



T
621.38782
F866

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
Y
COMPUTACION



“Anillo de Fibra
Optica con
Transmisión SDH
en el Ecuador:
Anillo Norte, Anillo
Sur y su integración
con el Corredor
Andino Digital”

PROYECTO DE TOPICOS ESPECIALES PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN
ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

PRESENTADO POR:

Gina Isabel Freire
Lourdes M. Nájera
Juan Carlos Massón
Eloy Emilio Torres

Guayaquil - Ecuador
1997



AGRADECIMIENTO

**AL ING. ERNESTO MOLINERO
Y AL DR. ING. FREDDY VILLAO**
Por la dedicación, apoyo y
colaboración durante nuestro
Tópico de Graduación.

**A nuestros Padres por la inmensa
paciencia que han tenido en todos
nuestros años de vida Estudiantil.**



DEDICATORIA

A DIOS, A NUESTROS PADRES

Y HERMANOS

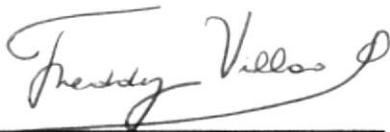
TRIBUNAL DE GRADO



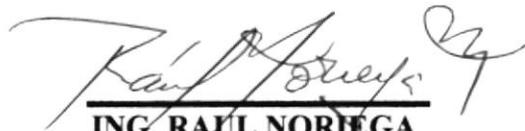
ING. ARMANDO ALTAMIRANO
Presidente del tribunal



ING ERNESTO MOLINEROS
Director del Tópico Especial
de Graduación



DR. ING. FREDDY VILLO
Miembro del Tribunal



ING. RAÚL NORIEGA
Miembro del Tribunal



DECLARACION EXPRESA

“ La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

GINA ISABEL FREIRE G.

JUAN CARLOS MASSÓN G.

LUORDES MARIBEL NAJERA N.

ELOY EMILIO TORRES V.



Resumen

RESUMEN

- El tema a tratar en esta Tesis de Grado será, la configuración de dos Anillos SDH para la red de Larga Distancia del Ecuador, la cual unirá las centrales de tránsito más importantes de acuerdo a la cantidad de tráfico que maneja y su estrategia de crecimiento futuro.
- Haremos una descripción de las tecnologías de transmisión Digital y los medios de transmisión usados en la Red Nacional.
- También se hablará de los Planes Técnicos Fundamentales que se deben seguir para llegar al objetivo del diseño de la red SDH.
- Analizaremos la Red Actual con la cual nos guiaremos para la estructuración de los anillos y su dimensionamiento.
- Trazaremos el recorrido a seguir la Fibra Optica y las centrales que conectaran los anillos SDH.
- El dimensionamiento de la red se lo realizó en base a proyecciones con datos extraídos de INEC, los cuales nos indicaron el porcentaje de crecimiento de la población proyectada a 10 años (desde 1997 hasta 2007).
- Describiremos los distintos equipos y tecnología SDH y el tipo de fibra óptica que utilizaremos en nuestro diseño.



CONTENIDO

Capítulo 1

		Pág.
	GENERALIDADES	
1. 1	Arquitectura de una Red Telefónica.	1
1. 1.1	Los Terminales.	2
1. 1.2	El Acceso.	2
1. 1.3	EL Transporte.	3
1. 1.4	La Señalización.	4
1. 1.5	La Inteligencia.	4
1. 1.6	La Gestión.	5
1. 2.	Red Telefónica Existente en el Ecuador.	5
1. 3.	Planes Técnicos Fundamentales de una Red.	7
1. 3.1	Plan de Sincronismo.	7
1. 3.2	Plan de Señalización.	12
1. 3.3	Plan de Transmisiones.	14
1. 3.4	Plan de Numeración.	22
1. 4.	Tecnologías de Transmisión.	24
1. 4.1	Jerarquía Digital PDH.	24
1. 4.2	Jerarquía Digital SDH.	25
1. 5.	Transmisión SDH	28
1. 5.1	Terminos y Definiciones.	28
1. 5.2	Transmisión STM-N.	33
1. 6.	Medios de Transmisión.	38
1. 6.1	Fibra Óptica.	38
1. 6.2	Planificación Correspondiente a la Transmisión.	45
1. 6.3	Empalmes y Conectores.	49
1. 7.	Tendido de Cables.	51
1. 7.1	Tendidos de Cables en Canalización.	51
1. 7.2	Cables de Fibras Ópticas Autosoportados en Redes de Alta Tensión	55

Capítulo 2

	INGENIERÍA DEL PROYECTO	
2.	Topología de una Red SDH.	58
2. 1.1	Tipo Bus.	58
2. 1.2	Tipo Anillo.	58
2. 1.3	Tipo Estrella.	59



Contenido

II

2.	1.4	Tipo Malla.	60
2.	1.5	Tipos de Protección.	60
2.	2.	Ingeniería de las Redes.	61
2.	2.1	Bases de la Ingeniería de las Redes.	61
2.	2.2	Criterios para el Dimensionamiento de Redes Telefónicas.	61
2.	3.	Especificaciones Técnicas del Sistema de Transmisión.	63
2.	3.1	Equipo Múltiplex SDH.	63

Capítulo 3

DISEÑO DE LA RED			
3.	1.	Red Existente en el Ecuador.	67
3.	2.	Red de Transporte.	68
3.	2.1	Criterios para el Dimensionamiento de una Red de Transporte.	68
3.	2.2	Diseño de la Red Transporte del Ecuador.	69
3.	2.3	Matrices de Tráfico Nacionales Actuales.	70
3.	2.4	Matrices de Tráfico entre los Nodos.	70
3.	2.5	Proyecciones de las Matrices de Tráfico a 10 Años.	72
3.	2.6	Matrices de Tráfico entre los Nodos Proyectados a 10 Años.	75
3.	2.7	Diagrama de Recolección de Tributarios.	80
3.	2.8	Red de Fibras Ópticas y Canalización.	83
3.	3.	Red de Gestión.	88
3.	3.1	Evolución en la Gestión de las Redes.	88
3.	3.2	Gestión.	89
3.	3.3	Red de Sincronismo.	91
3.	4.	Interconexión de la Red SDH del Ecuador con el Corredor Andino Digital.	97
3.	4.1	Corredor Andino Digital.	98
3.	4.2	Enlace Huaquillas - Aguas Verdes.	100
3.	4.3	Enlace Tulcán - Pasto.	100

Capítulo 4

EQUIPOS DE LA RED			
4.	1.	Tipos de Cables Utilizados.	102
4.	2.	Componentes del Sistema.	105
4.	2.1	Equipos STM-N.	105
4.	2.2	Ejemplos de Tipos de Equipo.	112
4.	3.	Descripción de los Equipos de la Red.	113
4.	3.1	El Multiplexor STM -16.	113



Capítulo 5

OPERACIÓN DEL SISTEMA		
5.	Especificaciones.	117
5.	Instalación.	117
5.	Mantenimiento.	119
5.	Suministro de Energía.	120

Anexos

ANEXO I		
1.	Normas y Recomendaciones.	1
1. 1	Recomendaciones UIT.	1
1. 2	Series de Recomendaciones UIT-T.	3
1. 3	Recomendaciones de la Serie G del UIT-T.	4
	Sistemas y Medios de Transmisión.	4
	Recomendaciones para el Diseño de Anillos SDH.	6
ANEXO II		
1.	Bases del Concursos de Emetel Enlace Guayaquil - Quito.	1



Introducción

INTRODUCCION

RED DE LARGA DISTANCIA DEL ECUADOR

Debido a la gran red de fibra óptica que se esta implementando en el mundo y en el área Andina “El corredor Andino Digital” y por las tres conexiones que tendrá el Ecuador en dicha red El Cable Submarino Panamericano, El Enlace Huaquillas - Aguas Verdes y El Enlace Tulcan - Pasto, tenemos la necesidad de implementar una Red Nacional de Fibras Óptica con transmisión STM-16 para no quedar atrás en el mundo de las comunicaciones y como complemento de la red existente del Ecuador de esta manera entraría formar parte de la Gran Red Mundial de Comunicaciones con Fibra Óptica.

También tenemos que tomar en cuenta la necesidad de comunicación de nuestro país y que cada día crece por esta razón esta creciendo la telefonía celular sin embargo no satisface de manera eficiente todas nuestras expectativas, es así que no podemos tener un enlace constante de comunicación de datos entre dos puntos ya sea por el costo ó simplemente por el flujo de datos.

Una red integrada de fibra óptica con tecnología SDH en Anillo y transmisión STM-16 nos da seguridad en la transmisión de información entre dos puntos ya que de romperse un enlace entre dos nodos este buscara la ruta alternativa manteniendo de esta forma el flujo de información entre dichos nodos, y debido a la gran velocidad de transmisión de los equipos y al amplio ancho de banda que ofrece la fibra óptica nos permite la implementación de nuevos servicios y por ende el desarrollo tecnológico y económico en nuestro país.

La tecnología con fibra óptica desempeña hoy en día un factor importante en el desarrollo de la telecomunicaciones, es por esto que se han planteado redes de corta y larga distancia en todo el mundo.

Particularmente en el área Andina se ha desarrollado el proyecto denominado “Corredor Andino Digital” , que consta de tres rutas: Satelitales, Submarinas y Terrestres; complementadas entre sí. Las rutas Terrestres que llevan grandes flujos de tráfico, como son los enlaces Tulcán - Pasto al norte y Huaquillas - Aguas Verdes al sur, son los que nos comunican con el Corredor Andino Digital.

Entre las rutas submarinas tenemos el cable Panamericano que llegará hasta Salinas y nos permitirá un gran flujo internacional especialmente con las Antillas y los Estados Unidos.

Por lo mencionado anteriormente ha sido necesario implementar una red Nacional de fibra óptica con transmisión STM-16 para soportar el tráfico futuro.

CAPITULO

1

GENERALIDADES





GENERALIDADES

1.1 ARQUITECTURA DE UNA RED TELEFÓNICA

Con la finalidad de exponer el futuro de la Red de Telecomunicaciones, utilizaremos como modelo de referencia la arquitectura de la red de la figura 1-1.

En esta Arquitectura podemos observar la conexión de los terminales a la red. Para que sus usuarios disfruten de los servicios a los que estén suscritos. Obviamente, estos terminales se conectan a la parte de acceso, que incluye todo el equipamiento necesario para permitir que los terminales permanezcan en contacto con la parte de transporte de la red, que está formada por el conjunto de nodos que aseguran la conexión de los terminales entre sí, en respuesta a una solicitud de sus usuarios. Para que estos nodos puedan realizar tales conexiones de forma adecuada precisan intercambiar información relacionada con la conexión en cuestión; este intercambio de información se realiza a través de los sistemas de señalización.

Adicionalmente, en este modelo de arquitectura de red se incluye un nivel de inteligencia que favorece la existencia de bases de datos que permiten construir servicios sofisticados, adaptados a las necesidades de los clientes en tiempos cortos.

Por último, el modelo incluye un nivel de gestión que tiene como misión el control, mantenimiento, supervisión y coordinación de todos los medios que permiten que las comunicaciones tengan lugar.



FIG 1-1 Arquitectura de una Red Telefónica



1.1.1 LOS TERMINALES

El terminal telefónico ha incorporado a sus prestaciones básicas múltiples facilidades que le hacen cada vez más cómodo y atractivo. Los terminales móviles han disminuido su peso y tamaño hasta ser ya portátiles. Los terminales de pantalla son más versátiles y fáciles de manejar.

1.1.2 EL ACCESO

La riqueza de los servicios, la variedad posible de terminales y los múltiples usos de un mismo terminal aconsejan la búsqueda de un único acceso común para todos ellos y sin límites de ningún tipo, siendo ésta una tendencia en la que ya se van obteniendo resultados parciales.

Existen tres tipos de Acceso:

- Acceso de Cobre.
- Acceso de Fibra Optica.
- Acceso Radioeléctrico.

Acceso de Cobre

La parte de acceso de las redes actuales están constituida prácticamente en su generalidad por hilos de Cobre, inicialmente construidos para transportar señales analógicas de 4 KHz de ancho de banda. En una red telefónica los cables de cobre constituyen lo que se denomina Planta Externa y que está conformada por la red primaria, red secundaria y la red de dispersión que conecta a los usuarios del servicio.

El desarrollo de los módem ha ampliado el uso de estos hilos de cobre para servicios de datos con anchos de banda mayores.

Acceso de Fibra Optica

La fibra óptica es la solución que elimina prácticamente todas las limitaciones de ancho de banda y que admite el transporte de todo tipo de señales. Sin embargo, su uso actual en la parte de acceso de las redes está limitado a los grandes clientes y su generalización representa un nivel de inversiones que pueden llegar a complicar su expansión.



Acceso Radioeléctrico

El acceso radioeléctrico que utilizan los servicios móviles, ha venido siendo un acceso complementario del acceso fijo y evoluciona hacia un acceso alternativo que aporta la movilidad a un precio cada vez más competitivo.

1.1.3 EL TRANSPORTE

La parte de transporte de la red está constituida por nodos o centrales de conmutación que se unen entre sí mediante sistemas de transmisión o de radiocomunicación.

Dado el gran número de nodos que configuran la red, hasta ahora se han ido organizando en varios niveles jerárquicos (3, 4 ó 5 dependiendo de los casos), con encaminamiento predeterminado del tráfico. La tendencia es a reducir el número de niveles a 2, con conexiones fuertemente malladas y encaminamiento dinámico.

El tamaño de los nodos tiende a crecer, lo que reducirá su número y aumentará el uso de unidades remotas.

Los diferentes elementos que se utilizan en este nivel de la red, conmutación transmisión y radio, que por muchos años han sido analógicos, en este momento ya son exclusivamente digitales en todas las nuevas instalaciones, entre otras cosas por razones económicas. A continuación se analiza su evolución:

Sistemas de Conmutación

Los actuales sistemas de conmutación tienen capacidades suficientes para soportar la RDSI-BE y permitir además la interconexión con las redes de datos. Su limitación está en el ancho de banda que son capaces de conmutar, que básicamente es de 64 kbit/s, que les hace inservibles para redes de banda ancha. Por ello, es preciso disponer de otros conmutadores, capaces de asignar dinámicamente el ancho de banda y de conmutar señales de alta velocidad de transmisión. La técnica que se está desarrollando con esta finalidad es la denominada Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), que permitirá la conmutación variable de velocidad bajo suscripción, al establecimiento de la llamada y durante la llamada, y admitirá todo tipo de servicios (voz, datos y vídeo), así como servicios orientados o no orientados a la conexión.

La conmutación óptica, en la cual ahora se investiga, será el siguiente paso.

Sistemas de Transmisión

En el momento actual se instalan los sistemas correspondientes a la Jerarquía Digital Plesiócrona de velocidades de 2, 8, 34, 140 y 565 Mbit/s, sobre portadores de fibra



óptica que han desplazado de forma prácticamente generalizada a los portadores de tipo metálico.

El siguiente paso consistirá en la introducción de la nueva Jerarquía Digital Síncrona de velocidades de 155 y 622 Mbps y 2,5 Gbps.

Sistemas de Radiocomunicación

Los sistemas de radiocomunicación o radioenlaces de uso en la parte de transporte de la red no están pudiendo seguir el ritmo de evolución de los sistemas de transmisión sobre fibra óptica, lo que está limitando cada vez más sus aplicaciones a rutas de emergencia, a instalaciones rápidas provisionales o a zonas de difícil acceso. No obstante, también evolucionarán hacia la nueva Jerarquía Digital Síncrona.

1.1.4 LA SEÑALIZACIÓN

Tradicionalmente, la función de señalización ha formado parte del conjunto de funciones de los nodos de conmutación y no se identificaba con un nivel separado de la red. No obstante, esta función ha ido creciendo en importancia, especialmente al introducirse el sistema de señalización por canal común normalizado por el CCITT y denominado No. 7.

El sistema de señalización No. 7 inicialmente también se ha incorporado integrado en los nodos de la red, pero la influencia producida por los cambios en la parte de transporte de la red, el suministro de servicios multimedia y el incremento de los requerimientos de transacciones de información para la red inteligente y para la gestión de la red, favorecen la creación de un nivel de señalización (PTS), que equivalen a nodos dedicados exclusivamente a la señalización.

Este nivel de señalización separado incrementa la inteligencia de la red y aporta una parte de control del transporte y otra parte de control del servicio.

1.1.5 LA INTELIGENCIA

Los operadores de telecomunicación para crear nuevos servicios han tenido que depender, en gran parte de sus suministradores de conmutación, dado que son estos sistemas los que venían soportándolos.

Al tener varios suministradores de sistemas de conmutación, era necesario realizar especificaciones comunes que fuesen implantadas simultáneamente por todos ellos. Este proceso resultaba complejo lento, lo que dificultaba la introducción de nuevos servicios.



Con el objetivo de poder crear los servicios, de poder realizarlos con la máxima independencia posible y de reducir los tiempos de ejecución de este trabajo, surgió la Red Inteligente, que ha originado un nuevo nivel en el modelo de la arquitectura de la red, que es en el que residen las bases de datos que soportan los nuevos servicios.

Este nivel de inteligencia de la red pretende contribuir a la existencia de un entorno de creación de servicios en el que se puedan generar éstos con rapidez, con independencia de los suministradores y con transparencia extremo a extremo. Así mismo, puede ser la base de la movilidad, de forma que llegue a soportar las telecomunicaciones personales, no sólo en los servicios móviles sino en los fijos. Inicialmente, se está aplicando a los servicios de voz, pero en el futuro se extenderá igualmente a los servicios de datos y a los de banda ancha.

1.1.6 LA GESTIÓN

Precisamente la complejidad de la red y de su manejo exigen que para mantener una calidad adecuada a unos costos razonables, es decir, con eficacia y eficiencia, se disponga de medios de gestión de todos los elementos y actividades, que ayuden ese fin.

Este conjunto de medios es el que configura el nivel de gestión de la red y cuya evolución vendrá determinada por el modelo de referencia que se han normalizado en los organismos internacionales y que se conoce como Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT).

1.2. RED TELEFONICA EXISTENTE EN EL ECUADOR

La actual red telefónica de larga distancia del Ecuador (figura 2-1), está compuesta por centrales tránsito digitales y analógicas de diferentes tecnologías como son las Tránsito: Quito 1, Quito 2, Ambato, Loja, Guayaquil, Manta, Machala, y Cuenca, además de dos centrales de Tránsito Internacionales, una ubicada en Quito y otra en Guayaquil.

También constan en la red de larga distancia dos Estaciones Terrenas, una conectada a la Central Internacional Quito y la otra a Guayaquil; adicionalmente la Estación Terrena de Guayaquil tiene enlace vía satélite con Galápagos.



Jerarquías de la Red Telefónica en el Ecuador

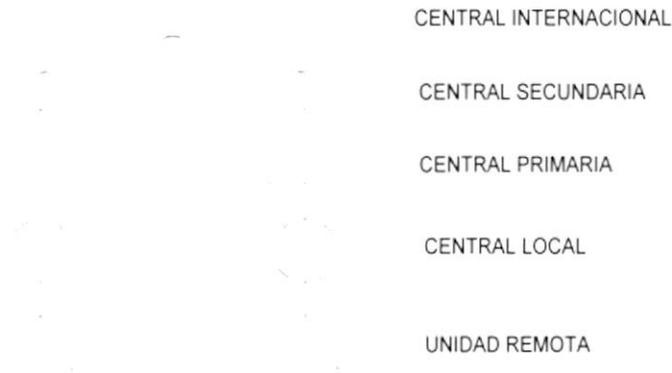


FIGURA 2-2

1.3. PLANES TÉCNICOS FUNDAMENTALES DE UNA RED

Los planes técnicos fundamentales son aquellos que tienen que considerarse para el diseño de una central telefónica, son propios para cada país pero teniendo como objetivo interactuar con las redes telefónicas internacionales, y en ellos se establecen formas de diseño y estructuras de crecimiento, con el único objetivo de evitar la multiplicidad de diseño.

Entre los principales planes tenemos:

- Plan de Sincronismo.
- Plan de Señalización.
- Plan de Transmisión.
- Plan de Numeración.

1.3.1 PLAN DE SINCRONISMO

La sincronización de una red digital entraña el cumplimiento del objetivo sobre la tasa máxima de deslizamiento en todas las centrales digitales. Cada central tiene un reloj que establece la base de tiempo para dos acciones: por una parte la recepción de trenes de bits procedentes de otras centrales digitales, y por otra parte el control de la etapa de conmutación de la central y el envío de trenes de bits conmutados hacia otras centrales.



Sin un sistema de sincronismo, las frecuencias de los relojes inevitablemente diferirán entre sí. Estas diferencias producen básicamente el tipo de distorsión de transmisión llamado deslizamiento.

El plan de sincronismo para la red digital ecuatoriana establece el objetivo de calidad de la sincronización y los métodos más apropiados para alcanzarlo.

Deslizamiento

Un deslizamiento es cuando la señal enviada en una portadora sea esta voz o datos esta desfasada con la señal del reloj del receptor. O cuando la señal de un satélite (geoestacionario) se desfasa con las estaciones terrenas.

¿Qué Produce el Deslizamiento (la falta de sincronismo) en las Redes Integradas de Comunicaciones?

- Telefonía: Pérdida de octetos (Ruido en la conversación telefónica).
- Datos Digitales: Produce interferencia.
- Modem de Datos: Salto de fase.
- Fax de Grupo 3: Espacios en blancos (2 mm aprox).
- Video Digital: Congelamiento de la imagen por varios segundos.

Tasa Máximas de Deslizamiento

- Para las centrales internacionales, según la Recomendación G-811 del CCITT, se deberá tener en condiciones normales máximo un deslizamiento en 70 días sobre cada enlace digital de 64 KBPS., A través de la central.
- La tasa de deslizamiento para una conexión internacional de extremo a extremo, no debe sobrepasar de 5 deslizamientos en 24 horas en condición nominal, de acuerdo a la recomendación G.822.
- El objetivo mencionado en el ítem anterior, se distribuye de acuerdo a lo indicado en el cuadro 2 de acuerdo a la recomendación del CCITT G.822, es decir:

Parte de Tránsito Internacional: 8% (1 deslizamiento cada 60 horas).

Cada parte de transmisión: 6% (1 deslizamiento cada 80 horas).

Cada parte local: 40% (1 deslizamiento cada 12 horas).

NOTA: La repartición de los porcentajes en la parte nacional y local son dada en la UIT con la orientación pudiendo estos porcentajes variar pero en ningún caso su suma debe de ser mayor que el 46%.



La tasa de Deslizamiento por central calculada con los porcentajes indicados anteriormente sería:

CENTRAL	TASA DE DESLIZAMIENTO	RELOJ
LOCAL	1 des / 12 h	(1×10^{-9})
NACIONAL	1 des / 10 d	(1×10^{-10})
INTERNACIONAL	1 des / 12,5 d	(1×10^{-11})

TABLA 3-1 Deslizamiento

Métodos de Sincronización de la Red

Para cumplir con las tasas de deslizamiento mencionado anteriormente, serán utilizados básicamente dos métodos de sincronización:

- Operación Plesiócona.
- Sincronización Maestro - Esclavo.

Para la red internacional se utilizará la operación plesiócona, en el cual los relojes que controlan las centrales son independientes unos de otros, no obstante su precisión de frecuencia debe mantenerse dentro del límite que se especifica en el siguiente título.

Para la red nacional se utilizará en una primera fase básicamente el método de sincronización maestro - esclavo, el cual consiste en que un reloj de alta precisión que se puede ser extremo o interno a una central de la red trabaja como maestro y en las demás centrales se colocan osciladores de enganche de fase para que trabajen como esclavas. En una segunda fase por aspectos de seguridad, objetivos de calidad, competencia, se prevén que cada empresa escindida dispondrá de una referencia primaria para sincronizar sus respectivas redes, en este caso las redes podrán trabajar en forma plesiócona en el caso normal y utilizar el método maestro esclavo en caso de falla.

Al interior de cada empresa se distribuirá la señal de reloj con el método maestro esclavo.

Las frecuencias de los osciladores de las centrales esclavas se sintonizan a la frecuencia suministrada por la central maestra, de tal manera que la frecuencia en la red se halle unificada.

Para obtener la confiabilidad suficiente, si se llegara a producir una falla en la central maestra, los osciladores de enganche de fase de las centrales esclavas deben ser



capaces de generar la frecuencia correcta durante unos días hasta que se restablezca la normalidad o generalmente se cambie en forma automática la central maestra.

Jerarquía de los Nodos de Sincronización y Calidad de los Relojes a Utilizarse

Existirán 5 niveles cuya jerarquía es descendente desde el nivel 0 al nivel 4.

Nivel 0: Este nivel estaría constituido por relojes ya sean externos o internos a las centrales de tránsito internacional, los cuales deben ser de alta precisión y estabilidad, los mismos que no deben sufrir influencia desde la red nacional.

Los relojes que proporcionen la referencia primaria tanto en E.N. como en E.S. deberán ser de cesio con una precisión mejor que 1×10^{-11} y deberá cumplir en cuanto a su calidad de funcionamiento con la recomendación G-811 del CCITT. En el caso de utilizar unidades externas estas deberán estar compuestas de un receptor GPS, dos unidades de reloj cesio y un distribuidor de sincronismo, de esta forma se empezaría a acondicionar la red para brindar nuevos servicios utilizando técnicas ATM o SDH.

En forma general se podría decir que en condiciones normales las redes, tanto de E.N. como de E.S. actuarían en forma plesiócrona solamente en caso de falla de uno de los relojes externos, una red proporcionaría a la otra red la señal de sincronismo.

Nivel 1: Centros de tránsito secundarios con relojes con osciladores especiales controlados a cristal con una estabilidad mejor que 1×10^{-10} / día y 1×10^{-8} / año.

El tipo de sincronismo utilizado será maestro - esclavo, actuando como referencia primaria el reloj externo en condición normal y en estado de falla el reloj de la central internacional de Quito como central maestra y como esclavas las centrales secundarias.

Nivel 2: Los centros de tránsito primarios y centrales tándem dispondrán de relojes con osciladores de cristal controlados por tensión con una estabilidad mejor que 1×10^{-9} / día y 1×10^{-8} / año.

El tipo de sincronismo utilizado será maestro - esclavo, actuando como centrales maestras las centrales de tránsito secundarias y como esclavas las primarias o tándem.

Nivel 3: Las centrales terminales dispondrán también de relojes con osciladores de cristal controlados por tensión con una estabilidad mejor que 1×10^{-9} / día y 1×10^{-8} / año.



El tipo de sincronismo utilizado será maestro - esclavo, actuando como centrales maestras las centrales de tránsito primarias y tándem y como esclavas las centrales locales.

Nivel 4: Las unidades remotas de abonado estarán sincronizadas a su respectiva central local mediante sincronización de tipo maestro - esclavo, actuando como central maestra la central local y como esclava la unidad remota. Los relojes de las unidades remotas también serán con osciladores de cristal controlados por tensión, con una estabilidad mejor que 1×10^{-7} / día y 1×10^{-5} / año.

Para el caso de un enlace entre una central digital y una analógica utilizando transmisión digital en técnica MIC, es necesario que el lado de transmisión del equipo MIC se encuentre sincronizado a la central digital con el objeto de evitar deslizamientos. Es necesario aclarar que los relojes de las centrales pueden estar constituidos por relojes locales de referencia y/o relojes internos los cuales deben tener redundancia triple o por lo menos doble dependiendo de la tecnología utilizada y la función del reloj dentro de la jerarquía de la red (vea la figura 3-1).

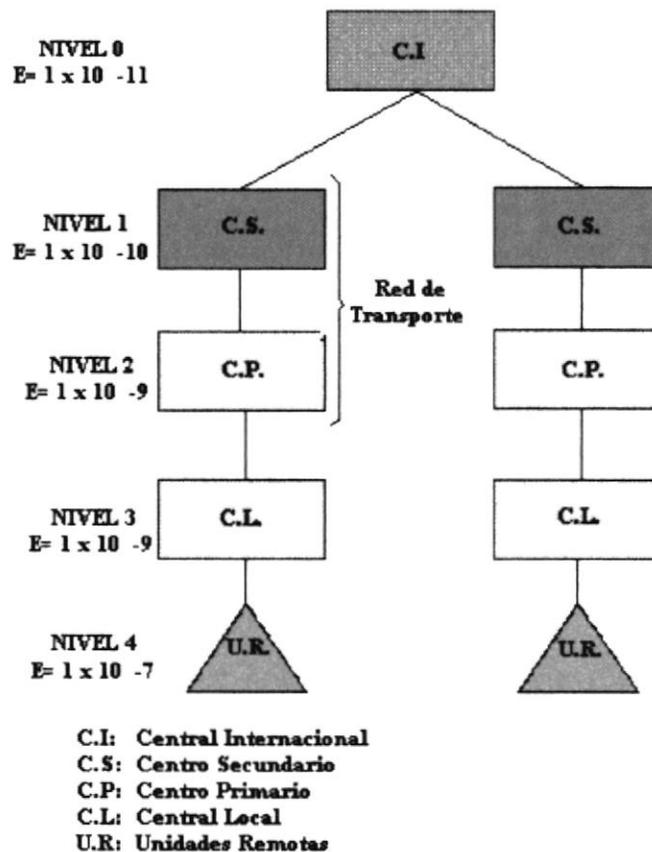


FIGURA 3-1 Centrales Telefónica por niveles



Tipos de Relojes

- Cesio Atómico, estabilidad de 10^{-11} .
- Rubidio Atómico, estabilidad de 10^{-10} .
- Cuarzo Económicos de cristal, estabilidad de 10^{-9} .

Relojes Externos

- Sistema Lornan C: Lo usa la armada y es atómico.
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Lo usa la Armada

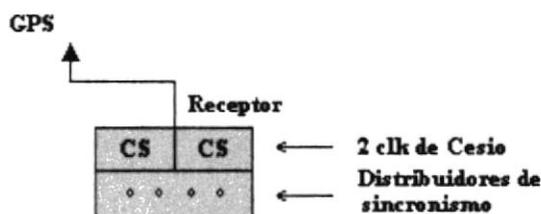


FIGURA 3-2: Reloj Externo

¿De qué Consta el Reloj de Referencia?

