digitamos la cantidad exacta, aquí también pregunta si queremos usar optimización de disco duro, recomendado no activarlo. También pregunta por el nivel de seguridad, para no arriesgarnos utilizamos baja de todos modos después podemos cambiarlo por nivel alto. Luego elegimos montaje automático, elegimos limpiar archivos temporales al arrancar el servidor, activamos el block numérico al arrancar, en resumen en este paso solo cambiamos el tamaño de la memoria RAM si este no coincide con la cantidad que tenemos en el servidor.

- ◆ Paso 10, este paso es uno de los más delicados pues aquí haremos las particiones del disco duro, es recomendable dar click sobre el espacio del disco duro no particionado y elegimos asignación automática dar click sobre hecho, Linux advierte que se escribirá la tabla de particiones de la unidad HDA aceptar, Linux hará las particiones.

- ◆ Paso 11, Linux preguntará que particiones deseamos formatear, elegir todas.

- ◆ Paso 12, aquí Linux verificará el disco duro en busca de bloques malos, seleccionar todo y aceptar.

- ◆ Paso 13, escoger los paquetes que queremos instalar, ya que contamos con el espacio



en disco duro escogemos todos y hacemos click en aceptar.

◆ Paso 14, aquí seleccionaremos la zona horaria, escoger El_Salvador y reloj interno GMT.

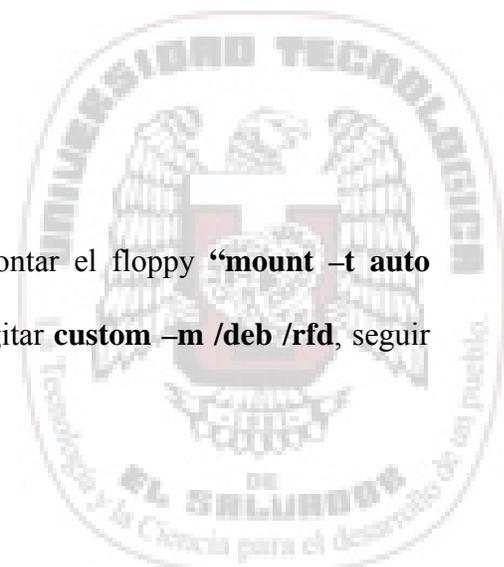
◆ Paso 15, asignar contraseña al root, recuerde que esta contraseña será importante no olvidarla pues de lo contrario nunca podrá hacer modificaciones en la configuración del servidor. Luego debemos tener una lista de los usuarios que serán autorizados a entrar al servidor, para crear los login y contraseñas, en caso de no tener la lista completa puede agregar usuarios después.

◆ Paso 16, opciones de arranque es recomendable utilizar las opciones por default de Linux.

◆ Paso 17, seleccionar que Linux arranque en modo texto, si en caso se necesita se abrirá en modo gráfico desde el modo texto. Reiniciar el servidor.

Instalación de multiplexora:

◆ Paso 1, abrir sesión como root en el servidor, montar el floppy “**mount -t auto /dev/fd0 /mnt**” enter, introducir el disquete, luego digitar **custom -m /deb /rfd**, seguir los pasos que solicita el programa.



Luego de instalada la multiplexora se procede a configurar las terminales remotas.

Digitar **cd /usr/lib/uucp** enter, luego digitar **vi devices**, habilitar cada uno de los tty1a hasta los tty1o los tty se generan cuando se instala la multiplexora.

Manual de operación para acceder al servidor desde terminal remota

Existen en el mercado gran cantidad de emuladores de fácil uso, que facilitarían el acceso al servidor desde una terminal remota.

Utilizaremos el emulador que Windows facilita siguiendo estos pasos:

◆ Paso 1, ir a inicio, luego programas, seleccionar accesorios, luego comunicaciones dar click sobre Hyper Terminal.

◆ Paso 2, Darle un nombre a la conexión y escoger el icono que la representará.

◆ Paso 3, digitar el número de teléfono al que se conectará, seleccionar el puerto en el que está conectado el MODEM casi siempre esta conectado al COM 1.

◆ Paso 4, configurar el puerto, cambie los BIT por segundo a 38400, luego cambie el control de flujo a Xon / Xoff, los demás parámetros déjelos como están.

◆ Paso 5, ahora puede seleccionar la conexión creada, esperar que el MODEM haga la conexión e ingresar al servidor mediante su login y clave si esta autorizado para hacerlo.