- PRC: Primary Reference Clock.
- TNT: Transito Nodo Clock.
- LCN: Local Nodo Clock.

1.3.2 PLAN DE SEÑALIZACIÓN

Señalización es una parte del conjunto de funciones de los nodos de conmutación y no se identifica como un nivel separado de red, no obstante al introducirse el sistema por canal común CCITT, se incrementa la inteligencia de la red y aporta una parte de control del transporte y otra parte del control del servicio.

En la señalización por canal común se transmite por una ruta determinada se cursan por un solo canal, suprimiendo así la necesidad de otros elementos como relees de señalización que se utilizan en equipos analógicos circuito por circuito.

Las ventajas de la señalización son:

- Mayor eficiencia en la utilización de canales.
- Economía en los equipos de señalización.



- Una variedad mucho mayor de señales y por tanto de servicios.
- Una señalización más rápida, simultánea en ambos sentidos.
- Ausencia de problemas de interferencia con la conversación.

La red de telecomunicaciones a la que da servicio un sistema de señalización por canal común está compuesta por un número de nodos de conmutación y proceso interconectados por enlaces de transmisión.

Ya sea a mediano o a largo plazo el objetivo es implementar una plataforma de red útil para brindar nuevos servicios integrados y servicios que se respaldan en el sistema de señalización por canal común No. 7. En el sistema internacional se utilizara la señalización No. 5 hasta que se implemente el No. 7.

El sistema de señalización de línea se compone de dos clase: señales de corriente continua que se usan en las redes locales sobre los enlaces de cables y el sistema de señalización discontinua que se lo utiliza en las redes interurbanas sobre los enlaces por radio y en general sobre los enlaces con portadoras, este tipo de señales de línea comprende tres grupos de señales:

- Hacia adelante como reposo o libre, toma y fin;
- Señales hacia atrás sin cómputo y
- Señales hacia atrás con cómputo

El uso de señales hacia atrás define para cada enlace en función de que sea necesario llevar las señales de cómputo.

Señalización por Canal Común

Para el funcionamiento de algunos accesos básicos de RDSI en el plano ALCATEL, se utiliza temporalmente la especificación PUTE o PUT+ que permite la conexión digital extremo a extremo, la señalización por canal común está consolidada a nivel nacional.

La Red de Señalización por canal común es una red con tres niveles. El nivel más alto constituye los PTS (secundarios), instalados en las centrales TDQ y TDG de Emetel Norte y Sur respectivamente.

El principio fundamental de la estructura SSC N.7 consiste por un lado en la división de funciones en una parte de (PTM) parte de transferencia de mensajes y por otro lado en partes de usuario separadas para distintos usuarios, como se muestra en la figura 3-3.

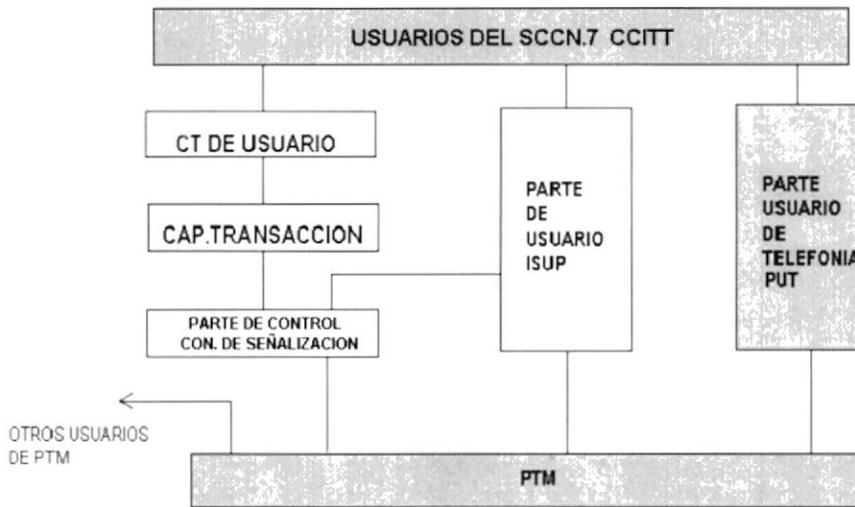


FIGURA 3-3

1.3.3 PLAN DE TRANSMISIONES

El plan de transmisión asigna básicamente, los niveles tolerables de atenuación y otras degradaciones de transmisión que pueden soportar los sistemas de telecomunicaciones, de tal manera que dos clientes que usan el sistema ya sea en una conexión local, nacional o internacional puedan comunicarse en forma satisfactoria.

Recomendaciones del CCITT/UIT

- En el libro rojo del CCITT de 1984, se recomendó como parámetro para medir la calidad de transmisión, el Equivalente de Referencia Corregido (ERC), y el mismo tiempo introdujo el concepto de Índice de Sonoridad (IS)
- Posteriormente en el libro azul del CCITT/UIT de 1988 se modificaron algunos parámetros IS con respecto a los especificados en el libro rojo.
- Las principales variaciones en las especificaciones se resumen en el cuadro 3.1



CUADRO 3.1
VALORES (en db) DE LOS ERC E INDICES DE SONORIDAD (IS) DE
ACUERDO A RECOMENDACIONES G.111 Y G.121 CCITT/UIT

PARAMETRO	RECOMENDADO EN 1984						RECOMENDADO EN 1988					
	ERC			IS			IS					
	ERCT	ERCR	ERCG	IST	ISR	ISG	IST		ISR		ISC	ISG
							odbr	EVA	odbr	EVA		
Valor óptimo			7 a 11			=5						=10
Valores medios ponderados mínimo	11.5	2.5	13	6.5	-25	8	7	10.5	1	-3	Nota 1	8
Obj. Largo plazo máximo	13	4	16	8	-1	11	9	12.5	3	-1	Nota 1	12
Obj. Corto plazo máximo	19	7.5	25.5	14	2.5	20.5	15	18.5	6	2	Nota 1	21
Valores máximos para un país de extensión mediana	25	14		20	9		16.5	20	13	9	Nxo.5 Nota 2	
Mínimo para emisión	7			2			-1.5	2				

Nota 1: ISC = 0 para un circuito internacional digital, 0.5 db. para un analógico.

Nota 2: n es el número de circuitos analógicos internacionales.

Nota 3: Los extremos virtuales analógicos (EVA) se definen en la recomendación G101.

- EMETEL S.A. adoptó el ERC como medida de la calidad de transmisión según las recomendaciones G11 y G121 del libro rojo del CCITT. Cabe anotar que los ERC pueden convertirse en IS o viceversa de acuerdo al método descrito en el anexo C de la recomendación G.11 del libro azul.
- Según los datos del cuadro 3.1, la gama preferida del ERC global (ERCG) para conexiones telefónicas internacionales es de 7 a 11 db. En la actualidad no es posible utilizar estos valores debido a la necesidad de control de eco y de estabilidad de los circuitos, no obstante para obtener tales valores del ERC a largo plazo y corto plazo que se indican también en el cuadro 3.1



- Para la red ecuatoriana en donde los centros de tránsito y los medios de transmisión están básicamente digitalizados se toman como base los siguientes objetivos para las comunicaciones internacionales.

ERCT: 11.5 a 19 db en la parte nacional

ERCR: 2.5 a 7.5 db en la parte nacional

ERCG: 13 a 25.5 db global para la conexión internacional

Equivalente e IS

IST: 6.5 a 14 db en la parte nacional

ISR: -2.5 a 2.5 db en la parte nacional

ISG: 8 a 20.5 db en la parte nacional

- Los valores máximos no deben exceder de:

ERCT < 25 db

ERCR < 14 db

IST < 20 db

ISR < 9 db

- Los mínimos valores ERCT e IST deberán ser

ERCT 7 db

IST 2 db

Propuesta de Distribución del Equivalente de Referencia Corregido

Circuito Interurbano

En la figura 3.4 se indica la distribución del equivalente de referencia corregido por los circuitos interurbanos.

Circuito Local

En la figura 3.5 se indica la distribución del equivalente de referencia corregido por los circuitos locales.

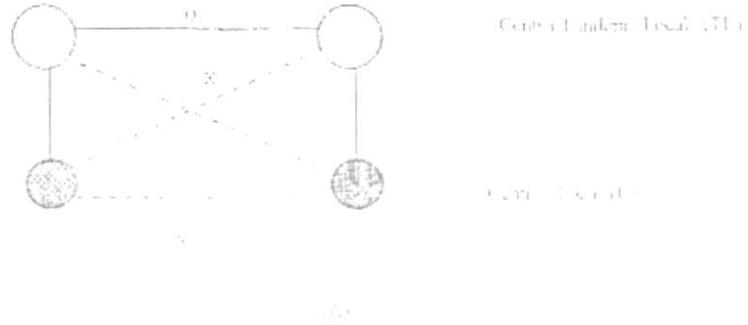


FIGURA 3.4

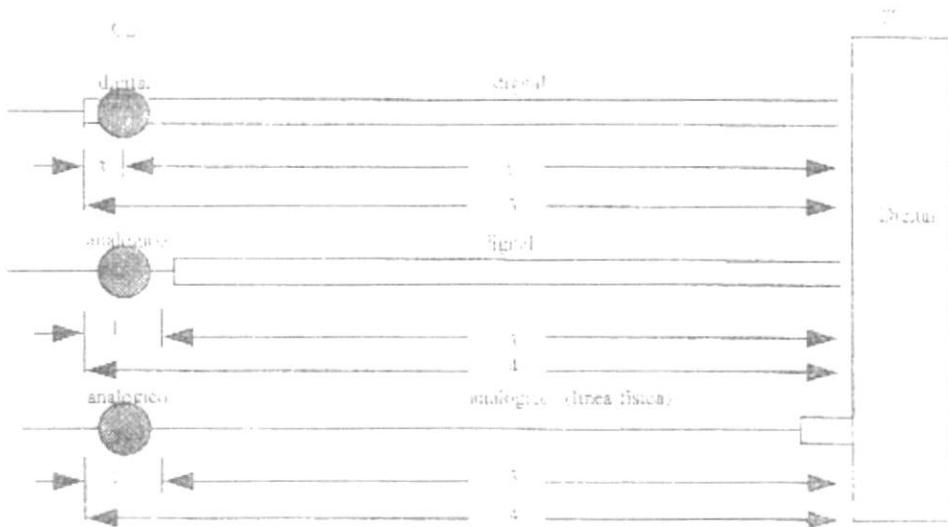


FIGURA 3.5

Sistema de Abonado

Línea de Abonado

Para las líneas de abonado, se distribuye una pérdida de transmisión de 7 db (para 1000 HZ)

Aparato telefónico

La sensibilidad del aparato telefónico debe ser tal, que cuando se conecta este aparato a una línea de abonado que tiene un calibre de 0.4 mm y una pérdida de transmisión de 7 db, el equivalente de referencia de todo sistema de abonado resulta en (ver figura 3.6)

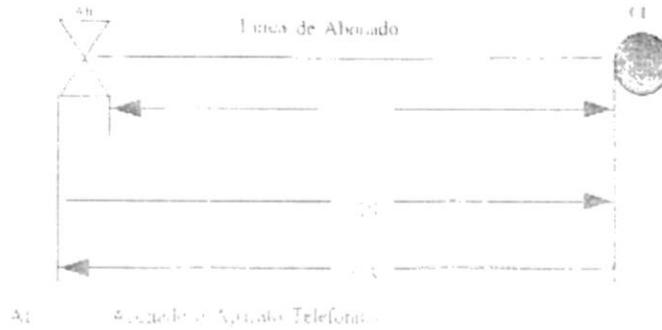


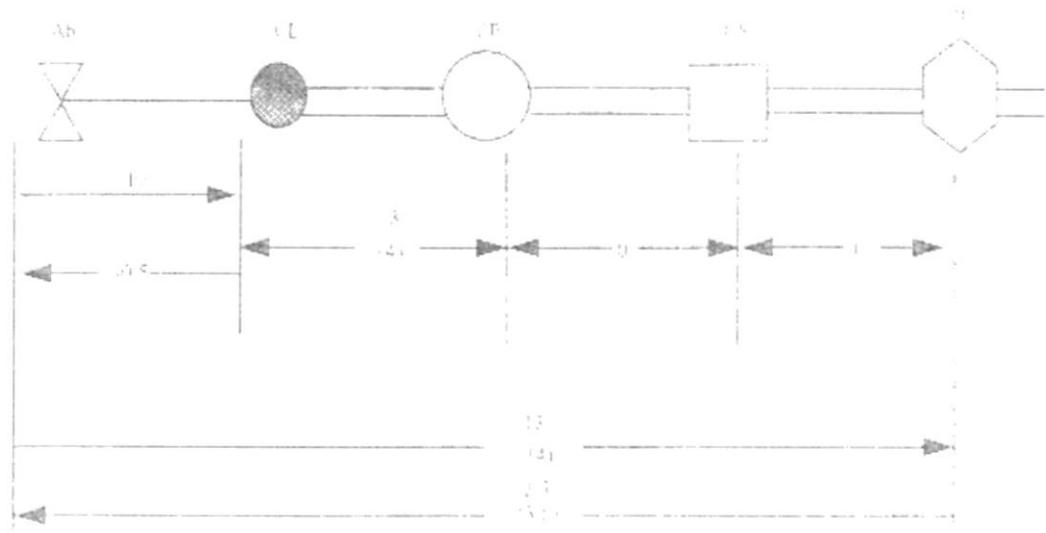
FIGURA 3.6

ERC : 10.0 db de Transmisión.

ERC: 0.5 db de Recepción.

Circuito Nacional para las Comunicaciones Internacionales

Para los circuitos nacionales que cursan el tráfico internacional, se distribuye el equivalente de referencia corregido, como se indica en la figura 3.7



CL Centro Internacional
 Valor del ERC en la conexión a la central telefónica

FIGURA 3.7



Verificación de la distribución

Conexión nacional (digital)

$$\begin{aligned} \text{ERCG} &= 10 \text{ db} + 6 \text{ db} - 0.5 \text{ db} + 4 \text{ db (Variación)} \\ &= 19.5 \text{ db (} 19.5 \text{ db } < \text{ objetivo máxima } 25.5 \text{ db)} \end{aligned}$$

Conexión nacional (central local y / o circuito interurbano analógico)

$$\begin{aligned} \text{ERCG} &= 10 \text{ db} + 8 \text{ db} - 0.5 \text{ db} + 4 \text{ db (Variación)} \\ &= 21.5 \text{ db (} 21.5 \text{ db } < \text{ objetivo máxima } 25.5 \text{ db)} \end{aligned}$$

Parte nacional (digital) en una conexión internacional

$$\begin{aligned} \text{ERCG} &= 10 \text{ db} + 3 \text{ db} + 2 \text{ db (Variación)} \\ &= 15 \text{ db (} 15 \text{ db } < \text{ objetivo máxima } 19 \text{ db)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ERCG} &= - 0.5 \text{ db} + 3 \text{ db} + 2 \text{ db (Variación)} \\ &= 4.5 \text{ db (} 4.5 \text{ db } < \text{ objetivo máxima } 7.5 \text{ db)} \end{aligned}$$

Objetivos de Calidad y Disponibilidad de una Conexión Digital Internacional que forme parte de una Red Digital de Servicios Integrados

El CCITT considerando:

- Que es previsible que en el futuro los servicios se basen en el concepto de red digital de servicios integrados (RDSI)
- Que los errores constituyen una gran fuente de degradación por afectar a los servicios vocales en forma de distorsión de la voz y a los servicios de tipo datos en forma de pérdida e inexactitud de información, o en forma de reducción de caudal.
- Que aunque es probable que predominen los servicios vocales, la RDSI tiene que transmitir una amplia variedad de tipos de servicios por lo que es conveniente disponer de una especificación unificada.

Recomienda que dentro de los alcances y definiciones de la Recomendación G821, se cumplan los requisitos expuestos en el cuadro 3.2



CUADRO 3-2

OBJETIVOS DE CARACTERISTICAS DE ERROR PARA LAS CONEXIONES INTERNACIONALES DE LA RDSI

CLASIFICACION DE LA CARACTERISTICA	OBJETIVO (NOTAS 3.5)
(a) (Minutos degradados) (Notas 1 y 2)	Menos del 10% de los intervalos de 1 minuto tendrán una tasa de errores en los bits peor que 1×10^{-6} (nota 4).
(b) (Segundos con muchos errores) Nota 1	Menos del 0.2% de los intervalos de 1 segundo tendrán una tasa de errores en los bits peor que 1×10^{-3} .
(c) (Segundos con error) Nota 1	Menos del 8% de los intervalos de 1 segundo tendrán por lo menos un error (equivalente a 92% de segundos sin error)

Nota 1.- Se utilizan los términos “minutos degradados”, “segundos con muchos errores” y “segundos con error” como “identificador práctico” y con uso de objetivo de calidad de funcionamiento. Su utilización no pretende indicar la aceptabilidad o cualquier otra valoración de ese nivel de calidad.

Nota 2.- Los intervalos de un minuto mencionados en el cuadro 3.2 se deducen restando el tiempo indispensable y los segundos con muchos errores de tiempo total y agrupando entonces consecutivamente los segundos restantes en bloques de 60. Los intervalos básicos de 1 segundo se deciden de un esquema temporal fijo.

Nota 3.- No se ha especificado el intervalo de tiempo TL en el que hay de determinarse los porcentajes, ya que puede depender de la aplicación, se sugiere como referencia un período de orden de un mes.

En vista de que los objetivos indicados en el cuadro 3.2 se aplican a una conexión completa, es necesario subdividirlos en sus partes componentes. La distribución se basa en la hipótesis de que se utilizan sistemas de transmisión cuyos propiedades corresponden a una de un número limitado de categorías diferentes.

Se han establecido tres clasificaciones distintas de la calidad representativas de los circuitos prácticas de transmisión digital y que son independientes de los sistemas de transmisión utilizados. Estas categorías se denominan “ grado local ”, “ grado medio ” y “ grado alto ” y su empleo suele depender en general de la ubicación en la red.

La distribución de la degradación permitida, es decir 10 % de minutos degradados y 8 % de los segundos con error, se especifica en el cuadro 2 /G821 de la recomendación G 821.

**Estabilidad**

Conforme a la recomendación G 122 del libro rojo, la distribución de las atenuaciones medidas o calculadas a lo largo del trayecto a - t - b de la figura 4.5 en la red nacional, debe tener un valor por lo menos igual a $(6 + n)$, desde el punto de vista de la estabilidad, siendo n el número de circuitos a 4 hilos de la cadena nacional, para toda frecuencia, comprendida entre 0 y 4 KHz. También el CCITT recomienda a las administraciones que en los nuevos planes de transmisión, se fije como objetivo para la atenuación del trayecto a - t - b de las llamadas reales, un valor medio de por lo menos $(10 + n)$. Para cumplir la recomendación anterior, o sea el límite inferior, la red nacional debe satisfacer las condiciones siguientes:

- El valor de la suma de las atenuaciones de transmisión a - t y t - b no debe ser menor que $(4 + n)$ db.
- El valor de la atenuación de retorno de equilibrio (RBL) no debe de ser menor que 2 db para cualquier tipo y condición de terminales encontrados en operaciones normales.
- En el punto 4.3 se asignó 3 db de atenuación entre una central local y una central de tránsito entonces se puede obtener por lo menos 3 db de atenuación en una dirección, entonces $L(a - t - b) = 6$ db.
- En Ecuador el número de tramos a 4 hilos es en su mayoría 1 o 2 trayectos por lo tanto se tiene $(4 + n)$ db = 5 o 6 db.

Lo asignado cumple con lo recomendado por el CCITT.

Otros Parámetros

En cuanto al eco se aplicara lo recomendado por el CCITT en la recomendación G.122 del libro rojo y en cuanto a ruidos de circuitos en la redes nacionales, distorsión de atenuación y diafonía se acogerán las recomendaciones generales descritas en G.123, 132, 133, 134.

Aspectos de Interconexión

En las conexiones nacionales entre empresas, estas deberán garantizar en su red correspondiente, las tolerancias de los parámetros de calidad, a fin de cumplir con los objetivos globales especificados.



Por razones prácticas, a 64 Kbit/s, un minuto que contenga cuatro errores (equivalente a una tasa de errores de $1,04 \times 10^{-6}$) no se considera degradable. No obstante, esto no implica una relajación del objetivo de tasa de errores 1×10^{-6} .

1.3.4 PLAN DE NUMERACIÓN

El incremento que se ha experimentado desde 1985-95, en el cual se han instalado centrales locales y de tránsito, ha producido que se implemente un nuevo plan de numeración. Los procedimientos de discado para los diferentes servicios se basa fundamentalmente en las recomendaciones E160 a E164, E212 a E213 y Q10 y 11 del CCITT. Dicho plan asigna prefijos y códigos que se indican en el cuadro 3-3 para los diferentes servicios de telecomunicaciones, también la telefonía de larga distancia nacional, acceso a redes de telefonía celular, RDSI, servicios complementarios, red inteligente y otros.

Configuración del Número Internacional

Las llamadas internacionales se realizan así:

Prefijo de acceso internacional + Indicativo del país + Número nacional del país de destino

Ecuador: 00 593 841546

Para las llamadas salientes de Ecuador hacia un abonado RDSI de otro país se aplicaría (vea la figura 3-8):

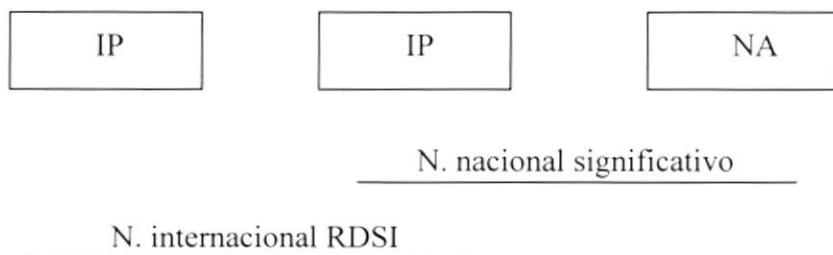


FIGURA 3-8

- IP: indicativo del país, tal como se define en la recomendación E163
- IND: Indicativo nacional de destino
- NA: Número de abonado



El Número Nacional

Próximamente el número de abonado será de 7 cifras en Pichincha y Guayas en 1998, cuyo código de sub área es A, en las demás provincias en el 2010, cuyo código de sub área será de dos cifras (AB). Figura 3-9

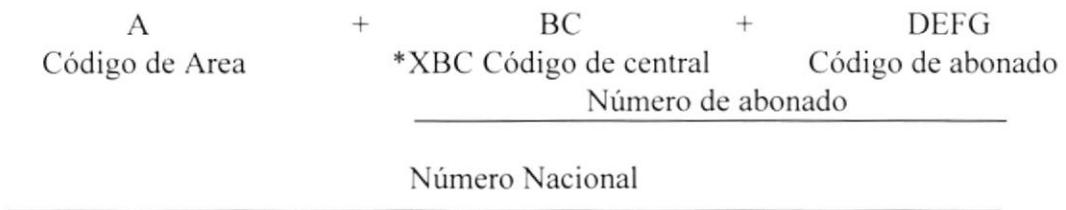


FIGURA 3-9

El plan de numeración contempla la división del país en 6 áreas de numeración al interior de las cuales se realiza otra subdivisión en sub áreas de numeración. Los códigos de área de numeración 2, 23, 6 corresponden a E. Norte y los Códigos 4, 5 y 7 a E. Sur.

Los códigos de sub área de numeración son códigos de una y dos cifras que se asignan a los centros primarios y son: el uno por el código de área y de dos cifras por el código de área más la primera cifra del número de abonado local (primera cifra del código central).

En telefonía celular representado por OTECELL y CONECEL así se tiene que el código de acceso es el 09, el numero de estación móvil es ABCDED, A es el operador, 4 y 5 para CONECEL, 7 para OTECELL.

En red inteligente existen formas de servicio como 080A, 070A, 090A, servicios de correo de voz etc.

Aspectos que deben ser Analizados para la Implementación de un Plan de Numeración.

- Conveniencia de incrementar la cifra simultáneamente en Guayas y Pichincha o inicialmente en Guayas y luego Pichincha.
- Requerimientos de almacenamiento y análisis de cifras de las centrales locales, TANDEM y transito.



- Determinación de requerimientos de numeración para cumplir con lo establecido en el nuevo pliego tarifario.
- Necesidad de actualizar el programa de facturación.
- Definición de fechas para el incremento.
- Proceso de información al público antes y después del incremento de la cifra.
- Proceso de información a corresponsales de otros países.

1.4. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN

Existen dos tipos de tecnologías de transmisión digital, la PDH y SDH, su principal diferencia radica en los niveles de transmisión.

1.4.1 JERARQUÍA DIGITAL PDH

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) es un conjunto jerárquico de estructuras de transporte de señales digitales, (vea la figura 4-1) normalizadas para el transporte, por redes de transmisión físicas, de contenido útiles correctamente adaptadas.

EUROPA Y LATINO AMERICA	U.S.A		JAPON
565 MBPS	274 MBPS		400 MBPS
x 4			x 4
140 MBPS	x 6		100 MBPS
x 4			x 3
34 MBPS	45 MBPS	x 7	32 MBPS
x 4		x 5	
8 MBPS		6 MBPS	
x 4		x 4	
2 MBPS		1.5 MBPS	

FIGURA 4-1



Características Principales de una Red PDH

Entre las características principales anotamos las siguientes:

- El reloj usado en cada nivel de multiplexación es independiente entre otros niveles, o sea independientes entre sí.
- Transporta información a través de la red: Voz, datos, imágenes.
- Se trata de una red digital asíncrona.

Proceso de Multiplexación en el Sistema PDH

Como ya se dijo en el concepto el proceso de multiplexación se la hace por niveles, hasta llegar a la velocidad más alta (vea la figura 4-2), la cual puede ser de 140 a 565 MBPS, después de pasar esta etapa la siguiente etapa es la de conversión Eléctro / Óptica.

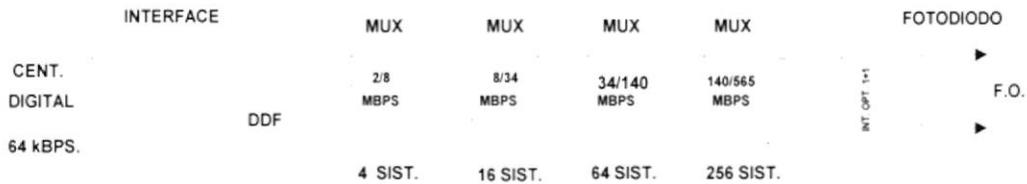


FIGURA 4.2

1.4.2 JERARQUÍA DIGITAL SDH

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) es un conjunto de estructuras de transporte de señales digitales, normalizadas para el transporte, por redes de transmisión físicas, de contenido útiles correctamente adaptadas. En la figura 4-3 se muestran los niveles de velocidad que pueden entrar en los ADM-1/ 4/ 16.



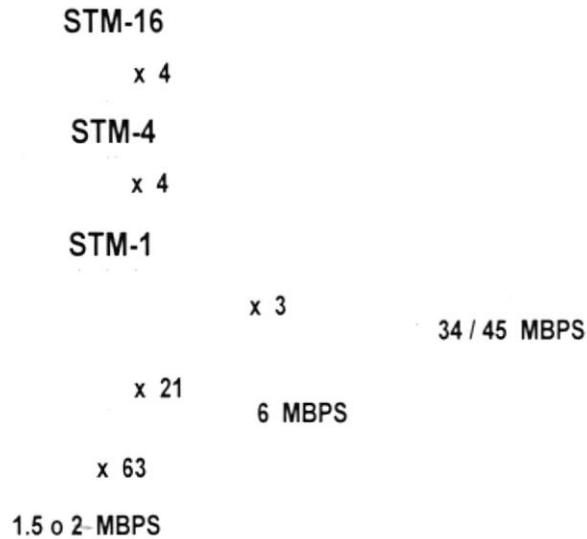


FIGURA 4.3

Características Principales de una Red SDH

Las velocidades que se exponen a continuación son su principal característica:

- 155 MBPS (STM-1).
- 622 MBPS (STM-4).
- 2.5 GBPS (STM-16).

Hay que mencionar las características avanzadas de la jerarquía digital síncrona como son:

- Un paso decisivo hacia una red mundial de transmisión normalizada.
- Las señales plesiócronicas con velocidades binarias jerárquicas se pueden transmitir en los módulos de transporte síncrono (STM).
- Los interfaces ópticos de línea normalizados.
- Y el acceso directo a tributarios “afluentes de baja velocidad” (velocidades menores a 64 KBPS).

Proceso de Multiplexación en el Sistema SDH

Es el procedimiento por el que varias señales de capa de trayecto de orden inferior se adaptan a un trayecto de orden superior, o por el que múltiples señales de capa de trayecto de orden superior se adaptan a una sección de multiplexación.



El proceso de multiplexación en una red de transporte SDH se explicará en detalle más adelante en el numeral 1.5.2 correspondiente a “Transmisión STM-N”.

Ventajas que Ofrece SDH a las Redes Futuras

Las ventajas más importantes que ofrecen las redes SDH son las siguientes:

- Sincronización: Un solo reloj que se genera en el tributario de 2 MBPS.
- Permite Transmitir todas las Jerarquías Digitales: Americana, Europea y Japonesa.
- Permite la Multiplexación de Canales Sincrónicos y Asincrónicos: A/D y C/C.
- Permite la Arquitectura Tipo Anillo: Transmisión en ambos sentidos para redes locales y metropolitanas; así como la Larga Distancia.
- Reserva de Capacidad de Transmisión: Suficiente para el control y administración de la red.
- Facilita la Operación de Mantenimiento y Administración de la Red: En base a la Gestión centralizada.

Estrategias para Introducir SDH en una Red Telefónica

- Islas SDH: Se denomina así cuando se dan pequeños casos de redes SDH dentro de una red pública PDH (vea la figura 4-4).

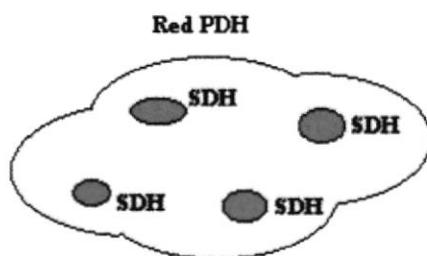


FIGURA 4-4



- *Red superpuesta:* Se denomina así cuando se presentan dos tipos de redes públicas la una con tecnología SDH y la otra PDH, entonces se superponen (vea la figura 4-5)

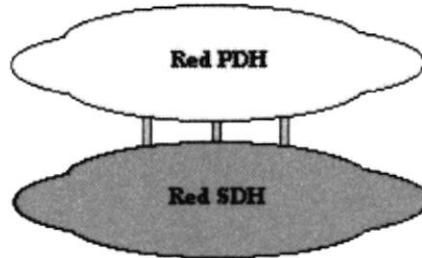


FIGURA 4-5

- *Red híbrida:* Se denomina así cuando la red pública de la ciudad es en casi toda su totalidad SDH, y las pequeñas redes PDH entonces entrarán como islas al sistema (vea la figura 4-6).

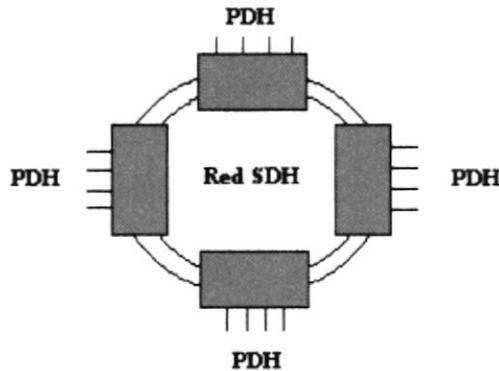


FIGURA 4-6

1.5. TRANSMISIÓN SDH

En razón de que en el proyecto de estudio se va a utilizar la transmisión SDH, explicaremos más adelante los criterios y conceptos técnicos que se aplican en esta tecnología.

1.5.1 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

En la técnica SDH se utilizan los términos y definiciones siguientes.



Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

La SDH es un conjunto jerárquico de estructuras de transporte digitales, normalizadas para el transporte, por redes de transmisión físicas de cabidas útiles correctamente adaptadas.

Módulo de Transporte Síncrono (STM)

Un STM es la estructura de información utilizada para soportar conexiones de capa de sección en la SDH.

El STM-1 incluye un solo grupo de unidades administrativas (AUG) así como la tara de sección (SOH).

El STM-N contiene N AUG así como la SOH. Las velocidades binarias jerárquicas del STM-N.

Velocidades Binarias Jerárquicas

Las velocidades binarias indicadas en el siguiente Cuadro 5-1 constituyen la jerarquía digital síncrona:

CUADRO 5-1
Velocidades Binarias Jerárquicas SDH

Nivel de Jerarquía Digital Síncrona	Velocidad Binaria Jerárquica (kbit/s)
1	155 520
4	622 080
16	2 488 320
64	9 953 280
NOTA: La especificación de niveles superiores a 64 quedan en estudio.	

Especificación Física de la NNI

Las especificaciones de las características eléctricas de la NNI figuran en la Recomendación G.703.



Las especificaciones de las características ópticas de la NNI figuran en la Recomendación G.957.

Contenedores

Los contenedores más importantes son: Contenedor-n ($n=1-4$) y contenedor Virtual-n (VC-n).

Contenedor Virtual-n (VC-n)

Un contenedor virtual es la estructura de información utilizada para soportar conexiones de capa de trayecto en la SDH.

Se han identificado dos tipos de contenedores virtuales.

- Contenedor virtual-n de orden inferior: VC-n ($n=1, 2, 3$).
- Contenedor virtual-n de orden superior: VC-n ($n=3, 4$)

Contenedor-n ($n=1-4$)

Un contenedor es la estructura de información que forma la cabida útil de información síncrona de red para un contenedor virtual. Recomendación G.702.

Unidades

Las unidades más mencionadas son: Unidad Administrativa-n (AU-n) y unidad Afluente-n (TU-n).

Unidad Administrativa-n (AU-n)

Una unidad administrativa es la estructura de información que proporciona la adaptación entre la capa de trayecto de orden superior y la capa sección de multiplexación.

Se definen dos unidades administrativas:

La AU-4 y la AU-3. La primera consta de un VC-4 más un puntero de unidad administrativa que indica el alineamiento de fase del VC-4 con respecto a la trama del módulo de transporte síncrono N (STM-N). La segunda consta de un VC-3 más un puntero de unidad administrativa que indica el alineamiento de fase del VC-3 con respecto a la trama STM-N.

Unidad Afluente-n (TU-n)



Una unidad afluente es una estructura de información que proporciona la adaptación entre la capa de trayecto de orden inferior y la capa de trayecto de orden superior.

Un TUG-2 consta de un conjunto homogéneo de TU-1 idénticas o de una TU-2.

Un TUG-3 consta de un conjunto homogéneo de TUG-2 o de una TU-3.

Interfaz de Nodo de Red (NNI)

Interfaz situada en un nodo de red que se utiliza para la interconexión con otro nodo de red.

La Figura 5-1 muestra una posible configuración de red para ilustrar la ubicación de la interfaz de nodo de red (NNI) especificada en esta Recomendación.

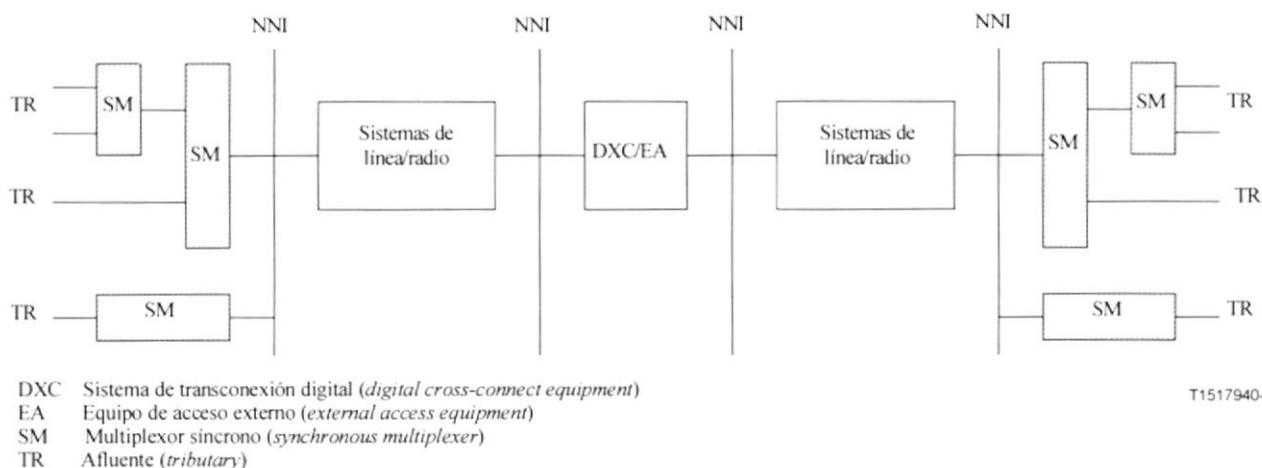


FIGURA 5-1: Ubicación de la NNI

Punteros

Indicador cuyo valor define el desplazamiento de la trama de un contenedor virtual con respecto a la referencia de trama de la entidad de transporte sobre lo que es soportado.



Puntero de AU-n

El puntero de AU-n proporciona un método para permitir una alineación flexible y dinámica del VC-n dentro de la trama de AU-n.

La alineación dinámica significa que se permite al VC-n "flotar" dentro de la trama de AU-n.

Puntero de TU-3

El puntero de la TU-3 proporciona un método para permitir una alineación flexible y dinámica del VC-3 dentro de la trama de la TU-3, con independencia del contenido del VC-3.

Puntero de TU-2/TU-1

Los punteros de TU-1 y TU-2 proporcionan un método que permite la alineación flexible y dinámica de los VC-2/VC-1 dentro de las multitramas de TU-1 y TU-2, independientemente del contenido del VC-2/VC-1.

Concatenación

Procedimiento en una multiplicidad de contenedores virtuales que se asocian unos a otros de modo que su capacidad combinada puede utilizarse como un contenedor sencillo en el que se mantiene la integridad de la secuencia de bits.

Correspondencia SDH

Procedimiento por el que se adaptan afluentes a contenedores virtuales en los límites de una red SDH.

Alineación SDH

Procedimiento por el que la información de desplazamiento de trama se incorpora a la unidad afluente o la unidad administrativa cuando se adapta a la referencia de trama de la capa soporte.

Convenios

El orden en que se transmite la información en todos los diagramas de esta Recomendación es de izquierda a derecha y de arriba a abajo. En cada octeto, el bit más significativo se transmite primero. Dicho bit más significativo (bit 1) figura siempre en la parte izquierda de los diagramas.



1.5.2 TRANSMISIÓN STM-N

Principios Básicos de Multiplexación y Elementos de Multiplexación

En la figura 5.2 se indican los principios de Multiplexación y sus elementos que conforman una red PDH y una red SDH.

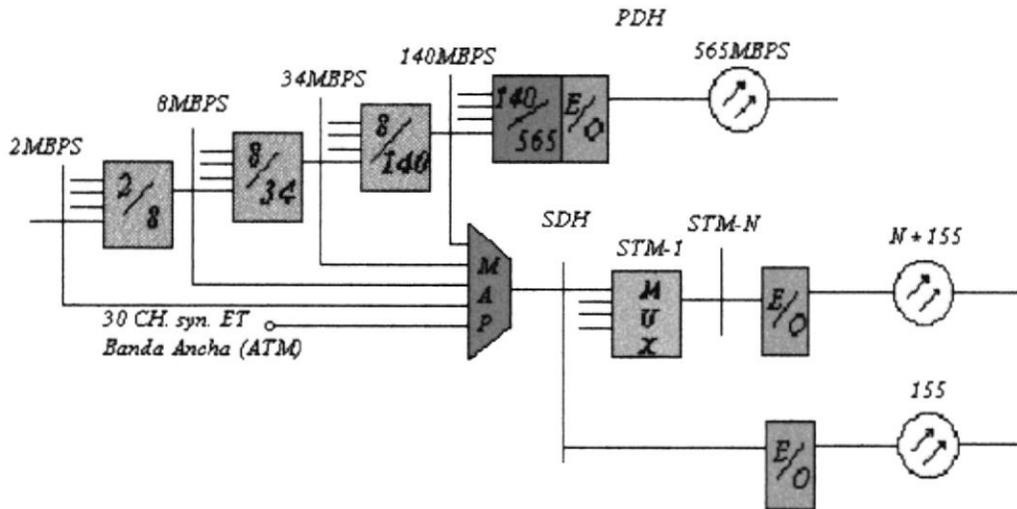


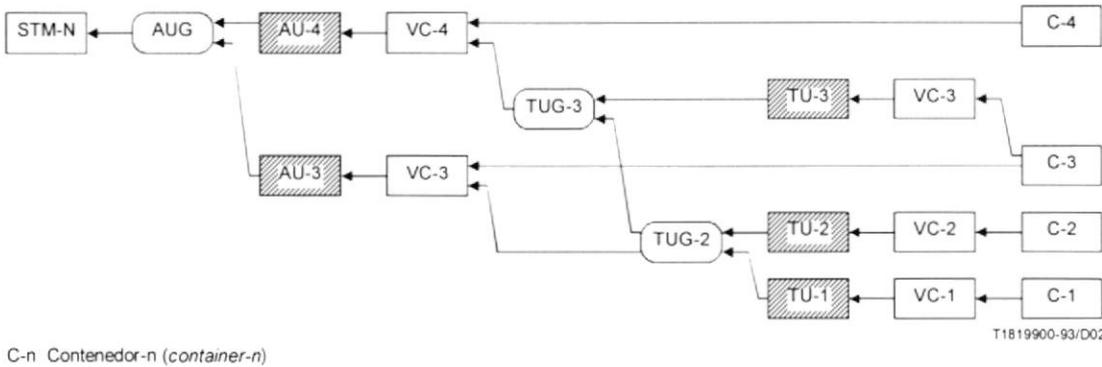
FIGURA 5-2: Principios Básicos de Multiplexación

Comparación de Niveles de Multiplexación entre PDH y SDH.

Estructura de Múltiplex SDH

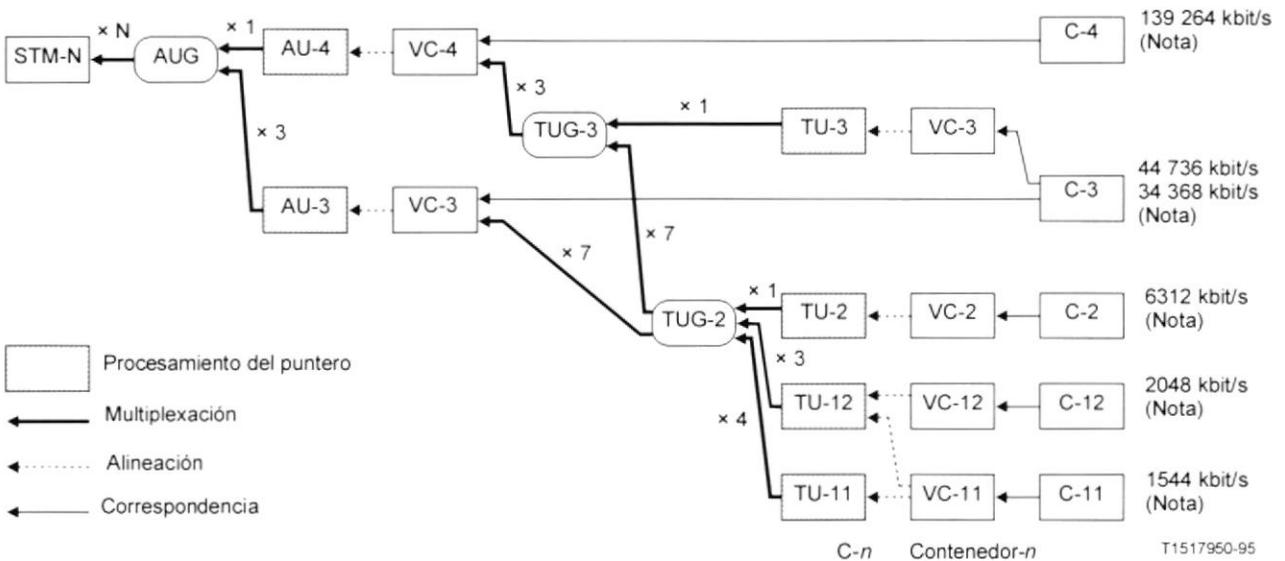
La Figura 5-3 muestra la relación entre diversos elementos de multiplexación que se definen más adelante, e ilustra posibles estructuras de multiplexación.

Las Figuras 5-4, son ejemplos de cómo se multiplexan diversas señales utilizando estos elementos de multiplexación.



C-n Contenedor-n (container-n)

FIGURA 5-3: Estructura de Múltiplex SDH



NOTA - Se muestran las afluentes descritas en la Recomendación G.702 asociadas con contenedores C_n. También pueden incluirse otras señales por ejemplo ATM (véase 10.2).

FIGURA 5-4: Estructura de multiplexación



Estructura de Trama

Estructura de Trama Básica

La estructura de trama STM-N se muestra en la Figura 5-5. Se indican los tres sectores principales de la trama STM-N:

- Tara de sección (SOH);
- Punteros de AU.
- Cabida (contenido) útil de información.

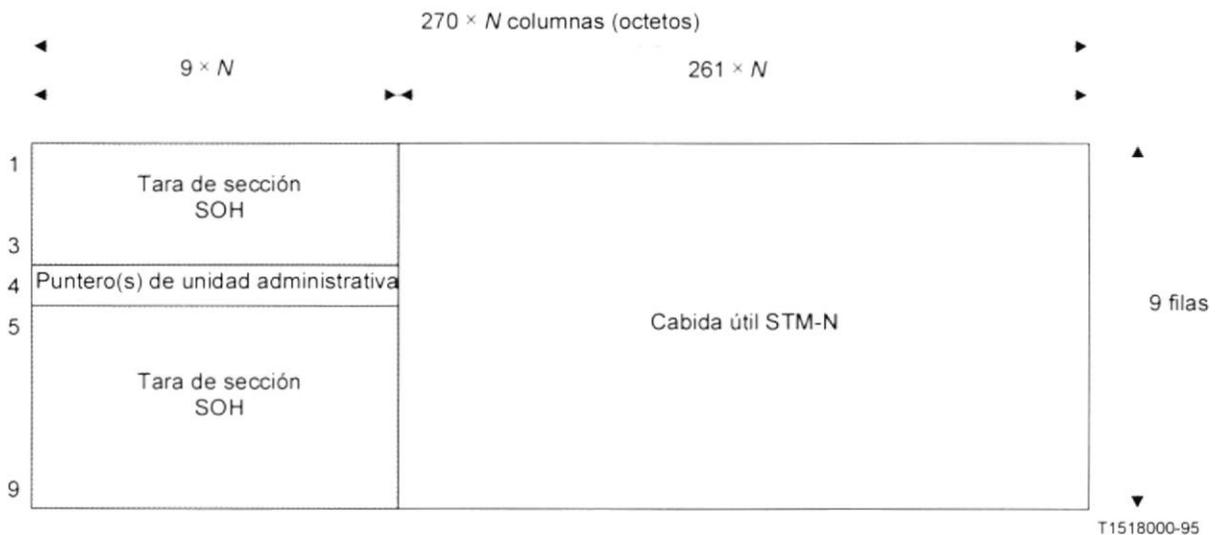


FIGURA 5-5: Estructura de trama STM-N

Tara de Sección

Las filas 1 a 3 y 5 a 9 de las columnas 1 a $9 \times N$ del STM-N de la Figura 5-5 están dedicadas a la tara de sección.

Punteros de Unidad Administrativa (AU)

La fila 4 de las columnas 1 a $9 \times N$ de la Figura 5-5 están disponibles para punteros de AU.



Unidades Administrativas en el STM-N

La cabida útil del STM-N puede soportar N AUG donde cada AUG puede constar de:

- Una AU-4, o
- Tres AU-3.

El VC-n asociado con cada AU-n no tiene una fase fija con respecto a la trama STM-N.

Tipos de Tara

Tara de Sección (SOH): La información de SOH se añade a la cabida útil de información para crear un STM-N. Incluye información de alineación de trama de bloques e información para el mantenimiento y la supervisión de la calidad de funcionamiento y otras funciones operacionales.

Tara de Trayecto (POH) de Contenedor Virtual: La POH de contenedor virtual permite la integridad de la comunicación entre el punto de ensamblado de un VC y su punto de desensamblado. Se han identificado dos categorías de POH de contenedor virtual:

POH de contenedor virtual de orden superior (POH del VC-4/VC-3): La POH del VC-3 se añade a un conjunto de TUG-2 o a un contenedor-3 para formar un VC-3. La POH del VC-4 se añade a un conjunto de TUG-3 o a un contenedor-4 para formar un VC-4. Entre las funciones incluidas en esta tara está la de supervisión de la calidad de funcionamiento del trayecto del contenedor virtual, las indicaciones de estado de alarmas, las señales de mantenimiento y las indicaciones de estructura múltiplex (composición de VC-4/VC-3).

POH de contenedor virtual de orden inferior (POH del VC-3/VC-2/VC-1): La POH del VC-n ($n = 1, 2, 3$) de orden inferior se añade al contenedor-n para formar un VC-n. Entre las funciones incluidas en esta tara está la de supervisión de la calidad de funcionamiento del trayecto del contenedor virtual, las señales de mantenimiento y las indicaciones de estado de alarma.



Descripción de la SOH

Ubicación de los Octetos de la SOH: La ubicación de los octetos de la SOH en la trama STM-N se identifica mediante un vector de tres coordenadas S(a, b, c) en el que a(1 a 3, 5 a 9) representa el número de fila, b(1 a 9) representa un número multicolumna y c(1 a N) representa el grado de entrelazado en la multicolumna. Esto se ilustra en la Figura 5-6

La relación entre los números de filas y columnas y las coordenadas viene dada por:

- fila = a
- columna = $N(b - 1) + c$

Por ejemplo, el octeto K1 de un STM-1 se sitúa en S(5, 4, 1), o en [5, 4] en notación [fila, columna].

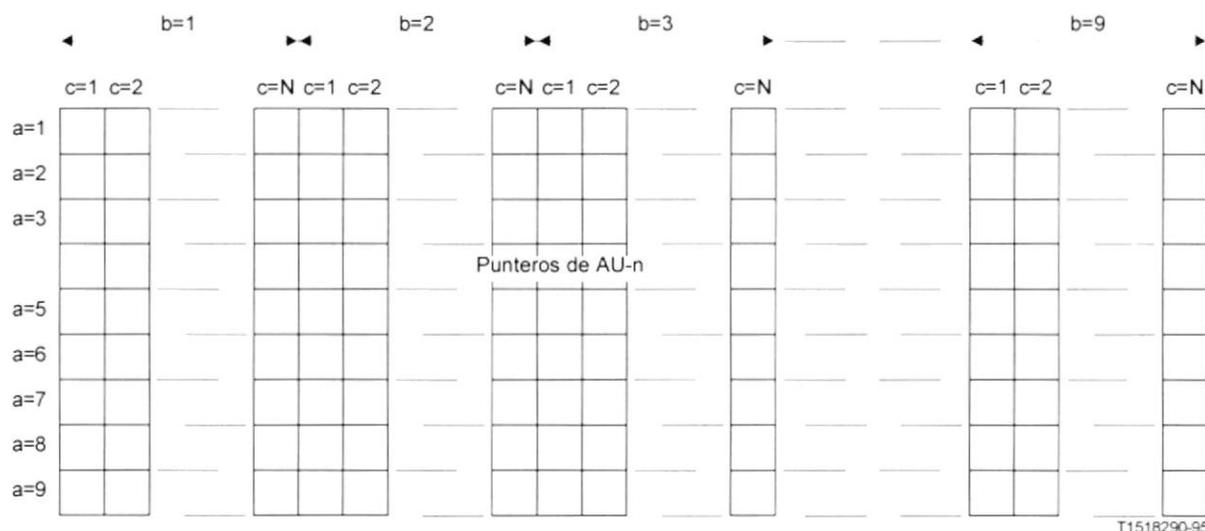


FIGURA 5-6: Ubicación de los Octetos de la SOH

Descripción de los Octetos de la SOH

Alineación de Trama A1, A2: Para la alineación de trama se definen dos tipos de octetos:

- A1: 11110110
- A2: 00101000

La palabra de alineación de trama de una trama STM-N se compone de $3 \times N$ octetos A1 seguidos de $3 \times N$ octetos A2.



Descripción de la Tara de Trayecto (POH)

Tara de Trayecto de VC-4-Xc/VC-4/VC-3: La POH de VC-4-Xc se sitúa en la primera columna de la estructura de 9 filas por X × 261 columnas del VC-4-Xc.

La POH de VC-4 se sitúa en la primera columna de la estructura de 9 filas por 261 columnas del VC-4.

La POH de VC-3 se sitúa en la primera columna de la estructura de 9 filas por 85 columnas del VC-3.

1.6. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Existen diversos medios de Transmisiones, entre los más conocidos tenemos:

- Radio Enlace.
- Cables de Cobre.
- Fibra Optica.

De los cuales la fibra óptica sobresale por sus muchas propiedades técnicas que superan en muchos sentidos los convencionales medios de transmisión y es el medio que utilizaremos en nuestro estudio para lo que a continuación se describirán sus principales características.

1.6.1 FIBRA OPTICA

Características Generales de la Fibra

Diámetro del Campo Modal

El valor nominal del diámetro del campo modal a 1310 nm estará en la gama de 9 a 10 μm . La desviación del diámetro del campo modal no deberá exceder de $\pm 10\%$ de su valor nominal.

Diámetro del Revestimiento

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125 μm . La desviación del diámetro del revestimiento no debe exceder de $\pm 2 \mu\text{m}$).



Error de Concentricidad del Campo Modal

El error de concentricidad recomendado para el campo modal a 1310 nm no debe exceder de 1 μm .

No Circularidad

En la práctica, la *no circularidad del campo modal* de las fibras que tienen campos modales nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y los empalmes no se vean afectados. En general, no es necesario medir la no circularidad del campo modal con fines de aceptación.

La *no circularidad del revestimiento* debe ser inferior al 2%. Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas otras tolerancias.

Longitud de Onda de Corte

Pueden distinguirse dos tipos útiles de longitudes de onda de corte:

- La longitud de onda de corte λ_c de una fibra con revestimiento primario, de acuerdo con el RTM de la fibra correspondiente. Recomendando que λ_c sea inferior a 1280 nm; cuando resulta adecuado un límite inferior, λ_c debe ser superior a 1100 nm.
- La longitud de onda de corte λ_{cc} de una fibra cableada en condición de instalación, de acuerdo con el RTM del cable correspondiente. Recomendando que el valor máximo λ_{cc} sea 1260 nm o 1270 nm.

Características de Pérdida a 1550 nm

A fin de asegurar un funcionamiento con bajas pérdidas de las fibras instaladas optimizadas a 1310 nm en la región de longitudes de onda de 1550 nm, el incremento de la pérdida para 100 vueltas de fibra holgadamente enrollada con un radio de 37,5 mm y medida a 1550 nm será inferior a 1,0 dB.

Especificaciones de los Largos de Fabricación

Coefficiente de Atenuación

Los cables de fibra óptica tratados en este estudio tienen, generalmente, coeficientes de atenuación inferiores a 1,0 dB/km. en la región de longitudes de onda de 1310 nm e inferiores a 0,5 dB en la de 1550 nm.



Coeficiente de Dispersión Cromática

El máximo coeficiente de dispersión cromática deberá especificarse por:

- La gama permitida de longitudes de onda de dispersión nula entre $\lambda_{0min} = 1300$ nm y $\lambda_{0max} = 1324$ nm.
- El valor máximo $S_{0max} = 0,093$ ps/(nm² · Km.) de la pendiente con dispersión nula.

Secciones Elementales de Cable

Una sección elemental de cable incluye normalmente varios largos de fabricación empalmados. Los parámetros de transmisión de las secciones elementales de cable deben tener en cuenta no sólo el comportamiento de los distintos largos de cable, sino también, entre otras cosas, factores tales como las pérdidas por empalmes y en los conectores (si se aplican).

Atenuación

La atenuación A de una sección elemental de cable viene dada por:

$$A = \sum_{n=1}^m \alpha_n \cdot L_n + \alpha_s \cdot \chi + \alpha_c \cdot y$$

donde:

α_n es el coeficiente de atenuación de la n -ésima fibra de la sección elemental de cable,

L_n es la longitud de la n -ésima fibra,

m es el número total de fibras concatenadas de la sección elemental de cable,

α_s es la pérdida media por empalme,

χ es el número de empalmes de la sección elemental de cable,

α_c es la pérdida media de los conectores de línea,

y es el número de conectores de línea de la sección elemental de cable (si se aplican).



Clases de Fibra Óptica

La fibra óptica se divide en dos grandes grupos, de acuerdo al número de modos que se transmiten en su interior:

- Multimodo: Se denomina así cuando por la fibra pasa más de un solo modo. Se lo utiliza para tramos cortos y también en los sectores industriales, ya que ellos no necesitan gran velocidad de transmisión ni ancho de banda.
- Monomodo: Se denomina así cuando por la fibra pasa solo un modo de propagación. Se lo utiliza para transmisiones de datos y telecomunicaciones, las cuales necesitan de grandes velocidades de conmutación y ancho de banda.

División de la Fibra Óptica según donde se la Utilice

La Fibra óptica se divide en dos grupos según su utilización:

- Fibra óptica para Exterior.
- Fibra óptica para Interior.

Cables Exteriores con Conductores por Grupos para Fibras Ópticas Monomodo

Adquieren reciente importancia los cables con conductores de fibras ópticas monomodo. En la configuración de los cables se debe prestar especial atención a que las fibras no se hallen expuestas a ninguna sollicitación. Mecánica en el cable.

Además se deben respetar todos los parámetros constructivos dirigidos para conductores de fibras ópticas multimodo (vea fig. 6-1).

Según el número de fibras ópticas se emplean los siguientes conductores por grupos:

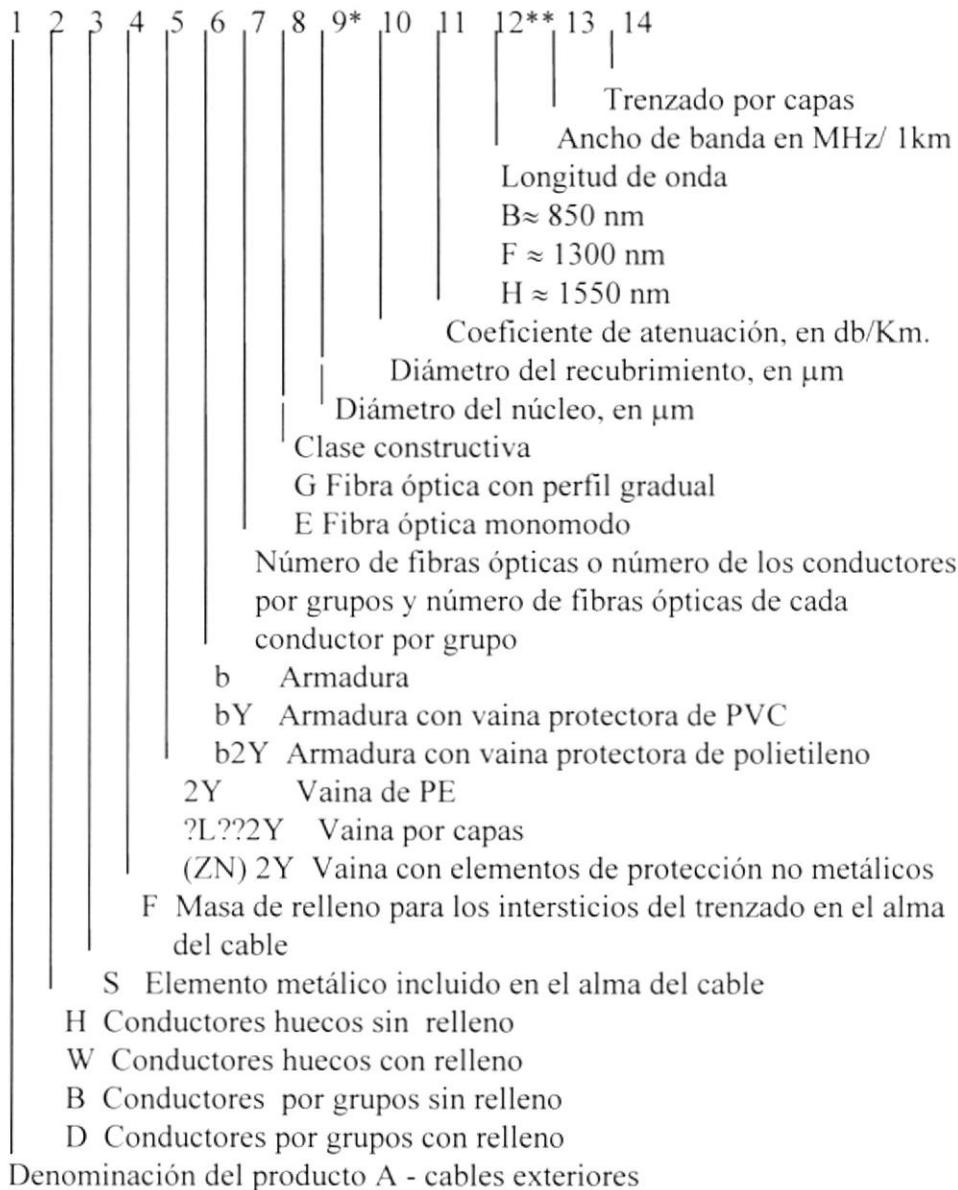
- 1 a 2 fibras ópticas, conductor por grupos con \varnothing 2,0 mm.
- 3 a 4 fibras ópticas, conductor por grupos con \varnothing 2,8 mm.
- 6 fibras ópticas, conductor por grupos con \varnothing 3,0 mm.