3.5.5. Costos del equipo a utilizar en la implementación.

En la siguiente tabla se presenta la cantidad de equipos a utilizar y sus costos por departamento y costos en la oficina central.

Cantidad	Nombre	Precio	Ubicación	Total
14	MÓDEM	\$ 150.00	San Salvador	\$ 2,100.00
13	MÓDEM	\$ 150.00	Cabeceras	\$ 1,950.00
1	MULTIPLEXORA	\$ 784.00	San Salvador	\$ 784.00
1	SERVIDOR	\$ 2,000.00	San Salvador	\$ 2,000.00
1	INSTALACIÓN	\$ 3,000.00		\$ 3,000.00
TOTAL				\$ 9,834.00

Como se puede ver en el cuadro anterior este es una de las soluciones más económica, pues además su costo de mantenimiento es prácticamente cero.

Costos por servicio y mantenimiento.

Cant.	Conexión TSE	Cuota Fija Mensual	Consumo Promedio diario	Total	Total
				Mensual	Anual
14	Cabeceras Departamentales	\$ 132.02	\$ 115.20	\$ 2,436.02	\$ 29,232.24

Ventajas:

- ◆La mayor ventaja es su bajo costo de inversión inicial.



- ◆ Mayor seguridad en el acceso no autorizado por que no es una conexión en línea.
- ◆ Bajo costo por enlace.
- ◆ Cobertura a nivel nacional.
- ◆ Varios proveedores del servicio.

Desventajas:

- ◆ No se puede mantener una comunicación por largo periodo de tiempo.
- ◆ Comunicación frágil, debido a la naturaleza de la línea.
- ◆ Caídas frecuentes de la comunicación por roturas de las líneas telefónicas.

3.6. Propuesta de sistema de respaldo (aplicable a propuesta 1 y 2).

En la entrevista hecha a los expertos en sistemas de comunicación todos estuvieron de acuerdo en que la mejor opción para un sistema de respaldo para una eventual caída del sistema en una forma prolongada era la línea conmutada, por su bajo costo y por su fácil instalación así como su fácil operabilidad y solo acarrea costo si se usa.



3.6.1. Diseño del sistema de comunicación.

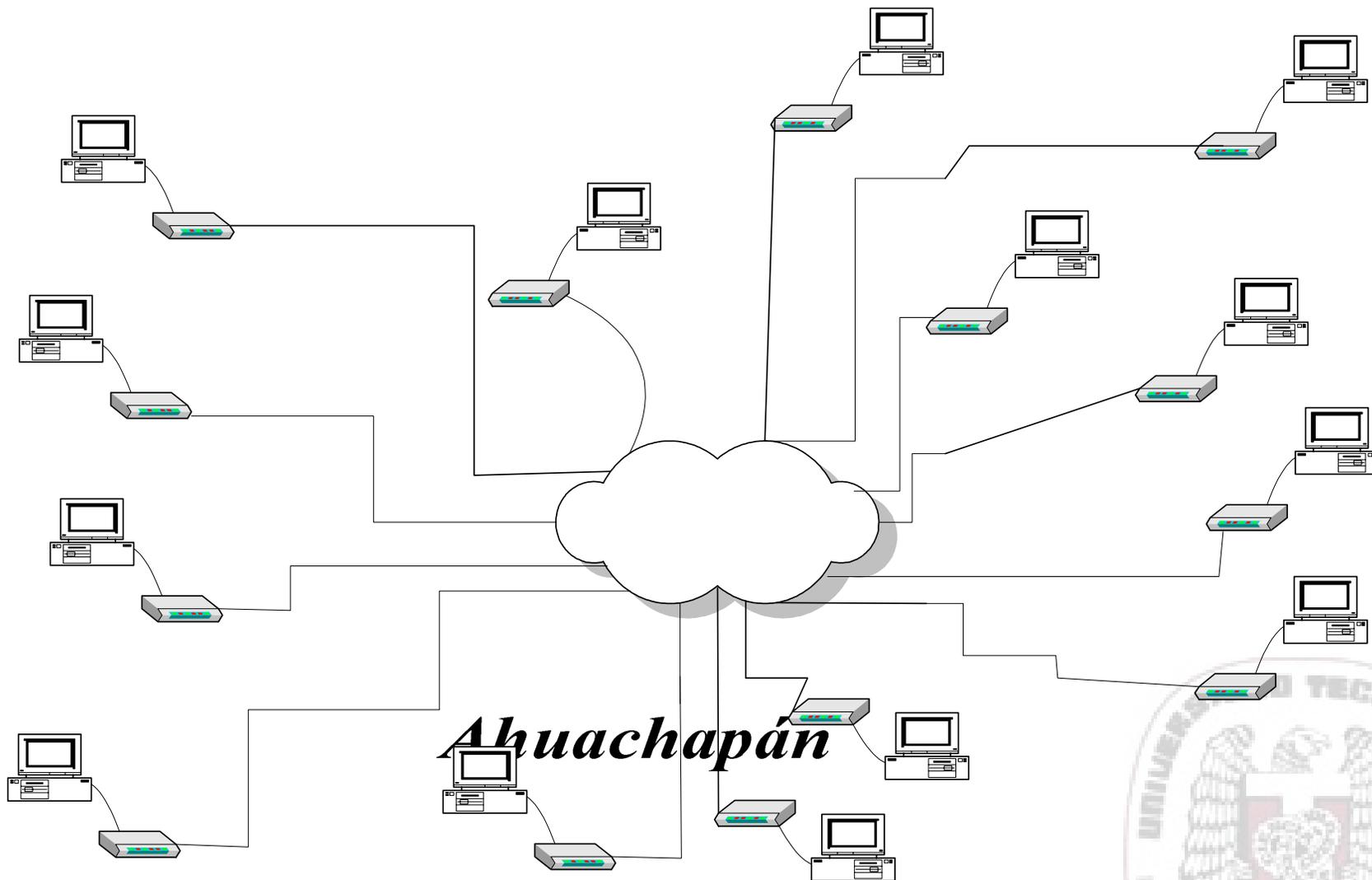
Sistema de comunicación basado en el enlace por línea conmutada, para este sistema se utilizarán 13 MODEM's instalados en las cabeceras departamentales y un MODEM instalado en el Tribunal Supremo Electoral en San Salvador.