Los conductores por grupos se enumeran en forma correlativa comenzando por el numerador. El par de cobre no se debe contar y su posición no indica una dirección determinada de numeración; los conductores ciegos no se cuentan.

Los cables con fibras ópticas monomodo se emplean en todos aquellos casos en los cuales además de un gran ancho de banda se requieren bajas atenuaciones.



Estructura de la identificación de cables para exteriores según la norma DIN VDE 0888 sección 3.



*En el caso de fibras ópticas monomodo se indica diámetro de campo en lugar del diámetro del núcleo.

** En el caso de fibras ópticas monomodo se indica la dispersión en ps/nm* Km. en lugar del ancho de banda.

FIGURA 6-1



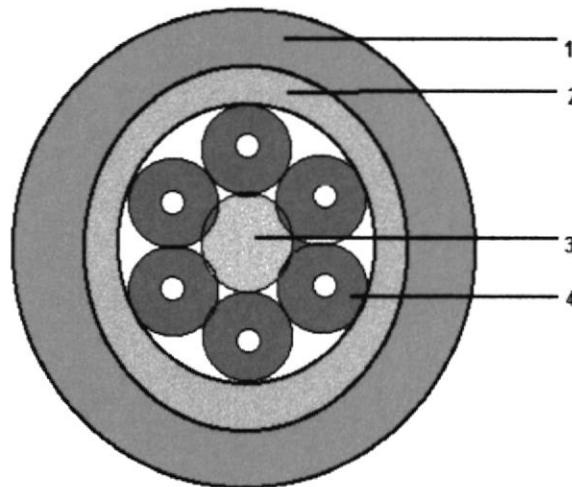
Cables Interiores

Para las más diversas aplicaciones en el interior de edificios se requieren cables de fibras ópticas para interior con vaina de PVP, dado que al igual que en el caso de instalaciones con cables convencionales, el uso de cables exteriores con vaina de PE no está permitido o lo está sólo en forma restringida en el interior de edificios. Por eso, los cables para exteriores finalizan inmediatamente después de ingresar a un edificio en una caja de empalme distribuidora de fibras ópticas o en un bastidor terminal para cables (KEG) siempre que éste se encuentre en la misma sección antiincendios. Desde la caja de empalmes se tienden hasta un distribuidor cables para interiores con una o más fibras ópticas según sea necesario.

Para mantener los empalmes libres de puntos de juntura e incrementos de atenuación se utiliza, dentro de lo posible, cables para interiores con similares características ópticas de transmisión que los correspondientes para exteriores.

Cable interior con 1 fibra óptica

Las normas correspondientes a cables para interiores con un conductor de fibra óptica se dan en DIN VDE 0888 sección 4; en cambio los de 2 a 6 fibras ópticas son tratados constructivamente como cables exteriores. Sobre un elemento central se trenzan hasta 6 conductores macizos o compactos y luego se colocan los elementos no metálicos de tracción / soporte de hilos de aramida y a continuación una vaina de PVC de 0,9 mm de espesor (fig. 6-2).



- 1 Vaina de PVC
- 2 Elemento de tracción/Soporte
- 3 Elemento central
- 4 Conductor macizo

FIGURA 6-2

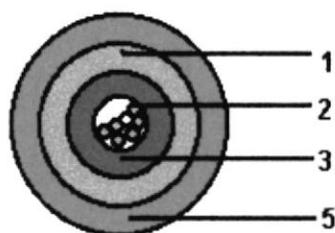


Rangos de Temperatura

TIPO DE CABLE	TEMPERATURA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	TEMPERATURA DE TENDIDO	TEMPERATURA DE SERVICIO
J-HY 1G 50/125	-25°C a 70°C	-5°C a 50°C	-5°C a 50°C
J-WY 1G 50/125			
J-VY 1G 50/125			

El máximo esfuerzo de tracción admisible asciende 400N.

Las figuras 6-3 y 6-4 ilustran cables para interiores de 10 y 60 fibras ópticas con diámetros exteriores de aproximadamente 4,4 mm y 13,5 mm, respectivamente.



- 1 Elemento de tracción/soporte
- 2 Fibra óptica
- 3 Vaina del grupo
- 4 Elemento Central
- 5 Vaina de PVC

FIGURA 6-3

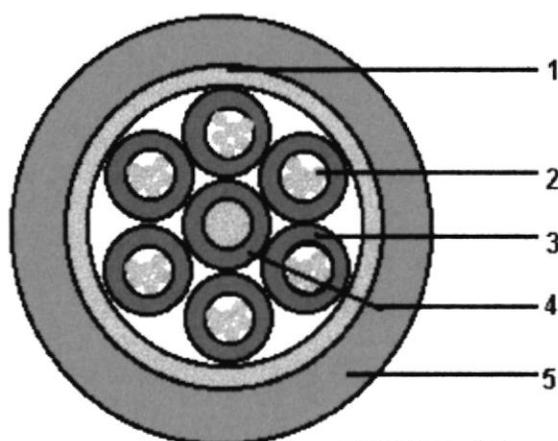
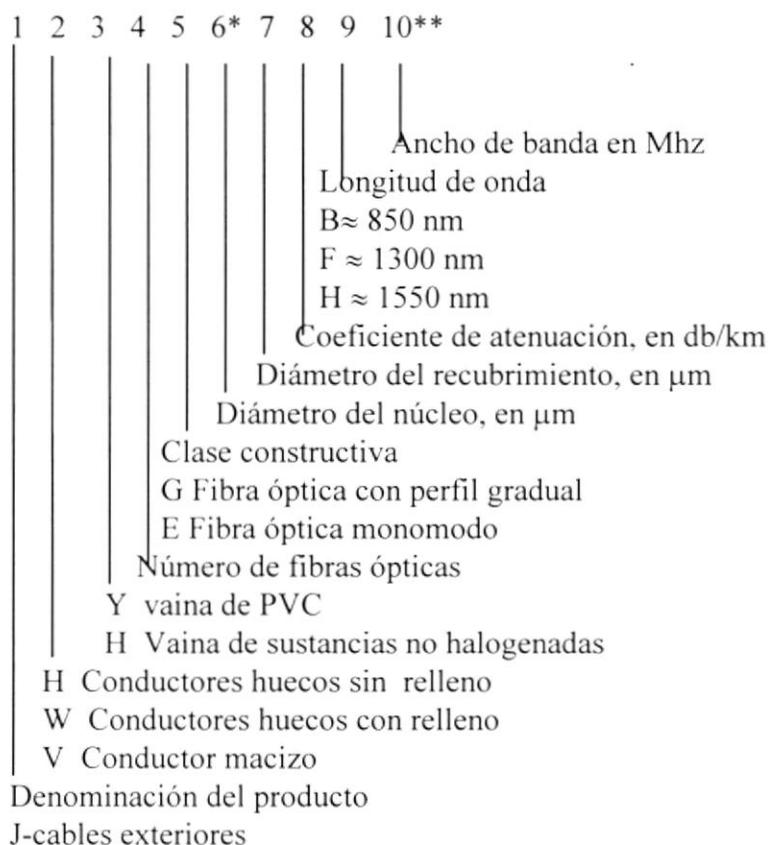


FIGURA 6-4



Estructura de la identificación de cables interiores según la norma DIN VDE 0888 sección 4



*En el caso de fibras ópticas monomodo se indica diámetro de campo en lugar del diámetro del núcleo.

** En el caso de fibras ópticas monomodo se indica la dispersión en ps/nm*km en lugar del ancho de banda.

1.6.2 PLANIFICACIÓN CORRESPONDIENTE A LA TRANSMISIÓN.

La atenuación y el ancho de banda del cable de fibra óptica utilizado así como los valores de atenuación de los empalmes son los parámetros más importantes para la transmisión que deben tenerse en cuenta cuando se planifican instalaciones de cables de fibra óptica.

En las consideraciones siguientes no se han tenido en cuenta atenuaciones producidas por conectores ni reservas que deben ser previstas en relación con los valores de los equipos, ni derivaciones o acopladores posiblemente existentes.



Planificación de Atenuación para Conductores de Fibra Óptica Monomodo y Multimodo

La atenuación a_k de una instalación de cables está formada por la longitud de cable L con el coeficiente de atenuación α_{LWL} y el número de las atenuaciones n de los empalmes a_{sp} ; vale:

$$a_k = L * \alpha_{LWL} + n * a_{sp}$$

- a_k atenuación de la instalación de cables, en Db
- L longitud del cable, en km.
- α_{LWL} coeficiente de atenuación, en Db/ km.
- N número de empalmes
- a_{sp} atenuación de empalmes, en Db

De lo anterior sigue para la atenuación de campo regenerador a_R :

$$a_R = a_k + \alpha_{Res} * L$$

- α_{Res} reserva de atenuación, en Db/km.

En todos los casos se debe procurar, por medio de tramos suministrados con la mayor longitud posible, reducir al mínimo la atenuación adicional producida por empalmes y uniones.

La tabla que se muestra a continuación, nos da los requerimientos ópticos de varios sistemas de transmisión con todos los parámetros de atenuación los cuales deben de ser tomados en consideración.



Transmisión velocidad bit	Mbit/s	140			565		2488	
		Fibra Multimodo (Core-D. 50 μm)	Fibra Monomodo		Fibra Monomodo		Fibra Monomodo	
			1300 nm	1550 nm	1300nm	1550nm	1300nm	1550nm
Transmisor Óptico								
Diodo Laser		FPR	FPR	DFB	FPR	DFB	DFB	DFB
Longitud de Onda	nm	1270 - 1320	1285 - 1330	1525 - 1570	1290 - 1330	1525 - 1575	1260 - 1360	1480 - 1580
Ancho Espectral	nm	< 5	< 5	< 1	4	0.3	< 1	0.25
Poder de Transmision (antes del conector)	dBm	-5	-5	-5	-6	-8	-5	-4
Receptor Óptico								
Poder de Recepcion	dBm	-38	-38	-40	-37	-38	-18	-27
Maxima atenuación óptica del espacio del repetidor incl 3dB del margen del sistema	dB	30	30	32	28	27	10	20
Coefficiente de atenuación de la fibra	dB/km	1	0.4	0.25	0.4	0.25	0.4	0.25
Perdida promedio en splice	dB/splice	0.2 - 0.1	0.1 - 0.05	0.1 - 0.05	0.1 - 0.05	0.1 - 0.05	0.1 - 0.05	0.1 - 0.05
Longitud instalada	km	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0
Splice perdidas por Longitud	dB/km	0.2 - 0.05	0.1 - 0.025	0.1 - 0.025	0.1 - 0.025	0.1 - 0.025	0.1 - 0.025	0.1 - 0.025
Margenb de la reparación	dB/km	0.35 - 0	0.2 - 0	0.2 - 0	0.2 - 0	0.2 - 0	0.2 - 0	0.2 - 0
Coefficiente de atenuación del cable	dB/km	1.55 - 1.05	0.7 - 0.425	0.55 - 0.275	0.7 - 0.425	0.55 - 0.275	0.7 - 0.425	0.55 - 0.275
Longitud de espacio del repetidor	km	19.3 - 28.5	42.8 - 70.5	58.1 - 116.3	40 - 65.8	49 - 98.1	14.2 - 23.5	36.3 - 72.7

Ancho de Banda de Conductores de Fibra Óptica con Perfil Gradual en Instalaciones de Cable

El ancho de banda de conductores de fibra óptica con perfil gradual se ve limitado principalmente por la dispersión de modos y/o del material.

Existen varios métodos para calcular en forma aproximada la variación en función de la longitud del producto ancho de banda por longitud de un conductor de fibra óptica.

$$b_l = B_l * L_1$$

$$\left(\frac{B}{B_l}\right) = \left(\frac{L}{L_1}\right)^{-\gamma}$$

- B ancho de banda del sistema, en MHz
- b_l producto del ancho de banda por longitud en MHz * km.
- B_l ancho de banda del conductor de fibra óptica, en MHz a L₁
- L longitud del conductor de fibra óptica, en km.
- L₁ longitud del conductor de fibra óptica – usualmente 1 km. – para el ancho de banda

Los valores correspondientes al exponente longitudinal γ por lo general se hallan entre 0.6 y 1.0, de modo que se puede utilizar para los cálculos un valor empírico de 0.8.

*Dispersión de Conductores de Fibras Ópticas Monomodo en Instalaciones de Cables*

Cuando se planifican instalaciones con sistemas digitales de hasta 140 MBPS, en los cuales se utilizan exclusivamente diodos láser, se puede despreciar en general el ancho de banda del conductor de fibra óptica monomodo, dado que el mismo penetra profundamente en la gama de los GHz y en consecuencia cada una de las atenuaciones (conductor de fibra óptica, empalmes y reservas) limita la longitud del campo regenerador.

Para los conductores de fibra óptica monomodo se indica la dispersión en lugar del ancho de banda, pudiéndose calcular en base a ello, en forma particularmente ilustrativa, el ensanchamiento del pulso correspondiente al láser.

$$\Delta T = M(\lambda) * \Delta\lambda * L$$

- ΔT ensanchamiento del pulso, en ps
 $M(\lambda)$ dispersión cromática, en ps/(nm * km.)
 $\Delta\lambda$ ancho espectral medio del emisor, en nm
 L longitud del conductor de fibra óptica, en km.

Planificación desde el Punto de Vista Mecánico

El objetivo principal desde el punto de vista mecánico consiste en diseñar la configuración de los cables de fibra óptica de tal manera que éstos se encuentren protegidos de las influencias ambientales de la mejor manera posible. Para lograrlo es necesario obtener información lo más detallada posible para saber si las configuraciones de los cables deben ser del tipo estándar o diseñadas especialmente para un fin determinado.

Para establecer una diferencia en cuanto a los usos previstos se divide a los sistemas de cables en *exteriores*, *interiores* y *especiales*.

El Trazado

De los planos de situación y de altura se desprenden las subidas y las pendientes así como los cruces a nivel y bajo nivel de los ríos y calles, así mismo el número de curvas críticas (con indicación de ángulos).



Características del Terreno

Se debe verificar si se trata por ejemplo de zona llana, montañosa, boscosa, pantanosa, de aguas, etc.

Tipo de Suelo

Hay que aclarar si el suelo es de humus, arcilloso o arenoso o si contiene impurezas químicas, etc.

Tipo de Tendido

Se debe diferenciar entre:

Cables enterrados o colocados en surcos practicados en la tierra teniendo en cuenta la temperatura del suelo a la profundidad del tendido.

En comparación con los conductores metálicos no se requieren para los cables de fibra óptica, por su bajo peso y su alta flexibilidad así como su diámetro relativamente reducido, emplear técnicas espaciales de tendido.

En ninguno de los tipos de tendidos se puede utilizar radios de curvatura menores que los valores mínimos indicados en las hojas de características de los cables. Es necesario ponderar los parámetros señalados precedentemente para decidir cuáles de los tipos de tendido son los más adecuados para cada caso.

1.6.3 EMPALMES Y CONECTORES

Para planificar el sistema es necesario tener en cuenta, además del coeficiente de atenuación de los conductores de fibra óptica, los valores de atenuación de los empalmes y de los conectores.

Precisamente teniendo en cuenta el frecuente requerimiento de tender cables de fibras ópticas con tramos cada vez más largos sin el uso de regeneradores, además de cables de longitudes cada vez mayores y valores de atenuación de los conductores de fibra óptica cada vez más reducidos, también resulta necesario optimizar los empalmes y conectores en lo relativo a las atenuaciones de inserción de las respectivas uniones. Al hablar de conectores se dice que son conexiones *separables*, y de empalmes, que son *permanentes*.



del empalme se basa sobre el autocentrado de los conductores de fibra óptica a ser unidos en una chapa con forma de V.

Empalme Térmico Simple: Para soldar conductores con una fibra óptica de vidrio de cuarzo con perfil gradual o de vidrio de varios componentes, existe un equipo empalmador térmico cuyo manejo también es sumamente sencillo. Vea la gráfica.

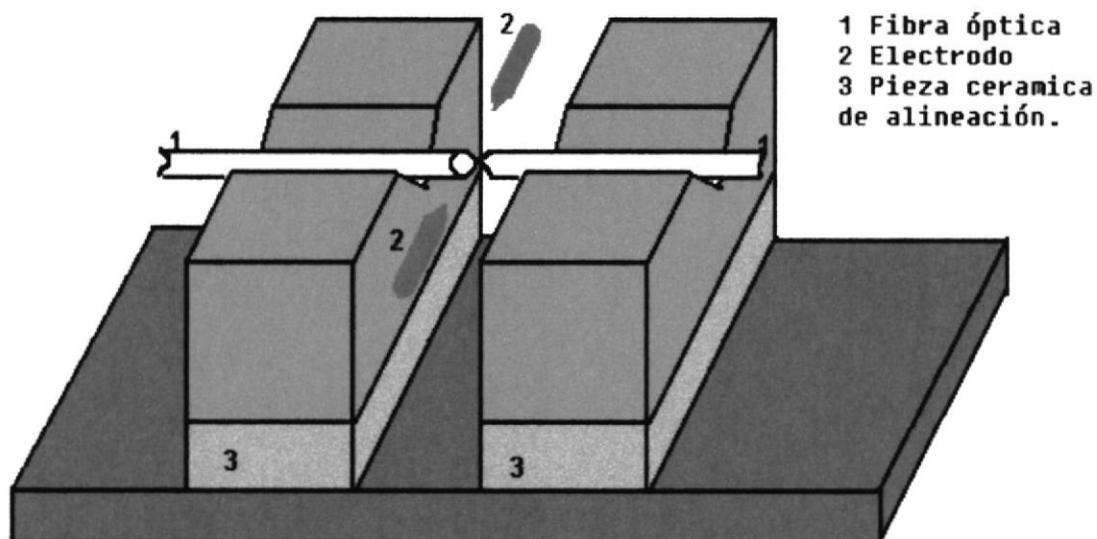


FIGURA 6-6

Empalme Térmico Simple de Conductores de Fibra Óptica Monomodo: Para empalmar núcleos con un diámetro de unos 9 μm se requiere una precisión y cuidados tan elevados que ya no alcanza la exactitud de los equipos empalmadores usuales para conductores de fibra óptica multimodo, el cual, para alcanzar pequeños valores de atenuación en el empalme, permite realizar el ajuste de los conductores de fibra óptica en tres ejes.

Sistema de Inyección de Luz y Detección Local para Conductores de Fibra Óptica (LID): El sistema local de inyección de luz y detección, LID TM1 (Local Inyection and Detection System) permite el ajuste rápido y sin inconvenientes de los conductores de fibra óptica multimodo o monomodo a ser empalmados.

Empalme Múltiple: La creciente cantidad de cables con numerosos conductores de fibra óptica provoca forzosamente una mayor complejidad en los trabajos. Para contrarrestar esta dificultad se encuentra en procesos de desarrollo adicionalmente técnicas de empalmes múltiples. Existen dos tipos de empalmes múltiples, el mecánico y el térmico.



Empalme Múltiple: La creciente cantidad de cables con numerosos conductores de fibra óptica provoca forzosamente una mayor complejidad en los trabajos. Para contrarrestar esta dificultad se encuentra en procesos de desarrollo adicionalmente técnicas de empalmes múltiples. Existen dos tipos de empalmes múltiples, el mecánico y el térmico.

Conectores

Las conexiones por conectores en líneas de transmisión óptica se emplean para separar fácilmente 2 conductores de fibra óptica y acoplarlos, cuando fuese necesario, con muy poca atenuación. En función del diámetro del núcleo del conductor de fibra óptica empleado y la atenuación de inserción requerida para la conexión, los conectores deben ajustarse a diversos requerimientos en cuanto a sus tolerancias mecánicas.

Acoplamiento por Lentes

Para el acoplamiento con lentes se emplean lentes u otros sistemas ópticos formadores de imágenes, los cuales transforman la luz que sale del conductor de fibra óptica emisor en un rayo de luz casi paralelo de gran diámetro y lo vuelven a concentrar posteriormente sobre la cara frontal receptora del conductor de fibra óptica.

Acoplamiento Frontal

Lo característico para el acoplamiento frontal es que las caras de emisión y recepción de luz se enfrentan una respecto de la otra a corta distancia y de forma paralela, independientemente de si se trata del conductor de fibra óptica o diodo.

1.7 TENDIDOS DE CABLES

1.7.1 TENDIDOS DE CABLES EN CANALIZACION

Los cables de fibras de utilización mas usual, entre 16 y 32 tienen un diámetro que oscila entre 10 y 16mm. Se tratará de aprovechar al máximo el volumen disponible en los conductos, por lo que se disponen en el interior de cada uno de ellos varios subconductos de polietileno, que permitirán el alojamiento de un cable de fibra óptica en cada uno.

Aunque el coste inicial de una instalación aumenta por el hecho de añadir subconductos, las ventajas de su utilización son patentes:



Las canalizaciones existentes son normalmente de hormigón con un alto coeficiente de rozamiento, lo que hace aumentar la tensión del tendido, siempre peligrosa para los cables de este tipo.

En muchas ocasiones, el grado de congestión de las canalizaciones existentes es muy alto y la utilización de subconductos lo hará aumentar en grado mínimo, sobre todo si es posible sustituir los portadores de algún conducto por los nuevos de fibra.

Subconductos de Canalizaciones

Lo más habitual para la instalación de subconductos de polietileno en canalizaciones es montarlos por grupos (tres o más). El diámetro será variable en cada caso, pero han de tenerse en cuenta las necesidades de aumento de planta en un plazo de hasta diez años; los tubos más utilizados en las administraciones telefónicas tienen diámetros próximos a los 30 mm y espesores de unos 2mm.

Normalmente, los subconductos descansarán unos sobre otros una vez que queden instalados en el conducto, por lo que no es preciso unirlos rígidamente entre sí antes de su introducción.

Hilo guía: Una vez tendidos los subconductos, es necesario introducir en cada uno de ellos un mandril con su hilo de guía mediante un compresor o una botella de nitrógeno, lo que facilitará el posterior tendido del cable en el subconducto.

Tendido del Cable en el Subconducto

Se procede primeramente a la lubricación de conductos, que disminuirá la tensión de tendido; debe hacerse con una materia que se autoelimine con el tiempo para evitar que forme cuerpo con el cable una vez colocado en su conducto.

La tensión de tendido no debe exceder, salvo una indicación expresa del fabricante, de un valor que, aproximadamente, viene dado por la expresión

$$T = K \times \text{Peso del cable}$$

Donde K es un parámetro que oscila entre 0.4 y 0.7. La tracción máxima también viene limitada por la máxima elongación admisible, que es función, a su vez, de la longitud del trozo de cable que se tiende.

En este tipo de canalizaciones no es posible utilizar máquinas de tendido por lo que debe hacerse por procedimientos manuales. Además lo más normal es que las canalizaciones tengan distancias cortas entre las sucesivas cámaras de registro, impuestas por las condiciones urbanísticas del lugar; estas distancias son como valor



medio, de 50m en el centro de las ciudades y no exceden de 200m en zonas residenciales. El tendido se lleva entonces a cabo mediante tiro de la punta del cable, auxiliándose de la cuerda guía.

Para no aumentar excesivamente la tensión del cable. El procedimiento no permite tender más allá de cuatro o cinco cámaras consecutivas o una longitud total de unos 500m, pues aunque la tensión que soporta el cable no excede de la correspondiente a una de las secciones, es difícil sincronizar el tendido en demasiadas cámaras (máximo 5).

Tendido de Cables Enterrado

Esta práctica es normal en zonas rurales. Se utilizan en rutas largas y cuando las condiciones del terreno lo permiten, máquinas zanjados muy sofisticadas que profundizan hasta casi dos metros en la zanja, nivelan el fondo, desmenuzan la tierra extraída, entierran los tubos y, por último cierran la zanja.

La profundidad de excavación, cualquiera que sea el procedimiento que se utilice, depende de las dificultades que ofrezca el terreno, de la proximidad a carreteras o zonas muy transitadas, de las reglamentaciones nacionales, etc.

Debe buscarse siempre un compromiso entre el coste de la instalación y su seguridad. En general, la profundidad de la zanja no excede unos 70 u 80 cm, reduciéndose en zona rocosa, y su ancho es de unos 25 cm.

Instalación de los Conductos en la Zanja

Una vez excavada la trinchera, si se trata de un terreno rocoso, o la zanja, hay que proceder al tendido de los subconductos que alojarán el cable, si es que no se opta por enterrarlo directamente. Para el tendido de los conductos en la zanja puede recurrirse a dos procedimientos:

Tubos independientes: Tirados desde carretes contiguos simultáneamente con una misma manga de tiro y unidos posteriormente a intervalos regulares mediante mordazas a las que se interpone un material elástico para no dañar los tubos. Este sistema requiere cierta cantidad de mano de obra para el cosido.

Tubos Unidos: En fábrica por sus generatrices, formando un conjunto triangular o preferentemente plano, que descansará sobre el fondo de la zanja. Este procedimiento es más rápido y es el usado actualmente. El diámetro de cada tubo está entre 30 y 40 mm con un espesor aproximado de 2mm y longitudes de los rollos entre 300 y 500m. Suele utilizarse el primer tubo para alojamiento del cable de trabajo, el segundo de ampliaciones posteriores y el tercero como reserva.





El tendido de estos tubos se realiza con las máquinas zanjadoras o mediante tendido directo del rollo. Los empalmes de carretes sucesivos se hacen con manguitos termotráctiles, como en el caso de las canalizaciones.

Después de tender los conductos en zanja, se introduce un mandril con hilo guía en uno de ellos para instalar después el cable óptico. Los tubos vacantes se obturan, no dejando ningún par metálico para comunicación entre los extremos, ya que se puede hacer por radio.

El cruce de zonas o puntos singulares (carreteras, arroyos, etc.), se hace con bloques de dos o tres conductos de PVC, en uno de los cuales se alojan los subconductos del cable óptico.

Tendido del Cable en la Zanja

En las zonas rurales se pueden instalar normalmente secciones de cable de 1000 a 3000 metro, por lo que ésta será la distancia entre empalmes. Sin embargo, con las tensiones de tracción serían excesivas hay que disponer de uno o más puntos intermedios para auxiliarse en el tendido, o bien hacer éste en el punto medio de la futura sección de cable hacia uno y otro lado de la misma. En cualquier caso, como este punto no coincidirá con el final de un conducto, hay que cortarlo y unirlo después del tendido del cable. Para ayudarse en esta labor conviene practicar un hoyo de dimensiones adecuadas; también será necesario hacer hoyos en los puntos de empalme de secciones de cable. En general, las distancias entre hoyos consecutivos de tendido o empalme es de unos 1000m.

Antes de tender el cable es necesario lubricar el conducto para disminuir la tensión del tendido, que se hará en lo posible con máquinas que dispongan de elementos de control de aquella. Se requiere un control continuo de la tensión a lo largo de todo el cable durante el proceso de tendido, para evitar que se superen los valores máximos preestablecidos, que originarían fracturas irreversibles en el núcleo de la fibra, con la consiguiente merma de sus condiciones en la transmisión.

La facilidad de medida de la tensión en la cabeza del cable, punto en el que es máxima, se incorpora a la propia máquina del tendido, transmitiendo esa información a la unidad de control mediante un par de hilos de cobre interiores al cable de tiro o por comunicación de radio. La máquina permite el registro en el papel y monitor de las tensiones a lo largo de todo el trayecto y se para automáticamente tan pronto como se supera la tensión límite programada al comienzo del tendido.

Los empalmes se hacen en los puntos preestablecidos, en el interior de una caja cilíndrica o rectangular que se cierra herméticamente con juntas de goma en su tapa y manguitos termorretráctiles en los extremos de la salida del cable y que permanecerá alojada en su hoyo.



1.7.2 CABLE DE FIBRAS OPTICAS EN REDES DE ALTA TENSION

Las fibras ópticas son adecuadas para comunicaciones y transmisión de datos a través de líneas aéreas con cable de tierra en sistemas de alta tensión, las ventajas que presentan estos cables no metálicos son:

- Peso reducido
- Baja atenuación, implicando grandes distancias entre repetidores
- Gran ancho de banda
- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Ausencia de diafonía
- Instalación durante el servicio de cable.

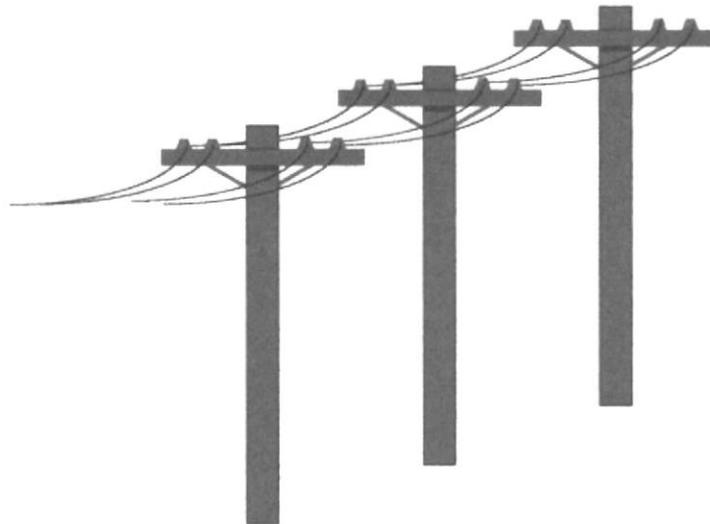


FIGURA 7-1 Torres Eléctricas

Se utiliza dichos cables en líneas de alta tensión entre 110 a 380 KV, ya que la transmisión al centro de control de la red de los valores medidos en el extremo remoto, referentes a corriente, tensión, desplazamiento de fase y posición de los dispositivos de conmutación, así como de señales para las operaciones de corrección necesarias, junto con el control del potencial de las estaciones no atendidas, no podrían conseguirse por otros medios

Cuando se construye un cable aéreo se toman en cuenta ciertos factores como son:

- Tensión de trabajo de la línea de energía eléctrica
- Figura de los postes con disposición del cable aéreo
- Velocidad máxima del viento
- Fuerza de tracción máxima admisible en el punto de suspensión



- Margen de temperatura para el almacenamiento, montaje y servicio
- Area de aplicación
- Plano del trayecto con perfil de alturas
- Influencias exteriores, tomando en cuenta incendio de la vegetación, disparo de perdigones o similares
- Agresividad química de la atmósfera
- Preferentemente estamos hablando de fibras monomodo en la cual cuenta
- Cantidad, longitud de onda, atenuación, dispersión.

Estructura del Cable

El alma del cable se compone de un maxitubo central de dos capas optimizado para ser autosoportados, se pueden integrar hasta 20 fibras, las cuales se colocan en el tubo con una sobre longitud definida para garantizar un funcionamiento adecuado, el tubo está relleno con una masa hermética reticulada inderramable para impedir la entrada y migración de agua. El alma está recubierta con un arrollamiento de hilos de aramida que proporciona la resistencia y tracción requerida.

Material de la Cubierta

La cubierta exterior está hecha de un polímero especial resistente a las corrientes de fuga y autoextinguible. Los hilos que se encuentran debajo (de aramida), tratados con un fluido iongeno neutro, desvían corrientes capacitivas, con lo que la superficie de la cubierta exterior quede libre de todo esfuerzo eléctrico.

Las fibras se alojan en un llamado maxitubo, se introducen en él, en forma de espiral , con una sobrelongitud de algunas décimas. De este modo el cable puede soportar cargas conforme a los valores técnicos con cable de tierra, sin que por ello se vean afectadas las fibras, las propiedades mecánicas de transmisión no son afectadas ni siquiera a altas temperaturas .

Por la estructura del cable , las facilidades que nos proporciona son:

- Ninguna torsión en el montaje
- Reducida tendencia a oscilaciones
- Pequeños radios de curvatura
- Exento de descargas atmosféricas
- Resistencia térmica del cable
- Bajo peso del cable
- En caso de cargas extremas no aumenta atenuación
- Dieléctrico

**Cable de Fibra Óptica con Característica de Cable de Tierra en Sistemas de Líneas Aéreas de Alta Tensión (OPGW)**

Posee similares características que el cable no metálico de fibras ópticas aéreo, con ciertas variaciones, vea la tabla 7-1.

CARACTERISTICAS	MECANICAS	ELECTRICAS
Alambres de armadura Material : Aldrey AY Acero recubierto de aluminio Acero ST	TIPO A	TIPO B
1a CAPA	12 X 1.5 st	8 X 3,25 AW 4 X 3,25 AY
2da CAPA	11 X 2,8 AY	18 X 3,25 AY
Diámetro exterior (mm)	13	22,5
Peso del cable (Kg./Km.)	370	1004
Carga de rotura (calculada)KN	52	135
Mód. Elástica(KN/mm ²)	81	84
Coef. Alarg. Térmico(1/K)	17 x 10E-6	18 x 10E-6
Fuerza de tracción max. admis(N/mm ²)	247	228
Fuerza de tracción media adm ² (N/mm ²)	94	87
Fuerza de tracción permanente adm ³	423	392
Radio mín. De deflexión(mm)	270	450
Radio mín. De curvatura	200	350
Corr. Nominal de cortocircuito KA	6.9	19
Resistencia de CC. De armadura	0,45	0,16

TABLA 7-1

Accesorios y Montaje

Armadura: Los cables se diseñan de modo que la armadura exterior esté colocado como capa protectora sobre la capa interior.

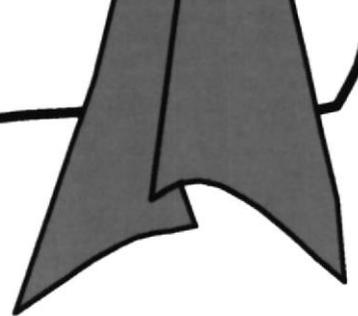
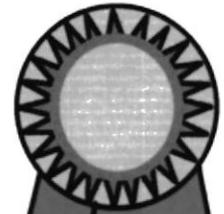
Protección contra oscilaciones: Dichos cables son poco sensibles a las oscilaciones debido a que poseen amortiguación propia.

Accesorios de soporte: Se utilizan espirales que mse montan en un punto de suspensión mediante una envoltura protectora .

CAPITULO

2

INGENIERIA DEL PROYECTO





INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1. TOPOLOGÍA DE UNA RED SDH

Para la transmisión de señales digitales en SDH se puede configurar la red en los diferentes tipos, que son los siguientes:

- Tipo Bus.
- Tipo Anillo.
- Tipo Estrella.
- Tipo Malla.

2.1.1 TIPO BUS

El tráfico es transportado por una sucesión de nodos interconectados y los servicios voz, datos, vídeo, pueden ser añadido o extraídos en cualquier nodo de la cadena (vea la figura 1-1).

Los nodos finales son llamados nodos terminales y pueden estar constituidos por ya sea multiplexores terminales o terminales de línea. Los dos nodos interconectados están constituidos por equipos ADM o nodos regeneradores.

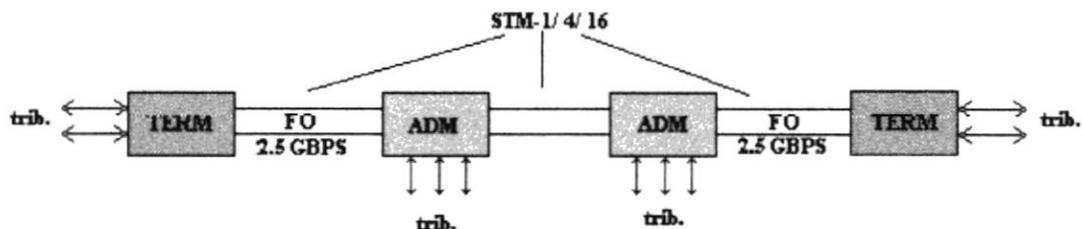


FIGURA 1-1

2.1.2 TIPO ANILLO

Es la más usada por protección con esto se consigue una mayor confiabilidad (casi un 100%).

La red tipo anillo está conformada únicamente por nodos ADM y no dispone de nodos terminales, como se muestra en la figura 1-2.



Tiene una gran variedad de aplicaciones desde las redes de acceso a los abonados hasta la configuración en las redes nacionales.

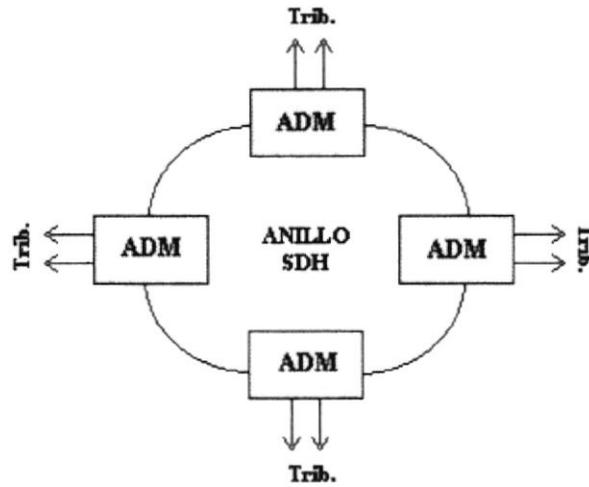


FIGURA 1-2

2.1.3 TIPO ESTRELLA

En la configuración en estrella todo el tráfico pasa a través de un nodo central el cual generalmente está constituido por un equipo de conexión cruzada (cross - connect).

La desventaja que tiene esta configuración es que si el nodo central falla ningún tráfico puede ser transportado entre los varios enlaces de la estrella, se aplica en redes de acceso al abonado, vea la figura 1-3.

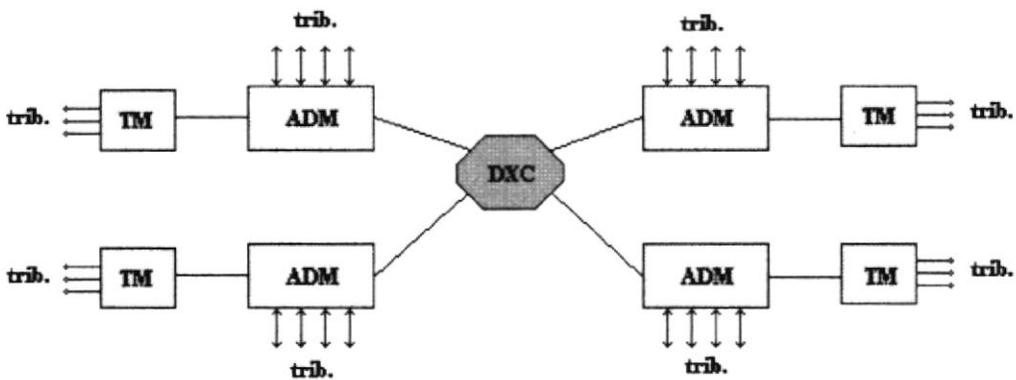


FIGURA 1-3



2.1.4 TIPO MALLA

Cada nodo está interconectado a un mínimo de otros dos, por uno o más enlaces y contienen equipos de conexión cruzada (cross - conect) se aplican en la configuración de redes nacionales, vea la figura 1-4.

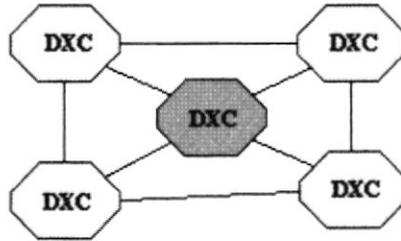


FIGURA 1-4

2.1.5 TIPOS DE PROTECCIÓN

Protección es el respaldo que se tiene cuando el medio de transmisión principal falla la señal se conmuta al medio de transmisión secundario.

- Unidireccional.
- Bidireccional.

Anillo Unidireccional

El tráfico de transmisión y recepción viaja en la misma dirección a lo largo del anillo sobre la fibra principal o activa.

La fibra de protección puede ser usada para duplicar el tráfico o para transportar un STM-N vacío o en Stand-Bye.

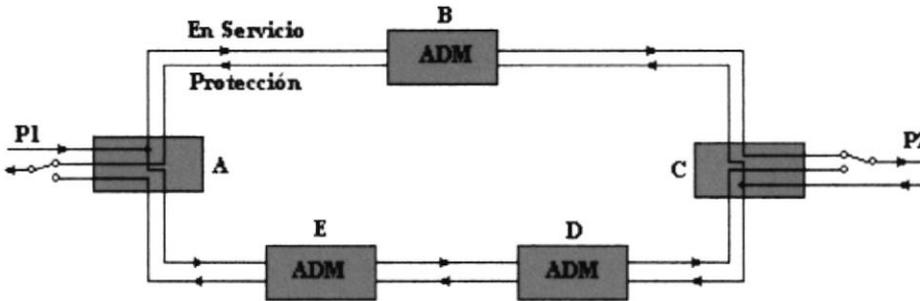
Anillo Bidireccional

El tráfico de transmisión y recepción viaja en direcciones opuestas a lo largo del anillo y por consiguiente en este caso se utiliza ambos pares de fibras.



Protección de las Redes Tipo Anillo Bidireccional

Se utiliza el criterio de protección del tráfico al 100% ; que consiste en una red paralela a la principal. Su protección puede ir en la misma fibra óptica, como se muestra en la figura 1-5.



P1, P2: Conmutadores (corte).

FIGURA 1-5

2.2. INGENIERÍA DE LAS REDES

2.2.1 BASES DE LA INGENIERÍA DE LAS REDES

La ingeniería de las redes están basados en:

- La red de transporte.
- Especificaciones técnicas.
- Datos de tráfico.
- Topología de la red.
- Conformación de los nodos de recolección

2.2.2 CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE REDES TELEFÓNICAS

Relación entre Usuario y Operador

Qué es lo que quiere el Usuario?

- Servicio: Demanda de nuevos servicios.



Qué es lo que quiere el Operador?

- Alta Calidad.
- Velocidad y Economía.
- Capacidad de Transporte Flexible.

Se escoge la Tecnología de Transporte basado en SDH.

Red Diseñada con una Estructura Dinámica

El Objetivo:

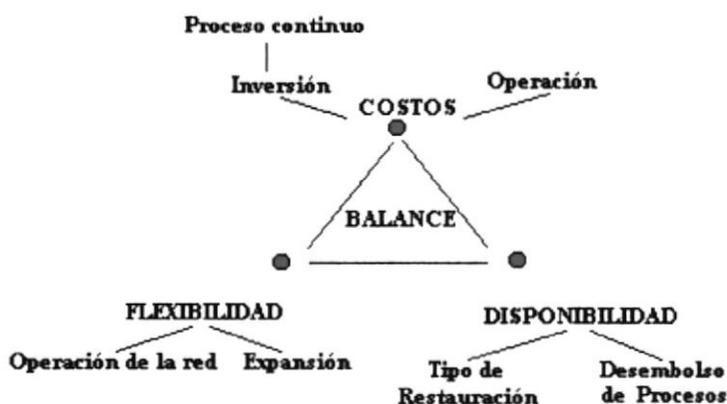


FIGURA 2-1

Dimensionamiento de la Red de Transporte

Que permita el tráfico PDH.

Topología: Consiste en la generación de estructuras de red objetiva; determinado por el tráfico (las predicciones) y la infraestructura existente.

Enrutamiento: Consiste en definir la ruta por donde irá el tráfico de una central a otra, configuración de la red (anillos SDH).

Protección: Se relaciona con la confiabilidad de la red.

Agrupamiento: Se relaciona con la información a ser transmitida (MUX)

Equipamiento: Consiste en determinar la capacidad en base a especificaciones técnicas determinadas (recomendaciones de la UIT). Lista de equipos y tipos de elementos y componentes de la red.

Comunicaciones Ópticas



Análisis: Consiste en la comparación y evaluación de las varias alternativas, para escoger la más óptima.

2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

2.3.1 EQUIPO MÚLTIPLEX SDH

Los equipos que se ofertan cumplen con los especificaciones técnicas que para este tipo de equipos se encuentran definidas en las recomendaciones de la UIT-T:

Jerarquía Digital Síncrona.

- G.707: Velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona.
- G.708: Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.
- G.709: Estructura de multiplexación síncrona.
- G.781: Estructura de las recomendaciones sobre equipos para la jerarquía digital síncrona.
- G.782: Tipos y características generales de multiplexación de la jerarquía digital síncrona.
- G.783: Características de los bloques funcionales del equipo de multiplexación para la jerarquía digital síncrona.

Características de Error del Equipo

- G.821: Características de error de una conexión digital que forme parte de una red digital de servicios integrados.
- G.826: Error de ejecución de parámetros y objetivos internacionales, constante de velocidad de bit de trayectoria digital, en los alrededores de la velocidad primaria.
- G.781/ 1.2: Tipos y características generales de multiplexación de la jerarquía digital síncrona.



Fluctuación de Fase

Para interfaces Síncronas

- G.783.7: Características de los bloques funcionales del equipo de multiplexación para la jerarquía digital síncrona.
- G.782/4.1.3: Tipos y características generales de multiplexación de la jerarquía digital síncrona.
- G.958/6.3: Sistemas de línea digital basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.
- G.825: Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona.

Para Tributarios

- G.823: Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 Kbit/s.

Sincronización

- G.703: Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos.
- G.783: Características de los bloques funcionales del equipo de multiplexación para la jerarquía digital síncrona.
- G.81S: Características de tiempo de los relojes esclavos habilitados para la operación de equipos SDH.

Interfaz Optico

- G.957: Interfaces ópticos para equipos y sistemas de jerarquía digital síncrona; se debe considerar lo siguiente.

Del cuadro 1/G.957 se tomarán los parámetros correspondientes a “Larga Distancia”.

De el cuadro 4/G.957 se utilizarán los parámetros correspondientes al “Código de Aplicación”: L-16.2.

- G.958: Sistemas de línea digital basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.

**Interfaz Eléctrica para 2 y 155 MBPS**

- G.703: Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos.

Estructura de la Trama para STM-1

- G.708: Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.

Estructura de la Trama para 2 y 34 MBPS

- G.704: Estructura de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario.
- G.751: Equipos multiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34368 KBPS y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139264 KBPS y utilizan justificación positiva.

Interfaz de Sincronización Externa

- G.703: Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos.

Consideraciones Generales sobre la Explotación*Sistema de línea Digital*

- G.958.7: Sistemas de línea digital basados en la jerarquía digital síncrona para utilización en cables de fibra óptica.

Condiciones de alarma

- G.782: Tipos y características generales de multiplexación de la jerarquía digital síncrona. Figura 2-2/ G.782: Interacción de señales de mantenimiento.
- G.783: Características de bloques funcionales del equipo de multiplexación para la jerarquía digital síncrona. (Averías y acciones consiguientes).

Para Tributarios Plesióconos

- G.732: Características del equipo multiplex MIC primario que funciona a 2048 KBPS.

Comunicaciones Ópticas



- G.751: Equipos múltiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34.368 KBPS y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139.264 KBPS y utilizan justificación positiva.

Canal de Ordenes con Llamada Selectiva y Colectiva

- Se proveerá un canal de ordenes para voz que opere con llamada selectiva y colectiva y cumpla con la Recomendación G.712.
- Se proveerá un canal de ordenes para datos a 64 KBPS que opere con llamada selectiva y colectiva y cumpla con las recomendaciones V.11 y G.703.

Alimentación de Energía

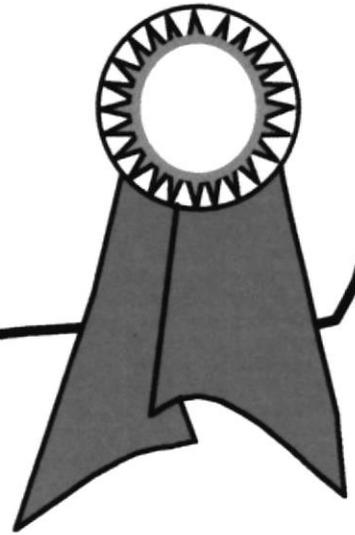
- El equipo suministrado deberá recibir alimentación de energía eléctrica de una fuente de -48 Voltios DC con el positivo conectado a tierra.
- Las fuentes serán duplicadas para cada bastidor.

CAPITULO

3

DISEÑO DE LA RED

UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
Y AVANCES TECNOLÓGICOS





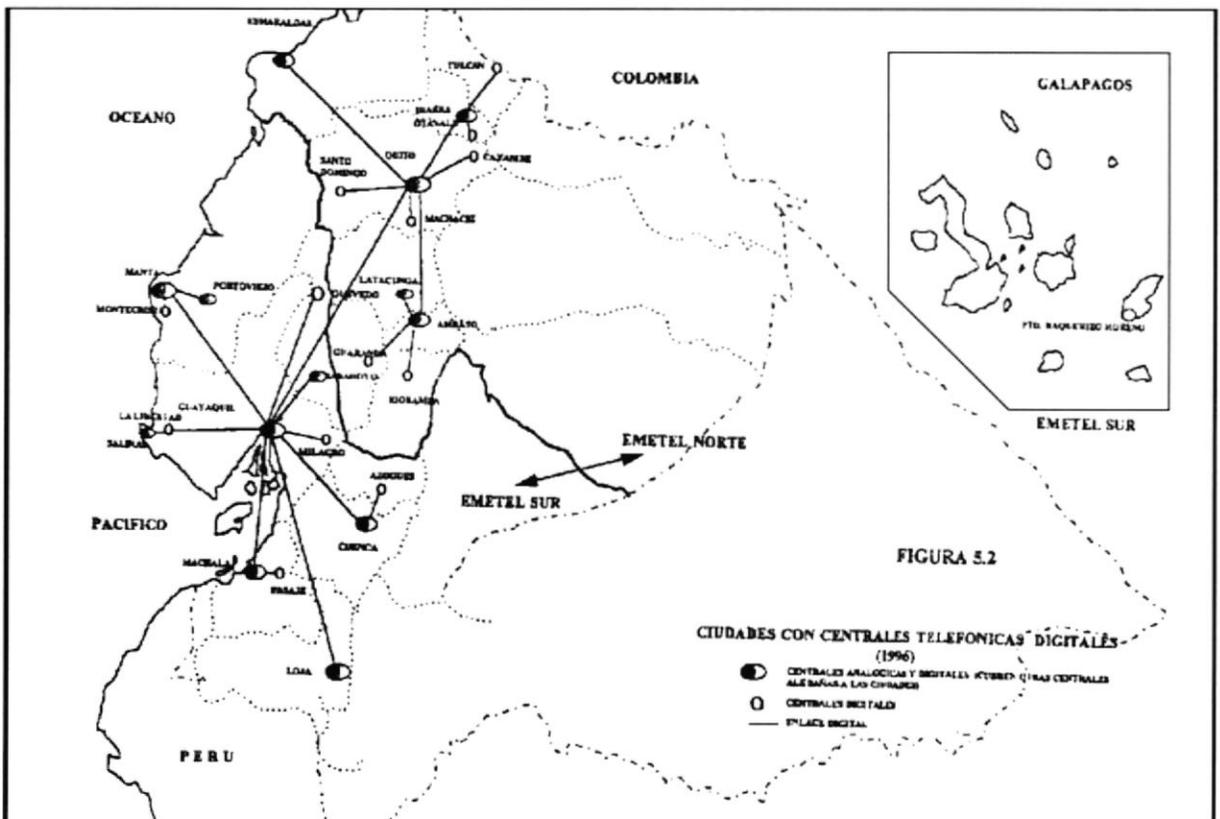
DISEÑO DE LA RED

3.1. RED EXISTENTE EN EL ECUADOR

El siguiente capítulo nos permitirá verificar el diseño elaborado por nosotros para la Red de Fibra Óptica del Ecuador. Este capítulo contempla un análisis teórico de los parámetros que se deben considerar para el dimensionamiento de la red.

Antes deberíamos revisar lo que actualmente hay en nuestro país y después comenzaremos con nuestro análisis para poder entregar una red nueva

Red Actual del Ecuador



Un detalle de la actual red fue explicada en el capítulo 1.

Nuestro diseño se basa en la configuración de una red SDH y hemos utilizado las bases del concurso para la configuración de una red de Fibra en nuestro país.



Red Nueva del Ecuador

La nueva red de transmisión SDH del Ecuador estará conformada por dos anillos SDH los mismos que Incluyen la mayoría de las centrales de tránsito actuales y las que no estén dentro del anillo (centrales de tránsito) se interconectarán como islas PDH

Por ser una red SDH la que vamos a configurar su sistema de transmisión deberá contener las siguientes redes.

- Red de Transporte.
- Red de Gestión.
- Red de Datos.
- Red de Sincronismo.

3.2. RED DE TRANSPORTE

3.2.1 CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE UNA RED DE TRANSPORTE

Los criterios técnicos que deben tomarse en cuenta para diseñar una red de transporte son los siguientes.

- Determinación de los Anillos SDH (Nodo ↔ Central).

Se debe determinar los anillos tomando en cuenta que estos anillos cubran la mayor cantidad de centrales telefónicas.

- Definir los Niveles de Recolección e Interconexión:

Debemos tomar en cuenta que tipo de interconexión va a existir y las funciones tales como:

Funciones del nivel de interconexión c/c.
Transporte entre anillos (ADM y DXC).
Recolección de tráfico entre los diferentes nodos ADM.

- Escoger la Trama y Velocidad de Transporte de los Anillos:

El cuadro 2-1, nos indica el tipo de velocidad y trama que debemos escoger después de calcular la velocidad a la cual va a trabajar cada uno de los anillos.

 Protección

Utilizaremos tipos de anillo con protección 100%

NIVELES	VELOCIDAD (MBPS)	APROX. (MBPS)	CANAL A 2 MBPS (tributarios)	CANAL A 64 KBPS
STM-1	155.52	155	63	1890
STM-4	622.08	622	252	7560
STM-16	2488.32	2500	1008	30240

Cuadro 2-1

 Se escoge los equipos a instalarse en c/nodo y la configuración del anillo.

Escogemos los equipos después de haber revisado los anteriores criterios y estos nos indicaran cuales son los adecuados para nuestro requerimiento.

 Tráfico en la Topología de la Red

Después de nuestro análisis debemos tomar en cuenta el dimensionamiento de nuestra red con los siguientes datos:

Matriz de tráfico total del sistema a 2MBPS.

Identificar el tráfico entre los nodos.

Matriz de cada anillo (tráfico interno y externo).

3.2.2 DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE DEL ECUADOR

Gracias a los criterios anteriores tomaremos en cuenta cada uno para poder realizar nuestro diseño que se detalla a continuación

 Determinación de los Anillos SDH (Nodo ↔ Central).

Nuestra red tendrá dos anillos los cuales comprenden las siguientes Ciudades:

Anillo Norte:

Guayaquil – Ambato – Quito – Manta

Anillo Sur

Guayaquil – Cuenca – Machala



□ Determinación de la Velocidad de Transmisión

Para poder determinar la velocidad de transmisión debemos tener matrices de tráfico las cuales deben ser proyectadas, a continuación detallo la matriz base y las matrices que hemos obtenido para cada uno de los anillos. Las cuales se proyectaran según criterios explicados en las proyecciones.

3.2.3 MATRICES DE CIRCUTOS EN OPERACION

El cuadro 2-2 representa los valores de los circuitos necesarios entre centrales telefónica en la actualidad, la cual es nuestra matriz base para la proyección de circuitos a 10 años.

CENTRAL	GYQUIL	QUITO	AMB.	MANTA	MACH.	CUENCA
TR. NAC. GUAYAQUIL		4650	434	2199	1131	961
TR. NAC. QUITO	4650		976	434	434	463
TR. NAC. AMBATO	434	976				
TR. NAC. MANTA	2199	434				
TR. NAC. MACHALA	1131	434				
TR. NAC. CUENCA	961	463				

Cuadro 2-2: Matrices de Circuitos en Operación

En adelante nos referiremos a los circuitos cuando se indican matrices de tráfico ya que no se obtuvo la matriz en Erlangs.

3.2.4 MATRICES DE TRÁFICO ENTRE LOS NODOS

Calcular el tráfico entre los nodo, es de gran importancia para el diseño y dimensionamiento de los anillos.

Anillo Norte SDH

El anillo Norte SDH esta conformado por la centrales de transito Guayaquil, Ambato, Quito y Manta las cuales conformarán los nodos para este anillo.



Trafico Interno en Circuitos

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	*****	434	4650	2199
Ambato	434	*****	976	0
Quito	4650	976	*****	434
Manta	2199	0	434	*****

Trafico Externo en Circuitos

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	0	0	0
Ambato	0	0	0
Quito	0	463	434
Manta	0	0	0

Tráfico Interno en Sistemas de 2 Mb/s

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	*****	15	155	71
Ambato	15	*****	33	0
Quito	155	33	*****	15
Manta	71	0	15	*****

Tráfico Externo en Sistemas de 2 Mb/s

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	0	0	0
Ambato	0	0	0
Quito	0	16	15
Manta	0	0	0

Anillo Sur SDH

El anillo sur SDH esta conformado por la centrales de transito Guayaquil, Machala y Cuenca Manta las cuales conformarán los nodos para este anillo.

Tráfico Interno en Circuitos

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	*****	961	1131
Cuenca	961	*****	0
Machala	1131	0	*****

Tráfico Externo en Circuitos

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	0	0	0	0
Cuenca	0	0	463	0
Machala	0	0	434	0



Tráfico Interno en Sistemas de 2Mb/s

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	*****	33	38
Cuenca	33	*****	0
Machala	38	0	*****

Tráfico Externo en Sistemas de 2Mb/s

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	0	0	0	0
Cuenca	0	0	16	0
Machala	0	0	15	0

Cuando el Tráfico Interno es cero entre dos nodos (ciudades) es porque su conexión actual la realiza por medio de las centrales de tránsito Guayaquil ó Quito, y cuando el Tráfico Externo entre dos nodos es cero es porque la central pertenece al mismo anillo ó su conexión la realiza por medio de las centrales de tránsito Guayaquil ó Quito.

3.2.5 PROYECCIÓN DE LAS MATRICES DE TRAFICO A 10 AÑOS

Debido a que las necesidades de una ciudad se incrementan en igual proporción que su población, hemos realizado una proyección de tráfico a 10 Años, de acuerdo al crecimiento poblacional que tendrá, será la cantidad de años usando igual porcentaje de crecimiento, de las Centrales de Tránsito más importantes.

Basandonos en la matriz de tráfico del presente año (1997) y utilizado la proyección de población Cuadro 2-3, estudio realizado por el INEC desde 1990 hasta el 2000 por provincias y complementado por nuestro estudio hasta 2007, hemos realizado la proyección de la matriz de tráfico base (año 1997) utilizando el mismo porcentajes de crecimiento de población año a año de acuerdo a los estudios mencionados anteriormente, de esta manera si la población crece por ejemplo de 1997 año base de nuestra matriz de tráfico a 1998 un 10 % los datos de tráfico de esa población se incrementaran en el mismo porcentaje en el mismo rango de años, así se va construyendo la matriz de tráfico con proyección a 10 años.