3.6.2. Descripción del funcionamiento del sistema.

En cada cabecera departamental estará instalado un MODEM externo conectado al puerto serial de la PC, en caso de una eventual caída del sistema se encenderá el MODEM y luego se marcará desde la PC el número de el MODEM ubicado en el Tribunal Supremo Electoral, aquí al recibir la llamada el servidor colgará la llamada y marcará el número que llamo, por seguridad, si el número que llamó está autorizado a ingresar al sistema, comprobará el login y la contraseña y se establecerá el enlace, mientras se corrige el problema que ocasionó la caída del sistema.

El sistema se describe en la figura 21.





Ahuachapán

Figura 22

IBM Compatible



3.6.4. Costos que tendría la implementación del sistema.

En la siguiente tabla se presentan los precios tentativos que tendría la implementación del sistema de comunicación de respaldo.

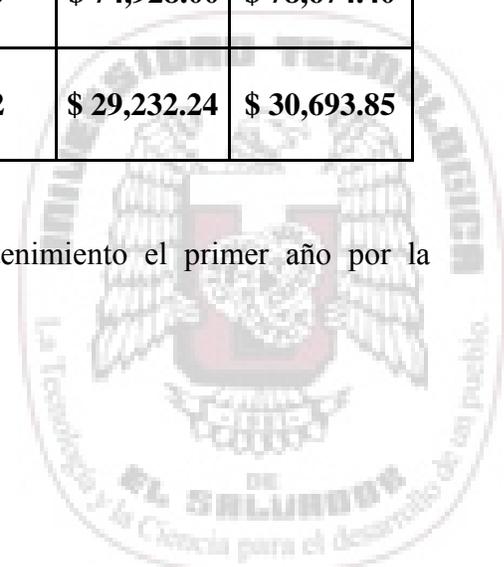
Cantidad	Nombre	Modelo	Precio	Ubicación	Total
14	INSTALACIÓN			Varios	\$ 1,000.00
1	MÓDEM	56KBPS	\$ 150.00	San Salvador	\$ 150.00
13	MÓDEM	56KBPS	\$ 150.00	Cabeceras	\$ 1,950.00

Total \$ 3,100.00

3.7. Comparación de costos de los tres sistemas.

	Costo Implementación	Costo Servicio y Mantenimiento	Año 1	Año 2
Radio Frecuencia	\$ 223,930.00	\$ 316.57	\$ 3,798.84	\$ 9,738.84
Frame Relay	\$ 4,480.00	\$ 6,244.00	\$ 74,928.00	\$ 78,674.40
Línea Conmutada	\$ 9,834.00	\$ 2,436.02	\$ 29,232.24	\$ 30,693.85

Nota: El sistema de Radiofrecuencia no paga mantenimiento el primer año por la garantía de los equipos.