**Cuadro 2-3: Proyección de Población desde 1997 hasta 2007**

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AZUAY	597798	607552	617247	626857	636846	646631	656416	666202	675987	685772	695557
EL ORO	524466	536319	548121	559846	580688	593130	605573	618015	630458	642900	655343
MANABI	1211064	1230127	1249073	1267844	1287370	1306492	1325615	1344738	1363861	1382984	1402107
TUNGURAGUA	428116	428116	440771	447017	451908	458103	464298	470493	476688	482883	489077
COTOPAXI	299443	300824	302177	303489	304930	306310	307690	309071	310451	311831	313211
CHIMBORAZO	412836	417776	422676	427517	432589	437542	442494	447447	452399	457352	462304
GUAYAS	3201672	3274395	3346804	3418741	3493064	3566055	3639047	3712038	3785030	3858021	3931013
IMBABURA	316793	321149	325475	329755	334223	338592	342962	347331	351700	356069	360438
LOJA	418292	421911	425490	429010	432741	436366	439992	443617	447243	450868	454494
PICHINCHA	2295739	2295739	2409712	2466245	2510038	2565796	2621555	2677313	2733071	2788830	2844588

Por ejemplo, en 1997 el número de circuitos necesarios de la central de tránsito de Machala que recoge el tráfico de toda la provincia de El Oro hacia la central de tránsito de Guayaquil es de 1131 mientras que la población en ese mismo año en la provincia de El Oro es de 524466 habitantes y para 1998 dicha provincia tendrá una población aproximada de 536319 habitantes, basándonos en estos datos realizamos la proyección de los circuitos necesarios para 1998 en dicha provincia de la siguiente manera.

Fórmula:

$$\frac{[\text{Trafico en Circuitos} * \text{Numero de Habitantes}]}{(\text{año presente}) \quad (\text{un año después}) \quad (\text{año presente})}$$

Cálculo:

$$\frac{[1131 * 536319]}{524466}$$
$$1156.573979$$

cifra a la cual se le realiza un redondeo a inmediato superior sin decimales.

Así tenemos:

1157 circuitos

**Matrices de Tráfico por Nodos Proyectadas a 10 Años***Matriz de Circuitos dirigido hacia Guayaquil*

CENTRALES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TRN CUENCA	961	977	994	1010	1027	1044	1061	1078	1095	1111	1129
TRN MACHALA	1131	1157	1184	1210	1256	1284	1312	1340	1368	1396	1424
TRN QUITO	4650	4756	4862	4968	5077	5184	5291	5398	5505	5613	5720
TRN MANTA	2199	2234	2270	2305	2341	2377	2413	2449	2484	2520	2556
TRN AMBATO	434	435	448	456	462	469	476	484	491	499	506

Matriz de Circuitos dirigido hacia Quito

CENTRALES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TRN CUENCA	463	471	480	488	497	505	514	523	531	540	549
TRN MACHALA	434	444	455	466	484	496	507	518	530	541	553
TRN MANTA	434	441	449	457	465	473	481	489	497	505	513
TRN AMBATO	976	977	1006	1022	1034	1049	1064	1079	1095	1110	1125

Matriz de Circuitos dirigido hacia Guayaquil no considerados en los Anillos SDH (Islas PDH)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SALINAS II	688	704	721	737	754	771	788	805	821	838	855
LOJA	589	595	601	607	613	619	625	631	638	644	650

Matriz de Circuitos dirigido hacia Quito no considerados en los Anillos SDH (Islas PDH)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
IBARRA	610	619	628	637	647	657	666	676	685	695	704
QUITO I	630	631	663	679	692	709	725	742	758	775	791
INTQUITO	370	371	390	400	408	418	428	438	449	459	469

Matriz de Circuitos dirigido hacia Ambato no considerados en los Anillos SDH Islas PDH)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
LATACUMGA II	180	181	183	185	187	189	191	192	194	196	198
CHIMBORAZO	360	365	370	375	381	386	392	397	402	408	413



Matriz de Circuitos dirigido hacia Manta no considerados en los Anillos SDH (Islas PDH)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PORTOVIEJO	1259	1279	1300	1321	1342	1363	1384	1405	1426	1447	1468

Matriz de Circuitos dirigido hacia Machala

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
HUAQUILLAS	254	260	267	274	285	292	299	306	313	321	328

Matrices de Circuitos por Nodos Proyectadas a 10 Años

Matriz de Sistemas de 2Mb/s con Conexión Guayaquil

CENTRALES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TRN CUENCA	33	33	34	34	35	35	36	36	37	38	38
TRN MACHALA	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
TRN QUITO	155	159	163	166	170	173	177	180	184	188	191
TRN MANTA	74	75	76	77	79	80	81	82	83	84	86
TRN AMBATO	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17

Matriz de Sistemas de 2Mb/s con Conexión Quito

CENTRALES	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TRN CUENCA	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19
TRN MACHALA	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19
TRN MANTA	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17	18
TRN AMBATO	33	33	34	35	35	35	36	36	37	37	38

3.2.6 MATRICES DE TRÁFICO ENTRE LOS NODOS PROYECTADOS A 10 AÑOS

Debido a la inexactitud de los datos y a la posibilidad de falla en la proyección por la gran población indígena y campesina sin censar y a su cultura, escogeremos un rango de flexibilidad de error de + 20% en los circuitos de 2Mbit/s proyectados al año 2007.

El tráfico de las islas PDH ya está incluido en su respectiva central de conexión.



Anillo Norte SDH

Tráfico Interno en Circuitos (2MBPS)

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	*****	17	185	83
Ambato	17	*****	37	0
Quito	185	37	*****	17
Manta	83	0	17	*****

Tráfico Externo en Circuitos (2MBPS)

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	0	0	0
Ambato	0	0	0
Quito	0	18	18
Manta	0	0	0

Tráfico Interno en MIC mas el 20%

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	*****	20	230	104
Ambato	20	*****	46	0
Quito	230	46	*****	22
Manta	104	0	22	*****

Tráfico Externo en MIC mas el 20%

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	0	0	0
Ambato	0	0	0
Quito	0	23	23
Manta	0	0	0

Tráfico Interno y Externo en Circuitos de 2 Mbit/s Totales para el Anillo Norte

Cuidad	T. Int.	T. Ext.
Guayaquil	354	0
Ambato	66	0
Quito	298	46
Manta	126	0
Total	844	46

Dimensionamiento del Anillo Norte

$844 / 2 + 46 = 422 + 46 = 468$ tributarios de 2 Mbit/s

Se debe usar equipos de transmisión STM-16 .



Islas PDH en el Anillo Norte

Guayaquil:

Loja 22 MIC más el 20% 27 MIC

Quito:

Ibarra 24 MIC más el 20% 29 MIC

Quito I 27 MIC más el 20% 33 MIC

Int. Quito 16 MIC más el 20% 20 MIC

Ambato:

Latagunga II 7 MIC más el 20% 9 MIC

Chiborazo 14 MIC más el 20% 17 MIC

Manta:

Portoviejo 49 MIC más el 20% 59 MIC

Perdidas de recorrido de la Fibra Óptica Monomodo

De acuerdo a la características de la fibra a utilizarse en este proyecto explicada en el capítulo 4 con una atenuación de <0.1 db/km

Manta – Guayaquil, recorrido 196 km
19.6 db

Guayaquil-Babahoyo (repetidora), recorrido 102 km
10.2 db

Babahoyo (repetidora) –Guaranda (repetidora), recorrido 121 km
12.1 db

Guaranda (repetidora)- Ambato, recorrido 113 km
11.3 db

Ambato – Quito, recorrido 134 km
13.4 db

Quito – Sto. Domingo (repetidora), recorrido 96.5 km
9.65 db

Sto. Domingo (repetidora)- Quevedo (repetidora), recorrido 104 km
10.4 db



Quevedo (repetidora) – Manta, recorrido 142 km

14.2 db

Anillo Sur SDH

Tráfico Interno en Circuitos (2MBPS)

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	*****	37	46
Cuenca	37	*****	0
Machala	46	0	*****

Tráfico Externo en Circuitos (2MBPS)

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	0	0	0	0
Cuenca	0	0	18	0
Machala	0	0	18	0

Tráfico Interno en MIC mas 20%

	Guayaquil	Cuenca	Machala
Guayaquil	*****	46	58
Cuenca	46	*****	0
Machala	58	0	*****

Tráfico Externo en MIC mas 20%

	Guayaquil	Ambato	Quito	Manta
Guayaquil	0	0	0	0
Cuenca	0	0	23	0
Machala	0	0	23	0

Tráfico Interno y Externo en Circuitos de 2 Mbit/s Totales para el Anillo Sur

Ciudad	T. Int.	T. Ext.
Guayaquil	104	0
Cuenca	46	23
Machala	58	23
Total	208	46



Dimensionamiento del anillo Sur

$208/2 + 46 = 104 + 46 = 150$ tributarios de 2 Mbit/s

Seria suficiente usar transmisión STM – 4, pero debido a que el anillo norte utiliza transmisión STM – 16 utilizaremos el mismo tipo de transmisión por unificación de la red. Utilizaremos transmisión STM – 16 .

Perdidas de recorrido de la Fibra Óptica Monomodo

De acuerdo a la características de la fibra a utilizarse en este proyecto explicada en el capítulo 4 con una atenuación de <0.1 db/km

Guayaquil – Machala, recorrido 174.7 km
17.47 db

Machala – Cuenca, recorrido 188 km
18.8 db

Cuenca – Paute (repetidora), recorrido 70 km
7 db

Paute (repetidora) – Guayaquil, recorrido 183 km
18.3 db

Después de este análisis de las matrices podemos indicar que debido a que el tráfico mayor que circula entre las Ciudades de cada anillo y remitiéndonos a las bases del concurso hemos escogido STM-16 la cual nos permite transmitir hasta 2.5 Gbits.

La descripción de la configuración que queda proyectada, y la configuración de la Red con los equipos que se utilizan.



Anillo Sur SDH

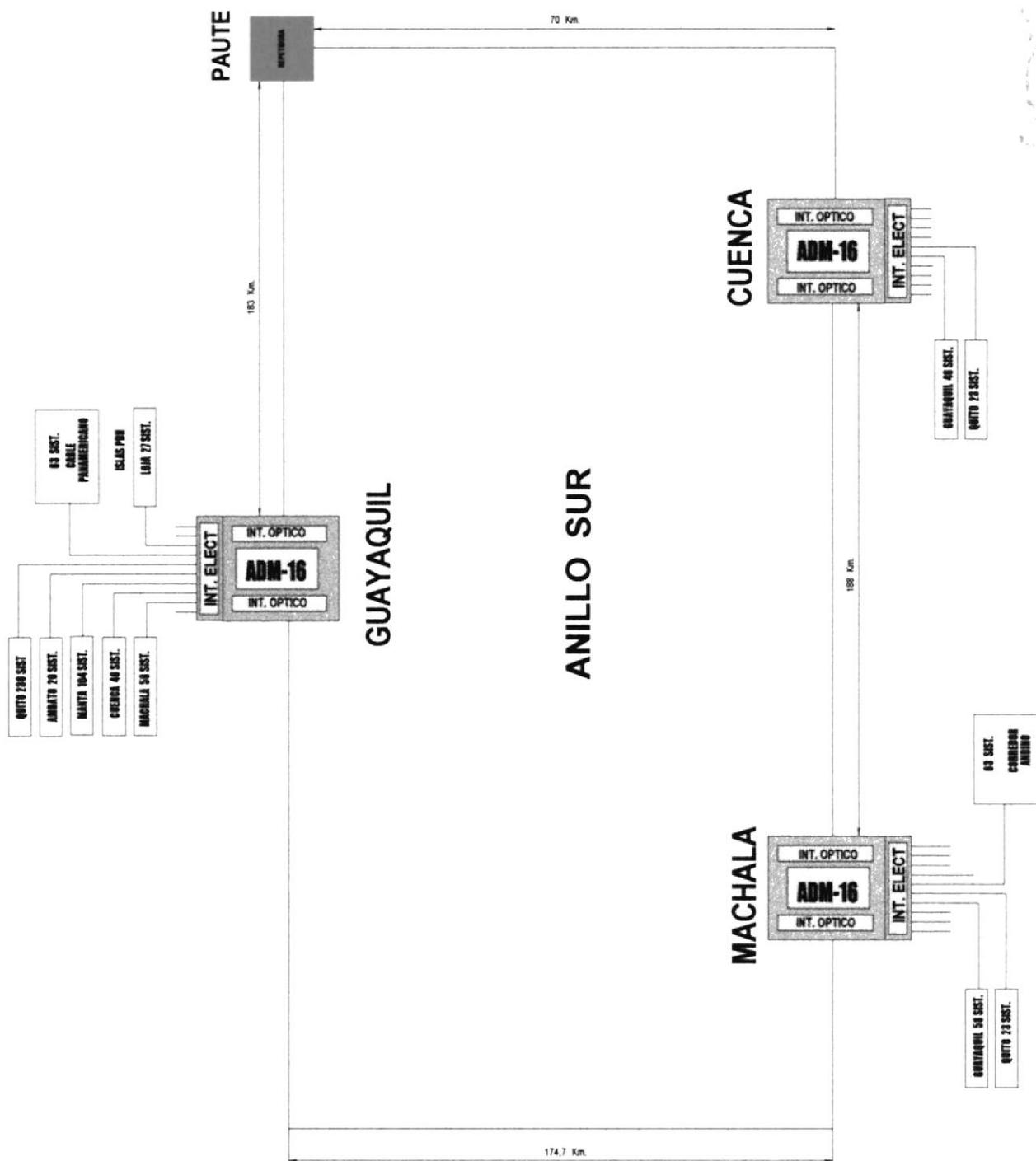


FIGURA 2-2: Anillo Sur SDH



Distancias entre Repetidoras del Anillo Norte

TRAMO	d. (Km.)	REPETIDORA
Quito - Ambato	134	
Ambato - Guaranda	113	Guaranda
Guaranda - Babahoyo	121	Babahoyo
Babahoyo - Guayaquil	102	
Guayaquil - Manta	196	
Manta - Quevedo	142	Quevedo
Quevedo - Sto. Domingo	104	Sto. Domingo
Sto. Domingo - Quito	96,5	
Total	1008,5	

Distancias entre Repetidoras del Anillo Sur

TRAMO	d. (Km.)	REPETIDORA
Guayaquil - Paute	183	Paute
Paute - Cuenca	70	
Cuenca - Machala	188	
Machala - Guayaquil	174,7	
Total	615.7	

Diagrama del Cross-Connector Ubicado en la Central Tránsito de Guayaquil



FIGURA 2-3: Cross-Conector Guayaquil

Tomando en cuenta que se usará para este diseño Fibra Optica Monomodo de baja pérdida y terminales ADM como repetidoras, con el único fin de reducir las pérdidas al máximo y alargar la distancia mínima por repetidoras a 200 Km.



3.2.8 RED DE FIBRAS ÓPTICAS Y CANALIZACIÓN

Nosotros hemos escogido tres tipos de fibra para ser utilizada en nuestro recorrido el cual incluye fibra exterior e interior de doce hilos con las siguientes características:

Cables para Torres Eléctricas

Los cables de fibra encuentran un campo de aplicación muy interesante en la transmisión de señales de telecomunicación a lo largo de líneas de distribución de alta tensión, aprovechando su características dieléctricas e inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

El cable se aloja en el interior del conductor de tierra de la red de distribución y, como debe soportar altas temperaturas eventualmente, los tubos que alojan las fibras son de plástico fluorado. A su alrededor se dispone una capa de aluminio extruído, sobre la que se cablea una o dos capas trenzadas de aleación de aluminio, que constituirá el cable de tierra.

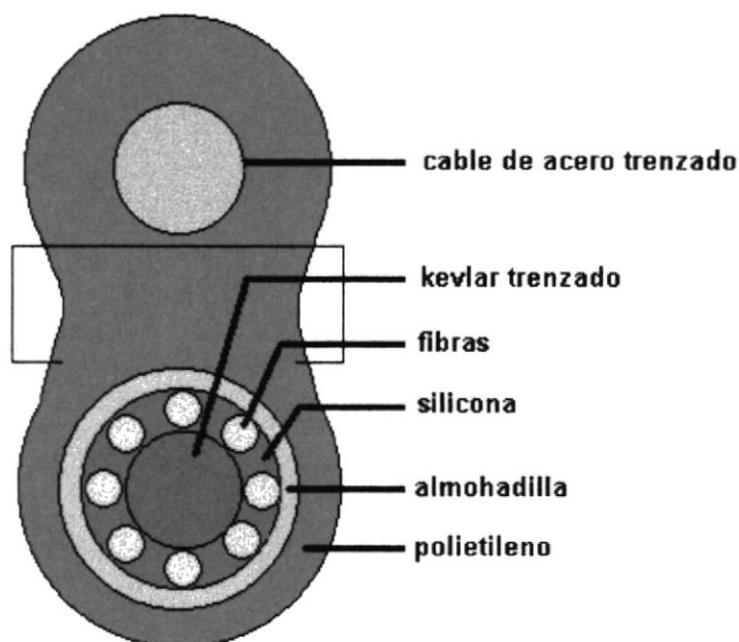


FIGURA 2-4: Cables de Tendido Eléctrico

Por su función, el número de fibras necesarias es pequeño, construyéndose hasta de 16 fibras, alargados en cuatro tubos.



Los diseños actuales permiten alcanzar temperaturas continuas en el núcleo óptico hasta de 220 °C y voltajes de 25 KV, debidas a fuentes de ondas escapados en el cable metálico. Desarrollo posteriores han permitido la instalación de conductores ópticos en el interior de los conductores de fase. Este tipo de fibra se considera para el recorrido de la misma en los anillos.

El recorrido de la fibra contempla la utilización de las Torres de Inecel y en algunos casos el uso de canalización y la opción de enterrar el cable. Se utilizara las Torres de INECEL debido a la seguridad que presta, y cuando el cable entre a una ciudad se vera la posibilidad de enterrarlo o de canalizarlo.

La explicación de como se ruteara el cable como se instala en las torres como se instala canalizado (capítulo 1).

Recorrido de la F.O. en el Anillo Norte.

El recorrido del anillo Norte SDH del Ecuador se lo realiza en su mayor parte por las torres eléctricas de INECEL 570 km. (Aproximadamente 56.5 % del recorrido)

A continuación se desarrolla una tabla del recorrido y sus distancia del cable de fibra óptica y la figura 4-5.



FIGURA 4-5: Recorrido de la Fibra Optica en el Anillo Norte

*Tabla del Recorrido del Anillo Norte y sus Distancias*

TRAMO	AEREO (Km.)	ENTERRADO (Km.)	DETALLE
Guayaquil - Pascuales	14		Torres 138 KV
Pascuales - Milagro	41		Torres 230 KV
Milagro - Babahoyo	47		Torres 138 KV
Babahoyo - Guaranda		121	
Guaranda - Riobamba		61	
Riobamba - Totoras	45		Torres 230 KV
Totoras - Ambato *	14		Torres 138 KV
Totoras - Sta. Rosa	108,5		Torres 230 KV
Sta. Rosa - Quito *	37		Torres 138 KV
Sta. Rosa - Sto. Domingo	78		Torres 230 KV
Sto. Domingo - Quevedo	104		Torres 230 KV
Quevedo - Portoviejo	107		Torres 138 KV
Portoviejo - Manta		35	
Manta - Guayaquil		196	
TOTAL	595.5	413	Recorrido Total 1008.5

(*) Significa que en esos tramos el cable entra a la ciudad y sale utilizando las mismas torres lo que implica el uso del doble de cable.

Las especificaciones del recorrido se detallan a continuación:

- Se utiliza como soporte mecánico del cable las torres metálicas del Sistema Nacional Interconectado a 230 KV y 138 KV perteneciente a INECEL sigue la ruta Guayaquil – Pascuales (138 KV), Pascuales – Milagro (230 KV) , Milagro –Babahoyo (138 KV). Este sector tiene una longitud aproximada de 102 Km.
- A partir de la ciudad de Babahoyo, el cable debe ser enterrado directamente a un costado de la carretera, pasa siguiendo la ruta Babahoyo , Montalvo, San Miguel, Guaranda y Riobamba. Este sector tiene una longitud aproximada de 182 Km.
- A partir de Riobamba se utiliza nuevamente las torres del Sistema Nacional Interconectado de 138 KV y 230 KV, siguiendo la ruta Riobamba – Totoras 230 KVA, Totoras – Ambato 138 KVA , Totoras – Santa Rosa (230 KV), Santa Rosa – Quito (138 KV). Santa Rosa , Santo Domingo, Quevedo (2300 KV) y Quevedo - Portoviejo (138 KV). Este sector tiene una longitud aproximada de 493.5 Km.



- A partir de la ciudad de Portoviejo, el cable debe ser enterrado directamente a un costado de la carretera , para siguiendo la ruta Portoviejo, Montecristi, Manta, Montecristi, Jipijapa, Cascol, Pedro Carbo, Piedrahita, Pascuales y Guayaquil. Este tramo tiene una longitud aproximada de 231 Km.

Recorrido de la F.O. en el Anillo Sur.

El recorrido del anillo Sur SDH del Ecuador se lo realiza en su mayor parte por las torres eléctricas de INECEL 345,7 km. (Aproximadamente 62 % del recorrido) .

A continuación se desarrolla una tabla del recorrido y sus distancia del cable de fibra óptica y la figura 4-6.



FIGURA 4-6: Recorrido de la Fibra Optica en el Anillo Sur

*Tabla del Recorrido del Anillo Norte y sus Distancias*

CIUDAD	AEREO (Km.)	ENTERRADO (Km.)	DETALLE
Guayaquil - Milagro		41	
Milagro - Paute	142		Torres 230 KV
Paute - Cuenca	70		Torres 130 KV
Cuenca - Machala		188	
Machala - Milagro	133,7		Torres 130 KV
Milagro - Guayaquil		41	
TOTAL	345,7	270	Recorrido Total 615,7

El detalle del recorrido es:

- El cable debe ser enterrado a un costado de la carretera para siguiendo la ruta Guayaquil, Durán, Yaguachi y Milagro. Este sector tiene una longitud aproximada de 41 Km.
- A partir de Milagro se utiliza las torres del Sistema Interconectado de INECEL de 138 KV y 230 KV siguiendo la ruta Milagro – Paute (230KV0. Paute – Cuenca (138 KV). Este sector tiene una longitud aproximada de 212 Km.
- A partir de Cuenca, el cable debe ser enterrado a un costado de la carretera, luego siguiendo la ruta Cuenca, Girón, Sta. Isabel, Ushcurrumi, Pasaje y Machala. Este sector tiene una longitud aproximada de 188 Km.
- A partir de Machala utiliza nuevamente las torres del Sistema Interconectado a 138 KV siguiendo la ruta Machala, Milagro. Este sector tiene una longitud aproximada de 133.7 Km.
- A partir de Milagro, el cable debe ser enterrado a un costado de la carretera, luego siguiendo la ruta Machala, Guabo, Naranjal, Pto. Inca, Boliche, Durán, Guayaquil. Este sector tiene una longitud aproximada de 41 Km. Cerrando así el anillo Sur.



3.3. RED DE GESTION

3.3.1 EVOLUCIÓN EN LA GESTIÓN DE LAS REDES

Primera Generación (Unidireccional)

- Se utilizó hasta la década de los 80' con una velocidad de 300 BPS.
- Su operación es unidireccional.
- Consistía en enviar las alarmas desde la estación remota hasta la central.

Sistema de Telesupervisión Dedicada (Bidireccional)

- Se inició con las redes digitales PDH, funcionaron en la década de los 90' con velocidad de 1200 BPS.
- Opera en ambos sentidos.
- Consistía en una conversación entre centrales, central remota y central remota master (proceso Hand Shake)

Red de Gestión de Telecomunicaciones (Centralizada)

Tiene dos etapas:

- Red de gestión dedicada a SDH (se inició en 1992).
- Sistema TMN.
- Permite el almacenamiento de datos y la reconfiguración de la red. Está normalizada por la UIT M.3010/ 3020/ 3180/ 3300. Velocidad de Comunicación (N x 64 KBPS) .

3.3.2 GESTIÓN

Gestión de Equipo

Basado en:

- Gestión de documentos (mux, c/c).
- Gestión de red (cuando funcionan los elementos integradamente).

Aplicaciones

- En las rutas locales.



- En las rutas nacionales.
- En las rutas internacionales

Ubicación de los Equipos

- Central Centro (en la red local de Guayaquil).
- Ciudad de Guayaquil (para la red nacional).

Elementos a ser Gestionados

- Multiplexores 155 MBPS/ 620 MBPS/ 2.5 GBPS
- Cross - Connect tipo 4/1.

Conformación

Como esta conformado el centro de la gestión

- Estaciones de trabajo y terminales de operación (PC. pentium, imp. láser, etc.).
- Servidor (donde están las aplicaciones del sistema de gestión).
- Red LAN (como están ubicados en la estación de trabajo).

Se necesita de Red de Datos en una Red SDH para realizar la función de gestión.

Red de Datos

Debe de estar basada en:

- Uso de canal de datos dedicados (para la comunicación de tráfico de gestión de la red).
- En los elementos de la red (SDH).



- Red LAN (como están ubicados en la estación de trabajo).

Se necesita de Red de Datos en una Red SDH para realizar la función de gestión.

Red de Datos

Debe de estar basada en:

- Uso de canal de datos dedicados (para la comunicación de tráfico de gestión de la red).
- En los elementos de la red (SDH).



Diagrama de la Red de Gestión

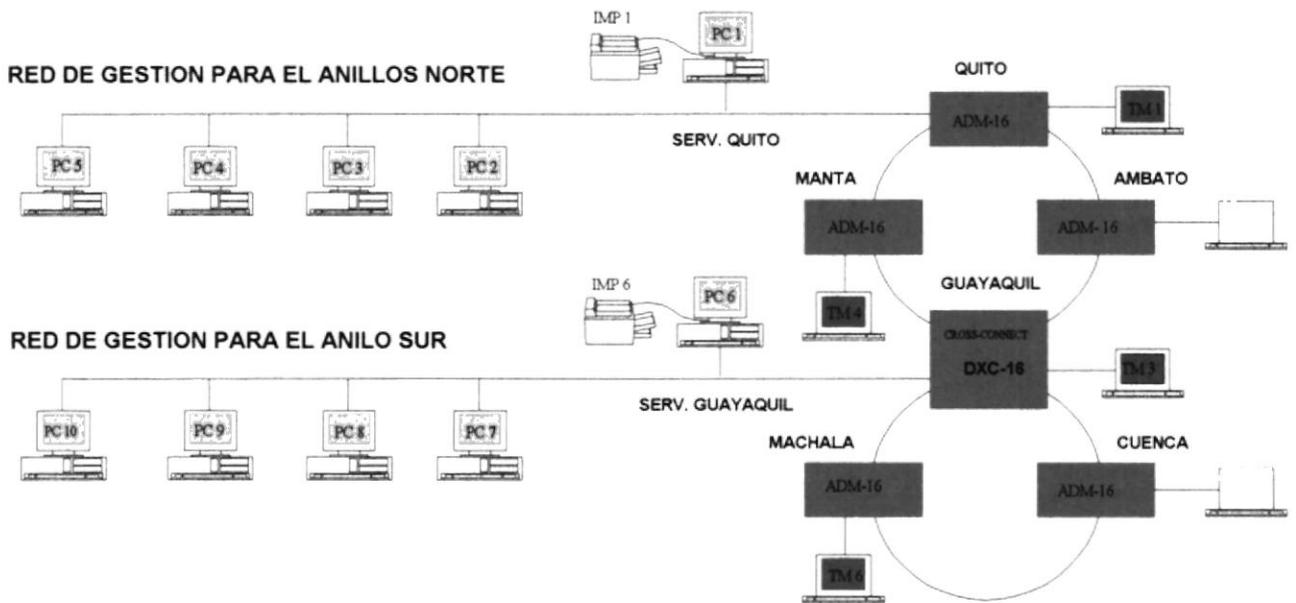


FIGURA 3-1: Red de Gestión

Datos Técnicos para la Red de Gestión

Elementos de Red Soportados

- Mux STM-4 para configuraciones TM, ADM e IR.
- Mux STM-16 para configuraciones TM, IR y ADM.
- Un solo servidor soporta hasta 30 NEs.
- Los servidores múltiples permiten el soporte de $n * 30$ NEs (n = número de servidores).

Comunicaciones Ópticas



Requisitos de la plataforma

- PC compatibles IBM con procesador INTEL de la clase Pentium, 90 MHz.
- RAM 24 MB, disco 500 MB.
- Dispositivo de comunicación Ethernet que cumpla NDIS.
- Pantalla VGA.
- Sistema Operativo Windows NT 3.51

3.3.3 RED DE SINCRONISMO

Estructura Actual de la Red de Sincronismo

Como se puede apreciar en la figura que se muestra a continuación, la red básica de conmutación y transmisión con tecnología digital sigue desarrollándose a nivel nacional con la interconexión mediante enlaces de microondas digitales, las redes locales de las principales ciudades del país.

Esto ha creado la necesidad de conformar una red de sincronismo cuya estructura actual se detalla en el diagrama de la subsiguiente figura 3-2. Esta información ha sido obtenida de los Planes Técnicos Fundamentales que dispone el EMETEL.