De el cuadro anterior se puede deducir que el sistema por Radiofrecuencia tiene el mayor costo de implementación y el sistema por Frame Relay tiene el costo de implementación más bajo.

El costo por mantenimiento y servicio más bajo es el del sistema por radiofrecuencia y el más alto el del sistema por Frame Relay.

3.8. Conclusiones y Recomendaciones.

3.8.1. Conclusiones.

Después de haber hecho el trabajo de investigación sobre el Diseño De Un Sistema De Comunicación Para Trasladar Datos Desde Las Cabeceras Departamentales Hasta El Tribunal Supremo Electoral De El Salvador se llegó a las siguientes conclusiones:

- ◆ De las encuestas realizadas a los usuarios se ha podido determinar la carencia que el Tribunal Supremo Electoral tiene de un sistema de interconexión entre sus oficinas remotas en cada cabecera departamental.

- ◆ Que el sistema de comunicación deberá ser seguro, rápido y privado y con un fuerte respaldo por eventuales caídas del sistema.



- ◆ El sistema de comunicación deberá servir para mantener intercambio de información con sus oficinas remotas que permita a la institución una mayor eficiencia en sus gestiones, además de mantener.
- ◆ Con la implementación del sistema de comunicación en un futuro se puede utilizar para trasladar los resultados preliminares de las elecciones, además de la incorporación de voz y videoconferencias.

3.8.2. Recomendaciones.

Acorde a los hallazgos y al trabajo de investigación realizado se hacen las siguientes recomendaciones:

- ◆ Se recomienda implementar el sistema de comunicación por línea conmutada, debido a su bajo costo de implementación, mantenimiento y servicio, y además cumple con los requerimientos del Tribunal Supremo Electoral para llevar a cabo el traslado de datos del padrón electoral desde las cabeceras departamentales.
- ◆ Si el sistema es implementado se recomienda contratar una empresa que de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo al sistema.



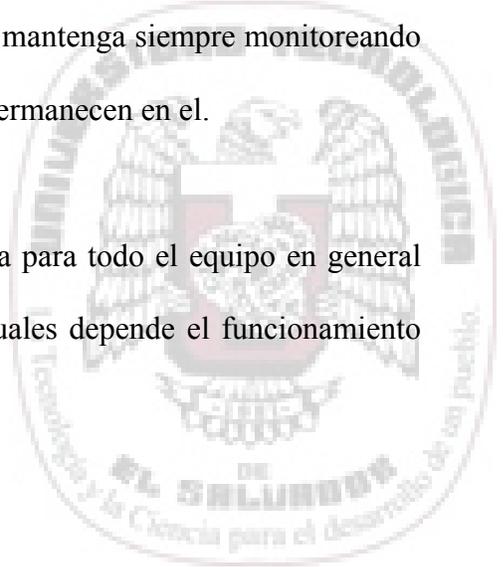
◆ Que al implementar el sistema se desarrollen políticas de seguridad encaminadas a evitar accesos no autorizados, para minimizar los riesgos de pérdida de información ya sea por factores tanto internos como externos.

◆ En cuanto a seguridad de los datos esta tiene dos tipos: la seguridad que se refiere al transporte de datos, aquí se recomienda verificar el dato trasladado, mediante una consulta al dato mismo.

La seguridad con respecto al acceso no autorizado al servidor, para este caso se recomienda implementar políticas de seguridad tales como; limitar al mínimo la autorización de accesos al servidor, que los accesos autorizados tengan el mínimo de atributos para manipular los datos, cambiar la clave de acceso en periodos cortos, recomendable cada tres meses. Capacitar a los usuarios para que cambien su clave de acceso cuando el servidor lo solicite de forma automática, esto también es recomendable hacerlo trimestralmente.

Es de tomar en cuenta que la seguridad en el acceso a un servidor es utópica, pero al menos se deben tomar medidas para minimizar dichos accesos no autorizados, es recomendable que el administrador de dicho sistema se mantenga siempre monitoreando los accesos al servidor y los tiempos que cada usuario permanecen en el.

◆ Se recomienda tomar medidas de protección eléctrica para todo el equipo en general poniendo especial atención a los dispositivos de los cuales depende el funcionamiento



del sistema, se debe proteger contra cortes de energía eléctrica mediante el uso de UPS y polarización para evitar que las descargas eléctricas dañen el equipo.

◆ Se recomienda la utilización o actualización de antivirus, ya que con la expansión de la red los virus tienden a propagarse en mayor cantidad ocasionando graves problemas en los servidores y ordenadores.