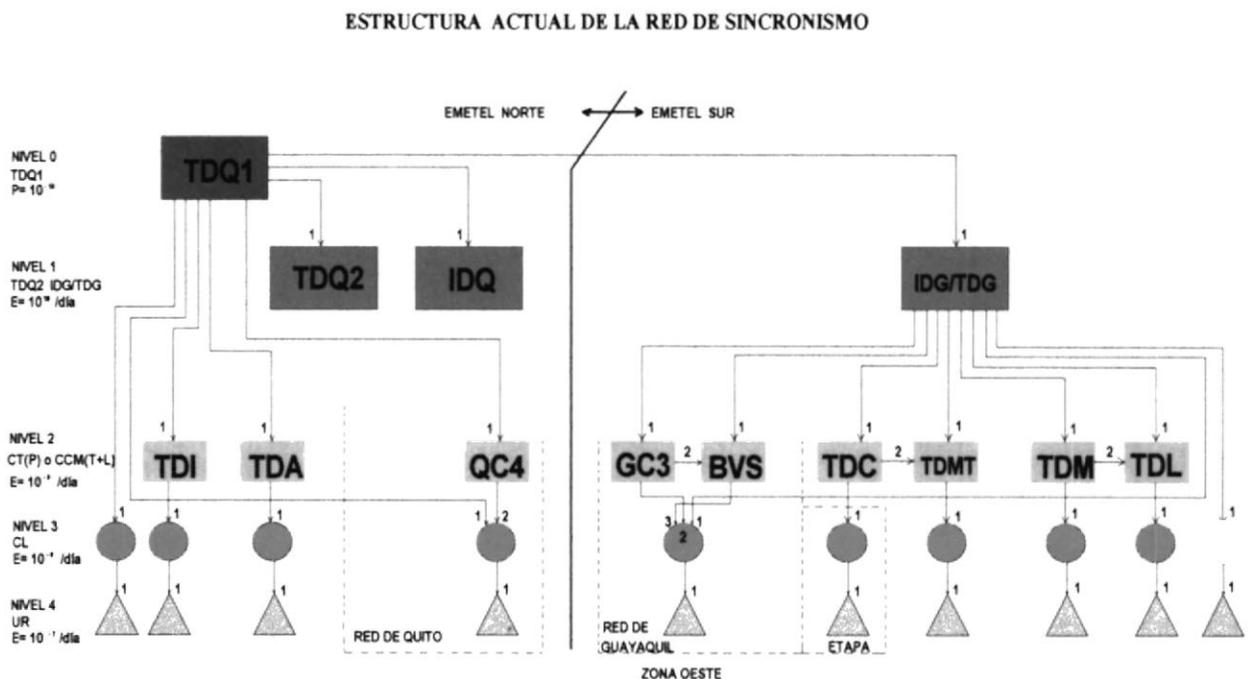


FIGURA 3-2: Estructura Actual de la Red de Sincronismo



posee relojes de rubidio con una precisión de 1×10^{-9} ; como central maestra secundaria se tiene a la central Quito Centro 4, la cual posee relojes de cristal de cuarzo con precisión de 8×10^{-8} y estabilidad de 1×10^{-9} /día. Se tiene como centrales esclavas a las centrales locales Mariscal Sucre 5 y 6, Iñaquito 3, El Pintado 1 y 2, Carcelén, La Luz, Monjas; Iñaquito 4, Mariscal Sucre 6, Guajaló, Guamaní, Villa Flora 3 y El Condado, cada una de ellas está equipada con relojes de cristal de cuarzo cuya precisión y estabilidad se detallan en el cuadro que se muestra a continuación. Las centrales locales que poseen unidades remotas de abonados mantienen a su vez un sistema de sincronismo maestro - esclavo simple con sistema de relación débil, actuando como maestra la central local y como esclava la unidad remota.

A nivel de Región 1 las centrales de tránsito/local de Ibarra y Ambato del tipo E10-B con unidades de reloj USRN con una estabilidad de 2×10^{-10} / día también son esclavas de la central TDQ así como también las centrales locales de Esmeraldas 2, Cumbayá, Tumbaco, Conocoto, Checa, San Antonio, Calderón, Pomasqui, Sangolquí, Machachi, San Rafael, Cayambe y Sto. Domingo. La central de Riobamba recibe la señal de reloj de la TDA así como también el concentrador de Izamba. Las centrales de Tulcán y Otavalo reciben la señal de reloj de TDI y la central de Guaranda desde TDA.

Las centrales locales de Cayambe, Machachi, Tulcán, Guaranda y sus respectivos concentradores todavía forman islas digitales que se interconectan con medios de transmisión analógicos.

- En la red de sincronismo de Guayaquil se emplea el sistema maestro – esclavo jerárquico con sistema de relación estrecha. La central de tránsito es la central maestra. La central de tránsito es la central maestra primaria y está equipada con 3 RCM; como maestra secundaria se tiene a la central Centro 3, que está equipada con 2 RCM y como maestra terciaria se tiene a la central Bellavista, la cual cuenta con un RCM. Las centrales restantes de esta red Durán, Norte 2, Alborada 2, Sur 3, Mapasingue, Boyacá 3, Guasmo 2, Oeste 3, Cerro Azul, Colinas de los Ceibos, El Cisne, F. Cordero 1 y 2, Guayacanes, La Puntilla, Los Ceibos, Los Samanes, Portete 2, Puerto Nuevo, Primavera, Pascuales, Durán y Urdesa 2 son esclavas.

Todas las centrales del tipo AXE 10 de la red de Guayaquil están equipadas con un reloj interno conformado por 3 módulos de reloj (CLM), cada uno de los cuales posee una estabilidad de 1×10^{-6} / año. Como fuentes de referencia se emplean en ciertas centrales, además de enlaces PCM, módulos de reloj de referencia (RCM), los cuales tienen una estabilidad de 3×10^{-8} / año; el número de módulos con que está equipada una central depende del papel que desempeña ésta en la red. Las centrales del tipo E10B disponen de unidades de reloj de cuarzo USRN con una estabilidad de 2×10^{-10} / día.



A nivel de Región 2 las centrales de tránsito/ local de Cuenca, Manta, Machala, Loja y las centrales: Quevedo, Babahoyo, La Libertad, Salinas 2 y Milagro 2, también reciben la señal de reloj desde la central IDG/TDG.

La central de Portoviejo con sus concentradores, Tamarindo, Abdón Calderón reciben la señal de reloj desde la central de Manta así como también los concentradores de Montecristi, Jaramijó, Tarqui, Leonidas Plaza y San Vicente.

- La red de sincronismo de Cuenca está conformada por las siguiente centrales: La central de tránsito de Cuenca, del tipo AXE 10 y la central Cuenca EWSD con sus concentradores: Chordeleg, El Girón, Gualaceo, La Unión, Paute, San Fernando, Santa Isabel y Sigsig. La central TDC y las centrales locales de ETAPA funcionan en forma plesiócrona. Es necesario aclarar que la red local de Cuenca es administrada por la Empresa Municipal de Agua Potable de esta ciudad. La central de tránsito de Cuenca está equipada con 3 CLM, cada uno de los cuales posee una estabilidad de 1×10^{-6} / año, mientras que la central Cuenca Centro 3 cuenta con un reloj que tiene una precisión de 1×10^{-7} , el cual está triplicado por motivos de confiabilidad. La central Cuenca Centro 3 suministra la señal de reloj a las centrales locales de ETAPA.

A la central Cuenca Centro 3 se conectan las unidades remotas de Ricaute, Sayausí, Baños y El Valle. Las características de las centrales y relojes de las diferentes centrales involucradas en la red actual de sincronismo se detalla en el

Red de Sincronismo a Corto Plazo

La figura 3-3 describe la red de sincronismo que se alcanzará al corto plazo, y que se ha diseñado tomando en cuenta la estructura de la red de sincronismo actual.

La red digital nacional dispondrá como referencia primaria de una unidad de reloj externo perteneciente a E.N. compuesto de un sistema GPS, dos relojes de Cesio y un distribuidor de señales el cual suministrará el sincronismo a las centrales y la IDQ las cuales a su vez dispondrán de relojes de cuarzo y serán esclavas del reloj externo.

Recibirá la señal de sincronismo desde la central IDQ y para aumentar la confiabilidad de la red en el nivel 1 se han previsto enlaces de sincronismo con prioridad 2 desde la central IDQ hacia las centrales de E.N. y un enlace con prioridad 2 desde TDQ2 hacia la central IDG/ TDG de E.S.

La central TDA recibirá la señal de sincronización de TDQ2 y para aumentar la confiabilidad de la red en nivel 2, se han propuesto enlaces de sincronismo con prioridad 2 desde TDQ1



distribuidor de señales el cual suministrará el sincronismo a las centrales y la IDQ las cuales a su vez dispondrán de relojes de cuarzo y serán esclavas del reloj externo.

Recibirá la señal de sincronismo desde la central IDQ y para aumentar la confiabilidad de la red en el nivel 1 se han previsto enlaces de sincronismo con prioridad 2 desde la central IDQ hacia las centrales de E.N. y un enlace con prioridad 2 desde TDQ2 hacia la central IDG/ TDG de E.S.

La central TDA recibirá la señal de sincronización de TDQ2 y para aumentar la confiabilidad de la red en nivel 2, se han propuesto enlaces de sincronismo con prioridad 2 desde TDQ1

En EMETEL Sur, las centrales TDC, TDMT, TDM recibirá la señal de sincronización desde la central TDC/TOG y para aumentar la confiabilidad de la red en nivel 2 se han provisto enlaces de sincronismo con prioridad2 desde TDQ2. La central IDG/TDG que actualmente se enlaza con otras centrales internacionales con circuitos IDR, continuará funcionando con ellas en forma plesiócrona.

Cabe señalar que las estaciones terrenas deberán estar equipadas con los equipos de temporización y capacidad de las memorias intermedias adecuadas para manejar la interfaz entre las portadoras IDR y la red nacional.

Para la interconexión fronteriza con enlaces digitales entre centrales se adoptará también el método plesiócrono.

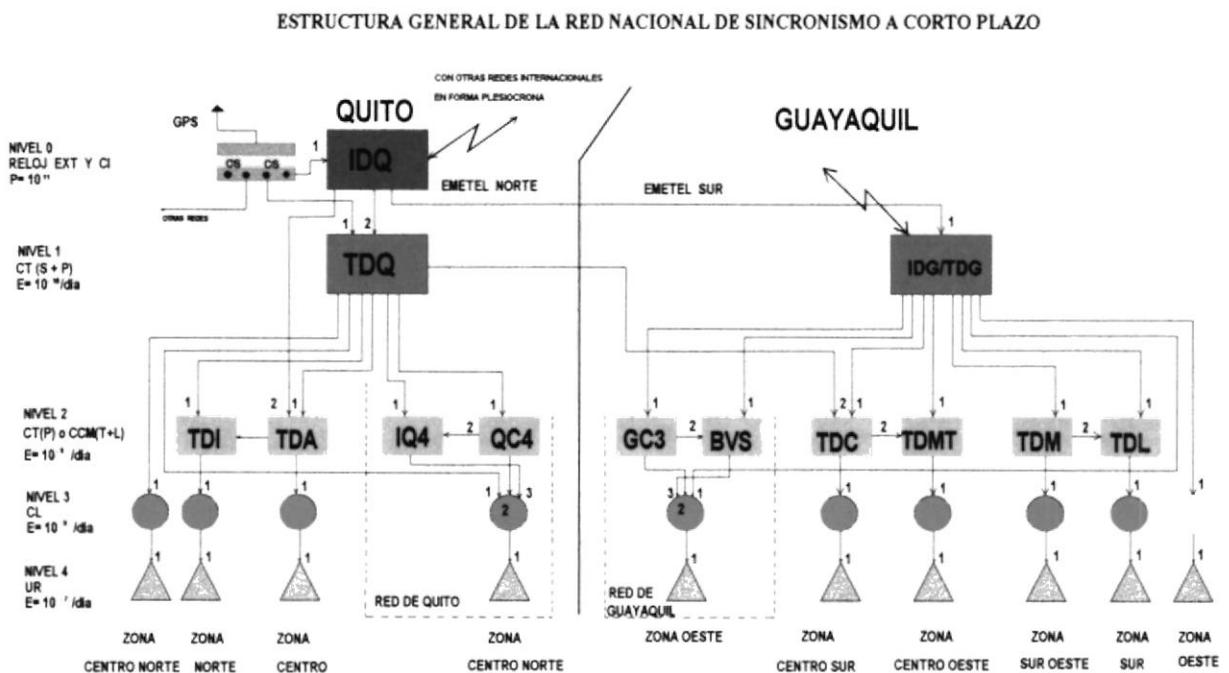


FIGURA 3-3: Red de Sincronismo a Corto Plazo



Red de Sincronismo a Mediano Plazo

La red de sincronismo a mediano plazo como se indica en la figura 3-4 , posibilitará también a E.S. que se disponga de un reloj de referencia primaria propio compuesto de un sistema GPS, dos unidades de reloj de cesio y un distribuidor de señales, posibilitando a las EMETELES funcionar en forma plesiócrona.

ESTRUCTURA GENERAL DE LA RED NACIONAL DE SINCRONISMO A MEDIANO PLAZO

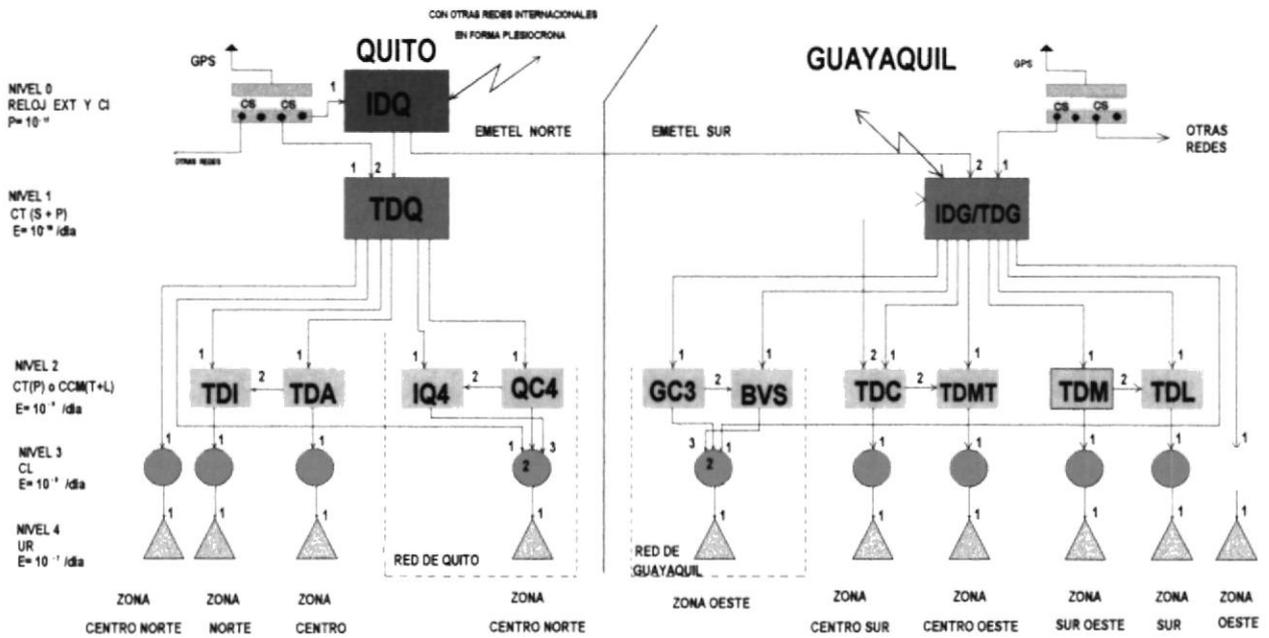


FIGURA 3-4: Red de Sincronismo a Mediano Plazo

Estructura Jerárquica de Sincronización a Largo Plazo

En la figura 3-5, se presenta la estructura de la red de sincronismo aplicable para el largo plazo y su consolidación completa de cuan rápido avance el proceso de digitalización de toda la red.

Se estima que para el año 2000 el país cuente ya con una RDSI de banda estrecha consolidada y los requerimientos de sincronismo de esta no serían mayores a los especificados para la RDI.

La red de sincronismo a largo plazo además de cumplir con los requerimientos indicados en los numerales anteriores correspondientes a sincronización, deberá satisfacer con los siguientes requerimientos de seguridad:

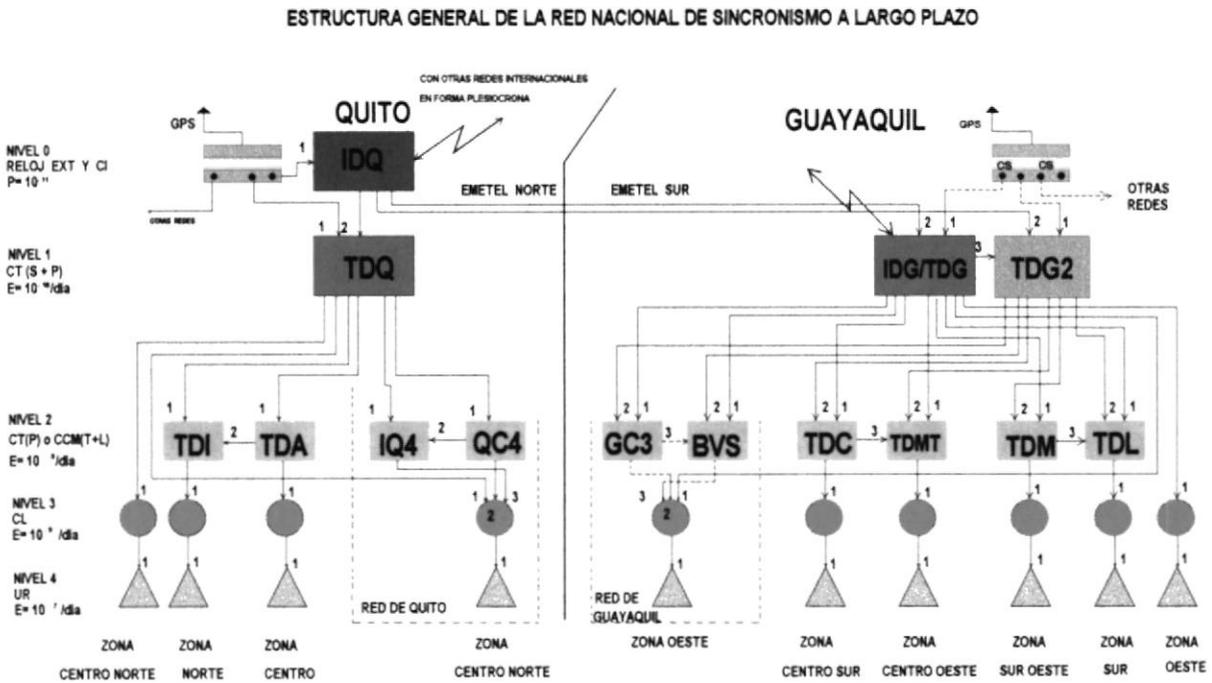


FIGURA 3-5: Red de Sincronismo a Largo Plazo

- En el nivel 1 las centrales de tránsito secundarias de Guayaquil dispondrán de enlaces de sincronismo con prioridad 2 desde la central de tránsito internacional de Quito.
- Se deberán prever enlaces de sincronismo en la mayoría de casos en los cuales se establezcan rutas directas de acuerdo con el plan de enrutamiento.
- Para aumentar la seguridad de sincronismo en el nivel 2 deberán existir enlaces de sincronismo entre las centrales de tránsito primarias indicadas en la figura siguiente. Según el estudio de pronóstico de tráfico existirán entre éstos centros primarios el suficiente tráfico para que se justifique rutas directas y se aproveche para sacar la señal de reloj.
- Todos los enlaces de sincronismo en lo posible estarán duplicados más aún si no existen rutas diferentes de suministro de la señal de reloj.



3.4. INTERCONEXION DE LA RED SDH DEL ECUADOR CON EL CORREDOR ANDINO DIGITAL

3.4.1 CORREDOR ANDINO DIGITAL

En la Subregión Andina, conformada por los cinco (5) países del Grupo Andino: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, se ha iniciado un proceso de desarrollo de las telecomunicaciones que tiene como objetivo fundamental el dotar a los cinco países de una infraestructura acorde con los últimos desarrollos tecnológicos y con capacidad para brindar los más modernos servicios.

Dicho proceso se inició con la elaboración del Plan Maestro del Sistema Andino de Telecomunicaciones para el período 1.994 - 2.000, coordinado por la Asociación de Empresas de Telecomunicaciones del Acuerdo Subregional Andino - ASETA, con el apoyo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT y con la participación directa de las Empresas Miembros de ASETA: CANTV de Venezuela, TELECOM de Colombia, EMETEL de Ecuador, TELEFONICA del Perú y ENTEL de Bolivia.

El Plan Maestro del Sistema Andino de Telecomunicaciones se estructuró en el año 1.993, mediante un trabajo de planificación concertada (Etapa de Planificación), que incluyó un diagnóstico de la situación de las telecomunicaciones en la Subregión, estudios de demanda y tráfico, diseño de la estructura y dimensionamiento de la red, análisis de los aspectos operacionales y comerciales, consideraciones de tipo tecnológico, desarrollo d nuevos servicios, desarrollo del recurso humano, evaluación económica financiera, definición de objetivos y determinación de prioridades. Su ejecución comenzó en 1.994 (Etapa de Implementación) y cada año se efectúa una revisión para verificar su avance y realizar los ajustes que se consideren convenientes, a través de una Comisión de Planificación integrada por delegados de las Empresas Miembros de ASETA.

Dentro del Plan Maestro del Sistema Andino de Telecomunicaciones se contempla la conformación del CORREDOR ANDINO DIGITAL que incluye rutas terrestres, satelitales y submarinas, interconectando totalmente y en forma digital a los cinco (5) países de la Subregión y a ésta con el resto del mundo. Las rutas terrestres se soportan en los sistemas de transmisión de las redes nacionales, interconectados en las fronteras, mediante enlaces de microondas y/o fibra óptica, (vea la figura 4-1).

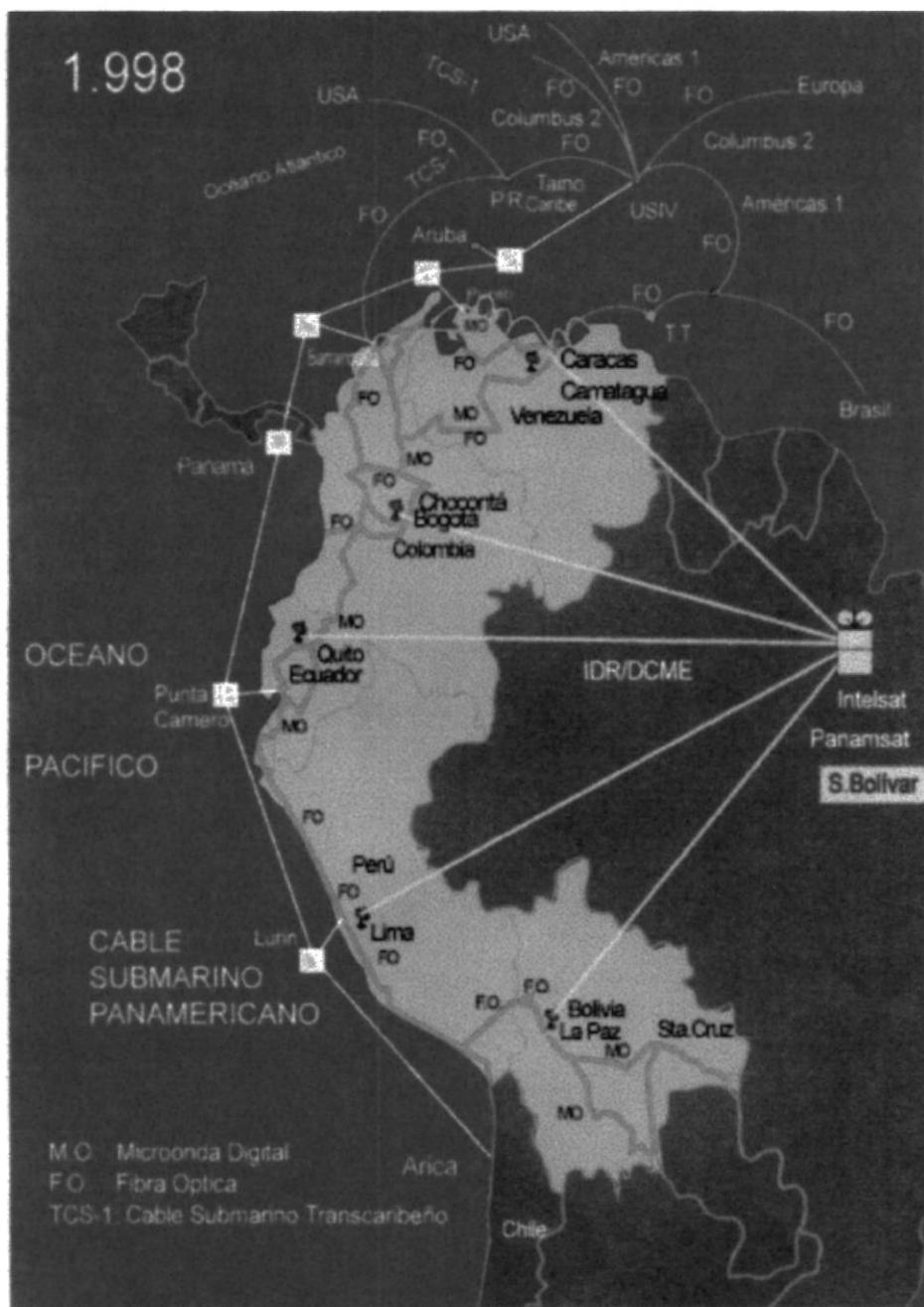


FIGURA 4-1: Corredor Andino Digital

Las rutas satelitales utilizan las estaciones terrenas existentes en cada país, interconectadas por un sistema abierto que aplica la técnica IDR - DCME



multidestino, optimizando el uso del segmento espacial, con ahorros considerables para cada Empresa, en comparación con los sistemas punto a punto convencionales. Las rutas submarinas se soportan en los cables de fibra óptica en servicio, en vía de instalación y en proyecto, tanto en el Atlántico como en el Pacífico y que incluyen puntos de amarre e interconexiones con los países del Grupo Andino. Los centros de conmutación utilizados son los existentes para el tráfico internacional de voz y datos de cada país. Se desarrollan planes para la introducción de centros con tecnología ATM, que permitan el manejo de información de voz, datos de imagen. La implementación del CORREDOR ANDINO DIGITAL avanza en forma satisfactoria y su fecha de finalización está prevista para 1.998.

La conformación de este Corredor Digital facilitará y acelerará el intercambio de todo tipo de información entre los países del Area y convertirá a la Subregión Andina en un punto estratégico para las telecomunicaciones a nivel mundial.

Estandarización

Simultáneamente con la implementación de esta infraestructura, ASETA con sus Empresas Miembros y en coordinación con los Entes Reguladores, están trabajando en la elaboración de Normas Andinas que aseguren la interoperabilidad de los sistemas y la introducción de nuevos servicios. Entre ellas se tiene la Norma Andina para el uso de Señalización CCITT No. 7, la Norma Andina para sistemas SDH y la Norma Andina para RDSI. Las Normas se basan principalmente en las recomendaciones de la UIT y del ETSI. ASETA, como asesor del Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones - CAATEL (Entes Reguladores de las Telecomunicaciones en los países del Grupo Andino), viene presentando como iniciativas estos proyectos de normas andinas, para su adopción como normas comunitarias.

Conclusión

El CORREDOR ANDINO DIGITAL se convierte en la Autopista que integrará a las Telecomunicaciones y la Información a nivel nacional, subregional e internacional, gracias a su nivel de digitalización, calidad de la comunicación, capacidad de transporte, cobertura y conectividad. Esta infraestructura debidamente complementada con los diferentes medios de acceso, garantizará el transporte de la información disponible actualmente y de la que se genere como consecuencia de la actividad en los diferentes sectores de la economía.

Los servicios de red inteligente, las aplicaciones de multimedia, videoconferencia, la transmisión de datos en grandes volúmenes, las redes corporativas y en general la información generada por los diferentes sectores de la economía encontrarán en el CORREDOR ANDINO DIGITAL el medio adecuado para su conducción.



3.4.2 ENLACE HUAQUILLAS - AGUAS VERDES

El enlace Huaquillas – Aguas Verdes como parte del Corredor Andino Digital terrestre esta compuesto de un cable de fibra óptica monomodo de 12 hilos con un recorrido de aproximadamente 2.5 km. canalizado con equipos de transmisión STM-16 que servirán para unir a las dos ciudades fronterizas (vea la figura 4-2).

Cabe anotar que Perú ya posee un backbone de 24 hilos de fibra óptica en su red telefónica.

INTERCONEXION DIGITAL TERRESTRE ECUADOR - PERU

1.- ESQUEMA DE CANALIZACION



2.- CONFIGURACION

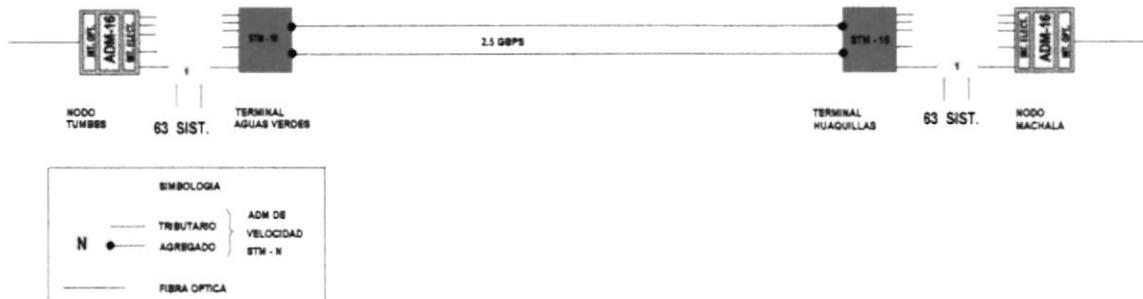


FIGURA 4-2

3.4.3 ENLACE TULCAN – PASTO

- Colombia contará con 3.200 kilómetros de fibra óptica que incluye el Sur llegando hasta el límite con la vecina República del Ecuador. El trayecto es el siguiente Bogotá - Cali - Popayán - Pasto - Ipiales - Puente Limítrofe de Rumichaca.
- El tráfico fronterizo se enrutará por la central de tránsito Neax-61E de Telecom en Ipiales. El tráfico no fronterizo entre los dos países y eventualmente el



Andino, se enrutará por la central de tránsito Neax-61E de Pasto o por la AXE de Cali.

- Las centrales de Ipiales y Pasto son de tecnología digital y permiten señalización No7.
- La topología de la red es en estrella y está soportada con toda una infraestructura de microondas digitales como ruta alterna en caso de falla.
- El cable en la mayoría del trayecto va canalizado y utiliza un tubo de tres ductos (tritungo).
- Los diferentes tráficos que se manejarían por ese enlace serían los siguientes:

Tráfico limítrofe (Ipiales - Tulcán)

Tráfico entre las zonas fronterizas (Departamentos de Mariño y Putumayo, provincias de Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Napo, Sucumbios).

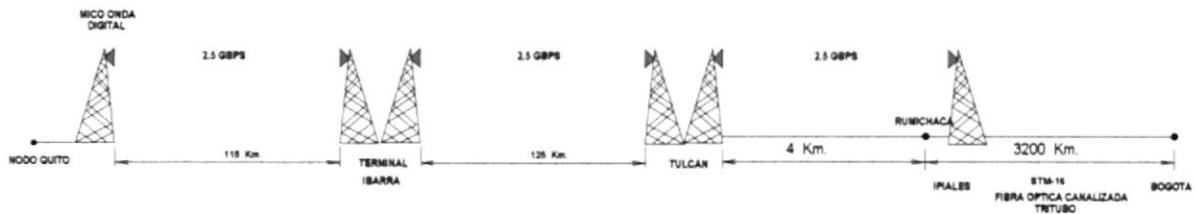
Tráfico entre zonas internacionales de Colombia y Ecuador.

Tráfico entre países andinos (aún sin definir).

- El tráfico estimado e histórico en minutos originado en Colombia hacia Ecuador es un dato confidencial (vea la figura 4-3).

INTERCONEXION DIGITAL TERRESTRE ECUADOR - COLOMBIA

1.- ESQUEMA DE CANALIZACION



2.- CONFIGURACION

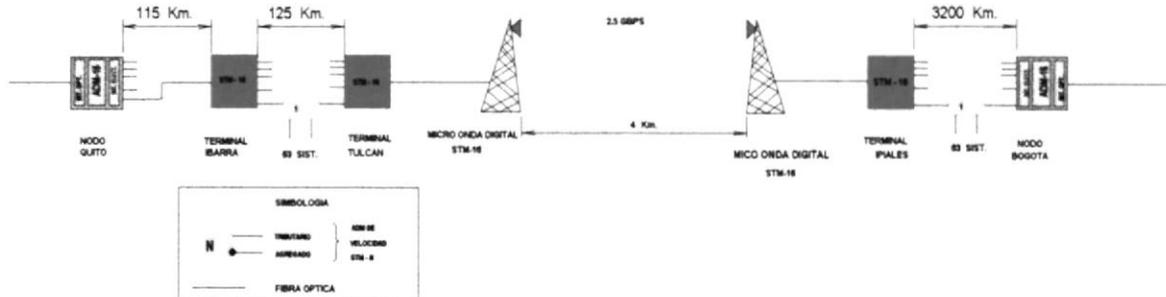


FIGURA 4-3

CAPITULO

4

EQUIPOS DE LA RED





EQUIPOS DE LA RED

Este capítulo detalla los elementos que componen la red telefónica diseñada por nosotros, como son los tipos de cables, equipos utilizados en el recorrido (las repetidoras), y en la central (los ADM).

Después de haber realizado el diseño hemos determinado la siguiente cantidad de equipos para los anillos norte y sur que se van a tener en nuestra red.

EQUIPOS	CANTIDAD
ADM-16	5
CROSS CONECTOR	1
REPETIDORES	5
FIBRA MONOMODO	164.2 Km
INTERFACES ELECTRICAS	6
INTERFACES OPTICAS	12

Como primera parte hablaremos de los tipos de cable, ya que son los primeros en instalarse.

4.1. TIPOS DE CABLES UTILIZADOS

Según las bases del concurso se deberá utilizar un cable con las siguientes características:

El cable dispondrá de 12 fibras ópticas monómodo y será estructurado de acuerdo con el uso previsto en el diseño del sistema. Se ha previsto que podrían utilizarse tres tipos de cable:

- Cable canalizado en ductos plástico, de cemento o de fibro cemento (Cable Tipo "A").
- Cable enterrado directamente en el suelo (Cable Tipo "B")
- Cable aéreo auto soportado (Cable Tipo "D")

La siguiente es una descripción de los tipos de cable que utilizaremos en nuestro diseño y sus características principales:



Cable Canalizado o Enterrado (Tipo A o B)

De manera general los cables canalizados o enterrados están formados de los siguientes elementos:

- El núcleo de cable que contiene el miembro tensor, las fibras ópticas y la primera cubierta plástica.
- El blindaje del cable, cuando este es requerido, generalmente está formado por varias capas de alambre de acero.
- La cubierta de cobre que junto con el blindaje de acero forman el conductor compuesto del cable.
- Las cubiertas plásticas necesarias para darle las características mecánicas que se requieran.

Cable Aéreo Auto Soportado (Tipo D)

Para instalar debajo de las líneas de alta tensión, suspendido entre las torres del sistema de energía eléctrica existente. Para este tipo de cable existen diferentes soluciones. Hemos escogido el cable figura 8 que es uno de los aceptados por EMETEL.

- El denominado cable de figura 8 en el que el soporte es un cable de acero colocado en la cubierta final (cable descrito en el capítulo 3).

Las siguientes tablas nos indican los tipos de cable que vamos a utilizar después de revisar las características antes mencionadas podemos describir cada parámetro solicitado por EMETEL en estas tablas que son para cada cable Canalizado, Enterrado y Aéreo.

**Cable Canalizado**

CARACTERISTICA	CABLE TIPO "A"
Diámetro del cable	250 μm
Peso del cable	370 Kg./Km.
Máxima tensión de carga	270 da-N
Radio de curvatura estático mínima	200 mm
Radio de curvatura dinámico mínima	250 mm
Resistencia a la presión	45 da-N/cm
Rango de temperatura	-40°C a 70°C
Elongación de la fibra	< 1.5%
Largo nominal	2400 m
Atenuación	< 0.1 dB/Km.
Miembro tensor central (Tipo)	Alambres metálicos sólidos
Miembro tensor central (Tamaño)	3 mm de diámetro

Cable Enterrado

CARACTERISTICA	CABLE TIPO "B"
Diámetro del cable	250 μm
Peso del cable	1800 Kg./Km.
Máxima tensión de carga	3000 da-N
Radio de curvatura estático mínima	400 mm
Radio de curvatura dinámico mínima	800 mm
Resistencia a la presión	50 da-N/cm
Rango de temperatura	-40°C a 70°C
Elongación de la fibra	< 1.5%
Largo nominal	2400 m
Atenuación	< 0.1 dB/Km.
Miembro tensor central (Tipo)	Alambres metálicos sólidos
Miembro tensor central (Tamaño)	3 mm de diámetro

**Cable Aéreo**

CARACTERISTICA	CABLE TIPO "D"
Diámetro del cable	250 μ m
Peso del cable	130 Kg./Km.
Máxima tensión de carga	270 da-N
Radio de curvatura estático mínima	150 mm
Radio de curvatura dinámico mínima	200 mm
Resistencia a la presión	30 da-N/cm
Rango de temperatura	-40°C a 70°C
Elongación de la fibra	< 1.5%
Largo nominal	2400 m
Atenuación	< 0.1 dB/Km.
Miembro tensor central (Tipo)	Alambres metálicos fibrados
Miembro tensor central (Tamaño)	19 alambres, 0.6 mm diámetro

4.2. COMPONENTES DEL SISTEMA

Entre los componentes del sistema tenemos los equipos STM-N la siguiente es una descripción de sus características y de sus funciones principales para obtener una idea clara, después hablaremos de los equipo que hemos escogido en nuestro diseño.

4.2.1 EQUIPOS STM-N**Características de Entrada y Salida de los Mux STM-N**

- Con Entradas PDH y salida STM-1 (63 x 2; 3 x 34).
- Con Entradas SDH (STM-1) o PDH y salida SDH (STM-4/ 16).

Funciones de Multiplexación

- Interfaz Eléctrico de Entrada: Adaptación de niveles de impedancia y conversión de los códigos.

HDB3: High Density Bipolar 2/ 8/ 34 (MBPS).

CMI: Codec Mark Inversión 140/ 155 (MBPS).

Z= 75 Ohm



Interfaz Óptica de Entrada:

- vel. STM- 1 fibra monomodo (baja pérdida).
- STM- 4 “ “
- STM-16 “ “

- Memoria Elástica “Buffer”: Reduce la fluctuación de fase.
- Acceso a la SOH y POH: Accede a los canales de Servicio (Order Wire).
- Multiplexor: Armado de los contendores c, vc, en los STM-N.

Funciones de Demultiplexación

- Demultiplexación: Permite la función ADD – DROP, y la inserción de tributarios.
- Alarma de Pérdidas de Trama: BER (pérdida de la tasa de errores).
- Los Códigos de Interfaz de Salida:

Para el STM-1 es el mismo que el de 140 CMI.
Para el STM-4/ 16 es NRZ (no retorno a cero).

Funciones Generales

- Terminal de Línea: Se hace conversión E/O (eléctro ópticas).
- Fuente de Temporización: Tiene que ver con el sincronismo.
- Canales de Servicio.
- La Gestión SDH.
- La Protección de Línea.

Funciones Básicas de los Multiplexores

- Terminal Multiplexor (TM).
- Regenerador Intermedio (RI).
- Multiplexor ext/ins (ADM).

Red con TM:

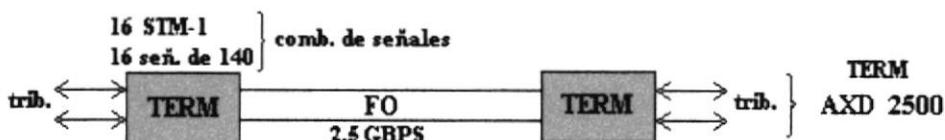


FIGURA 2-1: Red con TM



Red con RI:

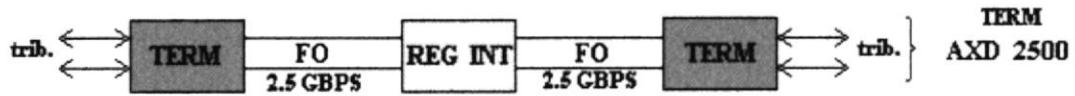


FIGURA 2-2: Red con RI

Red con ADM:

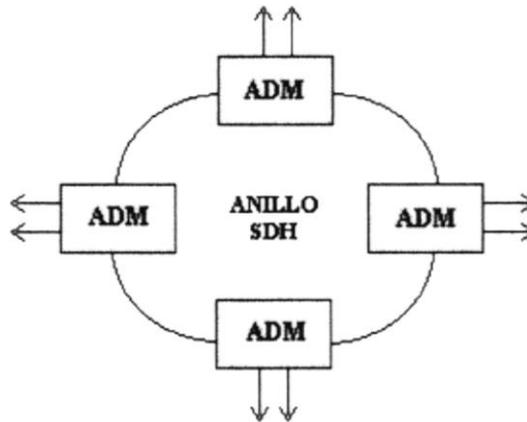


FIGURA 2-3: Red con ADM

La Operación A/D (ADD/DROP)

- Permite la Multiplexación (de canales).
- Transporte (radio líneas o enlaces).
- Conmutación (1+1).
- Flexibilidad (permite la operación en anillos).

La Operación C/C (CROSS/CONNECT)

- Comparada con una Central Tandem.
- Constituye un Nodo de Red en SDH.
- Los Nodos se pueden hacer Tránsito de 2/ 34/ 140 (STM-1).
- Distribuidor Electrónico Digital.

**Requisitos Generales de Funcionamiento***Descripción General de la Temporización y la Sincronización*

La SDH ha sido diseñada para funcionar como una red sincronizada, acomodando el funcionamiento pliesiódromo Rec. G.811 y la fluctuación lenta de fase de la red mediante un esquema de ajustes de puntero.

La característica de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de la red SDH viene determinada por la característica de los relojes internos y externos de la red SDH, la fluctuación lenta de fase de salida de la red en las interfaces de sincronización, y la fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase del sistema de línea SDH.

Característica de Error del Equipo

El objetivo general de diseño de la característica de error es que el equipo no introduzca errores cuando funciona dentro de los límites de diseño.

El requisito específico es que cuando los equipos funcionen dentro de los límites de diseño, deberán poder proporcionar un nivel de comportamiento que sea compatible con los trayectos que están encaminados a través de ellos y que sirven de base a la clasificación de prestaciones de «alto grado» prescrita en la Recomendación G.821.

Retardo de Tránsito

Para obtener el retardo de tránsito total de una señal a través de un elemento de red SDH, deben tenerse en cuenta todos los procesos que podrían contribuir a un retardo no despreciable. Como sólo es posible medir el retardo de tránsito de NNI a NNI, ese es el único valor que debe obtenerse.

Bloqueo

La existencia de conexiones cruzadas en un equipo de conexión cruzada puede evitar el establecimiento de una nueva conexión cruzada.

El factor de bloqueo de un distribuidor - multiplexor es la probabilidad de que no pueda satisfacerse una determinada petición de conexión, normalmente expresada como fracción decimal de 1.



Protección

La protección se define en la Recomendación G.803 como la utilización de capacidad preasignada entre nodos para reemplazar una entidad de transporte averiada o degradada. Se identifican dos arquitecturas de protección: protección de camino y protección de conexión de subred.

Protección de Caminos

En esta subcláusula se describen tipos específicos de protección de caminos.

Protección de Secciones de Multiplexación

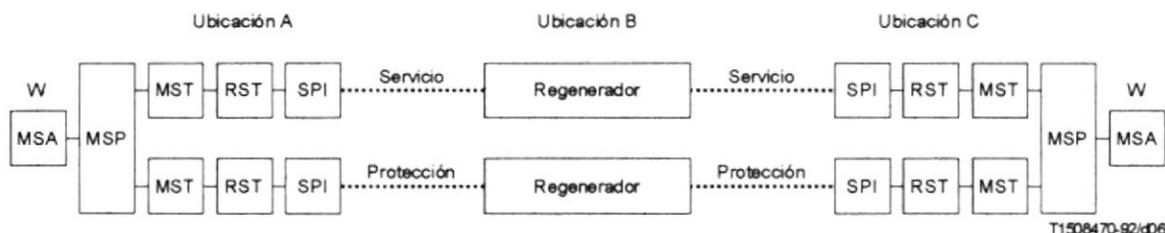
La conmutación de protección de una señal proporciona una capacidad, utilizando redundancia de equipo y acción de conmutación, que permite que, cuando se produce el fallo de un canal en servicio, la señal pueda obtenerse por un canal de protección.

El empleo de conmutación de protección depende de la estrategia de mantenimiento del operador, y puede no necesitarse siempre. Si se requiere en los sistemas SDH, se proporciona redundancia para las funciones y el medio físico situados entre, e inclusive, dos funciones MST, es decir, para la sección de multiplexación. Así, la función de protección de sección de multiplexación (MSP) proporciona protección para la señal STM-N contra los fallos dentro de una sección de multiplexación.

Se definen dos arquitecturas MSP: 1 + 1 (uno más uno) y 1 : n (uno para n). Para arquitecturas 1 : n, sólo se permite el modo reversivo.

Arquitectura 1 + 1

En una arquitectura de MSP 1 + 1 que se muestra en la Figura 2-4, la señal STM-N se transmite siempre simultáneamente por ambas secciones de multiplexación, designadas de servicio y de protección; es decir, la señal STM-N está conectada permanentemente (puentada) a todas las secciones en servicio y de protección en el extremo transmisor.



W En servicio

FIGURA 2-4: Arquitectura 1 + 1

Arquitectura 1 : n

En una arquitectura MSP 1 : n, presentada en la Figura 2-5, la sección de protección es compartida entre cierto número de canales en servicio; los valores permitidos de n son de 1 a 14. En ambos extremos, cualquiera de los n canales STM-N o un canal de tráfico adicional (o posiblemente una señal de prueba) es puenteado a la sección de protección. Las funciones MSP monitorizan y evalúan las condiciones de las señales recibidas y realizan el puenteo y la selección de las señales STM-N apropiadas de la sección de protección.

Protección de Conexiones de Subred

La protección de conexiones de subred puede proporcionarse utilizando las funciones de conexión HPC y LPC. El requisito de tiempo de respuesta en este caso queda en estudio. La Recomendación G.803 ofrece ejemplos y aplicaciones de protección de conexiones de subred.

Restauración

La restauración se define en la Recomendación G.803 como la utilización de capacidad disponible entre nodos para reemplazar una entidad de transporte que falla o está degradada.

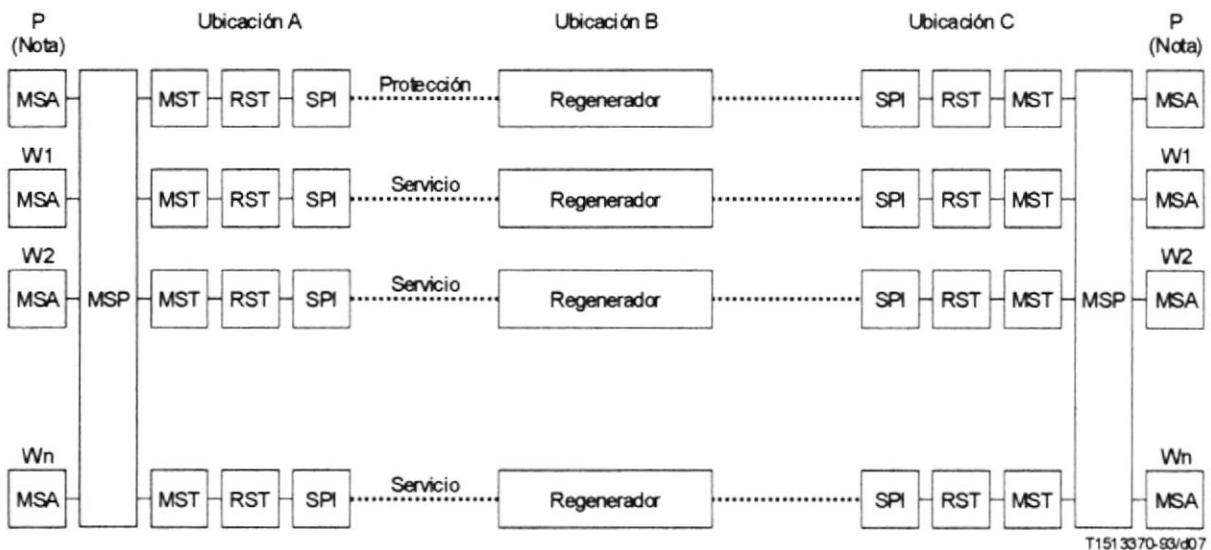
Tipos de Conexión

Los tipos de conexión son los siguientes:

- Unidireccional: Este tipo proporciona conexión unidireccional a través del elemento de red SDH, y puede utilizarse, por ejemplo, para transportar señales de vídeo.



- Bidireccional: Este tipo establece una conexión cruzada bidireccional a través del elemento de red SDH.
- Difusión: Este tipo conectará un VC-n entrante a más de un VC-n saliente.
- Bucle: Este tipo conecta un VC-n a sí mismo.
- Acceso dividido: Este tipo termina el VC-n en un STM-N entrante y proporciona señal de prueba en el VC-n correspondiente del STM-N saliente.



W1, W2, ..., Wn En servicio
P Protección

NOTA – Necesario sólo para tráfico adicional.

FIGURA 2-5: Arquitectura 1 : n



4.2.2 EJEMPLOS DE TIPOS DE EQUIPO

Tradicionalmente, los elementos de red (equipo) se identificaban por su aplicación: sistema de líneas, multiplexor de terminales, multiplexor de inserción/extracción y distribuidor - multiplexor. Con la introducción de la SDH, estas aplicaciones pueden combinarse en un elemento de red, haciendo redundante la terminología tradicional. De todos los tipos de multiplexores hemos escogido el multiplexor tipo IV que cumple con una de las recomendaciones que es la G.708, el resto de tipos de equipo no serán descritos por no cumplir con esta recomendación.

Multiplexor de Tipo IV

Este tipo proporciona la función de traducción para permitir que cargas útiles C-3 de los VC-3 transiten entre redes basadas en AU-3 y AU-4 (véase la Figura 2-6). La información sobre interfuncionamiento figura en la Recomendación G.708.

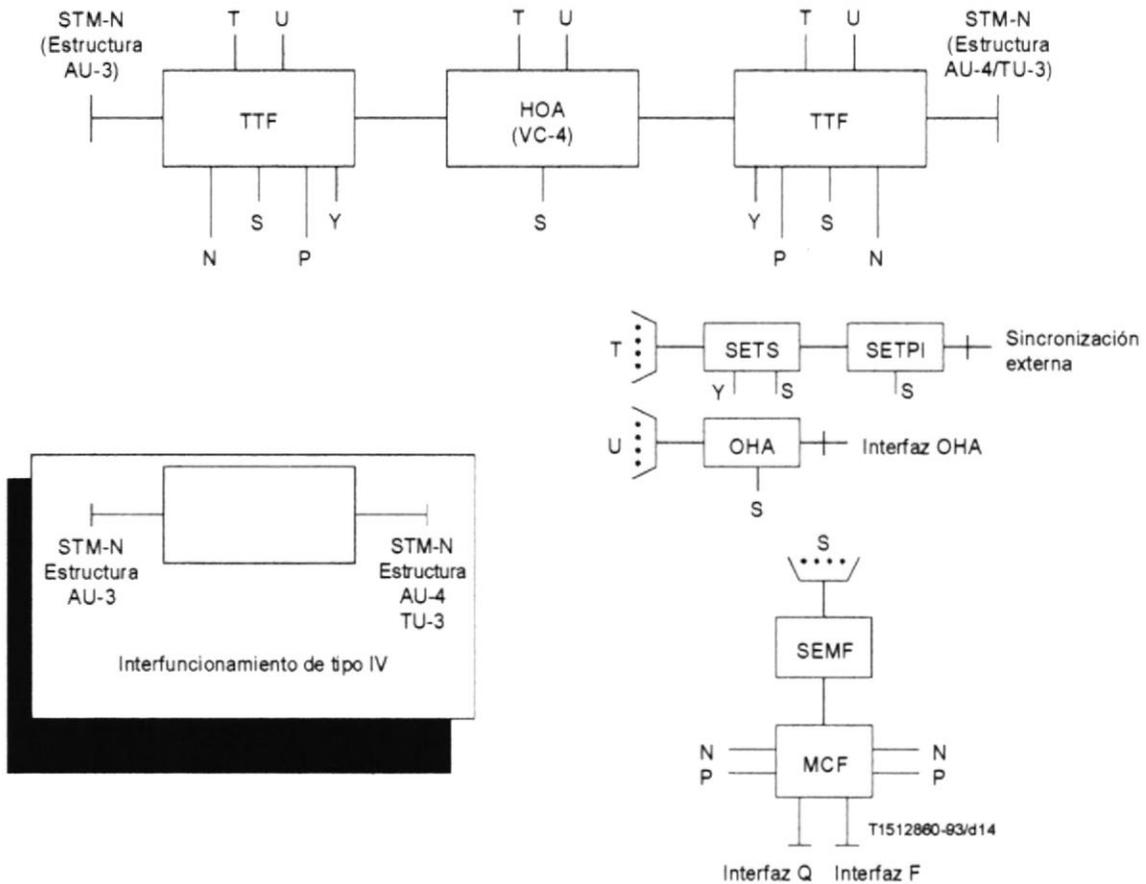


FIGURA 2-6: Multiplexor de Tipo IV

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA RED

4.3.1 EL MULTIPLEXOR SDH STM-16

Este tipo de multiplexor escogido lo hemos llamado STM-16 por su característica y sus datos técnicos son de un fabricante que no se menciona este equipo es un multiplexor STM-16 versátil y compacto para el uso en aplicaciones de redes troncales y principales.

Gracias a su arquitectura modular el multiplexor STM-16 se puede configurar para ser usado como multiplexor terminal (TM), regenerador intermedio (IR), o multiplexor de extracción e inserción (ADM).



El multiplexor STM-16 es un componente de la Arquitectura de Red de Transporte y está diseñado para proporcionar máxima flexibilidad para soluciones de red, cubriendo todas las aplicaciones desde rutas nacionales e internacionales STM-16 hasta sistemas de acceso para servicios de usuario final.

El diseño modular del multiplexor STM-16 permite al operador construir y expandir la red con eficacia de costos. El multiplexor STM-16 es igualmente muy adecuado para enlaces punto a punto en una configuración TM; o redes cadena, estrella y anillo que usen una configuración ADM. Cuando las distancias entre ADMs/TMs son demasiado largas, se pueden usar Irs entre ellos.

La configuración TM, ADM o IR se puede lograr con un solo sub bastidor.

El multiplexor STM-16 se puede equipar con interfaces eléctricas de 140 Mbit/s y STM-1 e interfaces ópticas de larga distancia en las ventanas de 1300nm y 1500nm, la última con características de dispersión mejoradas. Para aplicaciones de distancia extra larga, el multiplexor STM-16 se puede equipar con amplificadores de potencia para fibra óptica integrados y gestionables.

Su estructura mecánica permite el fácil acceso para cambios de unidades, cableado externo y actualizaciones.

El multiplexor STM-16 posee una fuente de alimentación distribuida, y puede proporcionar sincronización con las señales entrantes de 2 Mhz, STM-N, y con un oscilador interno.

También lleva protección de línea MSP 1+1 al nivel de sección, y protección SNC 1+1 (nivel VC-4) a nivel de ruta.

El multiplexor STM-16 se puede gestionar local o remotamente (mediante interfaz estándar Q3). La gestión de configuración, gestión de fallos y gestión de prestaciones. También se proporciona un amplio rango de propiedades de auto diagnóstico.

La gestión remota se hace a través del sistema de gestión de elementos SMUX. Además de la funcionalidad de la aplicación del Terminal Local, el SMUX-EM proporciona una vista gráfica de la red SDH, con notificación instantánea de alarmas y otras funciones de gestión de red.

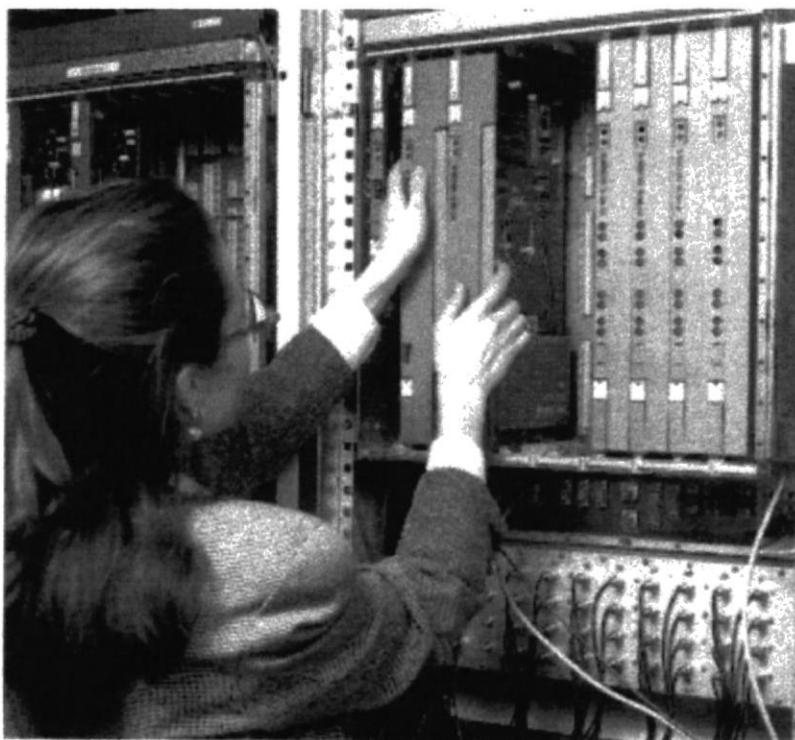


FIGURA 3-1: El Multiplexor SDH multiplexor STM-16

Datos Técnicos

Interfaces eléctricas

Conforme la Recomendación UIT-T G.703

140 Mbit/s 75 ohmios

155 Mbit/s 75 ohmios

Interfaces ópticas

Conforme la Recomendación UIT-T g.957

STM-16 Larga distancia, 1300 nm (L-16.1)

STM-16 Larga distancia, 1550 nm (L-16.2)

STM-16 Larga distancia, 1550 nm (I-16.2b) con características de dispersión mejoradas

STM-16 Muy larga distancia, 1550 nm (V-16.2) amplificadores integrados OFA (+10,+14 dBm)

Comunicaciones Ópticas

**Salidas de temporización**

Puerto de salida squelchable de 2048 KHz para sincronización externa
Rec. ITU-T G.703-10
Interfaces de gestión
Interfaz Q conforme las Recs. UIT_T Q.811 y Q812 (CLNS)

Alimentación

Voltaje de entrada -48 V CC nominal

Condiciones ambientales

Temperatura de funcionamiento +10°C a +35°C
Humedad relativa 10 a 80%, sin condensación
Conforme con estándares ETSI clase 3.1 Operación normal

Estructura mecánica

Sub bastidor conforme ETS 300 119-4
Bastidor conforme ETS 300 119-3
(2200mm x 600mm x 300mm Altura x Anchura x Profundidad)

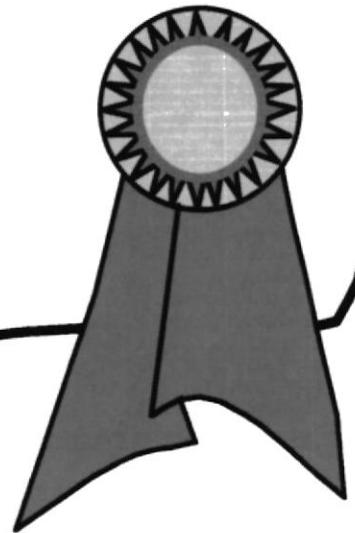
Recomendaciones ITU-T (equipos)

G.707, G.708, G.709, G.781, G.782, G.783, G.784, G.787, G.810, G.821, G.823,
G.957, G.958, Q.811, Q.812.

CAPITULO

5

**OPERACIÓN
DEL
SISTEMA**





OPERACIÓN DEL SISTEMA

5.1. ESPECIFICACIONES

- Se contará con un equipo de transmisión y sistemas de gestión , el suministro de energía está provisto por energía o moto generadores.
- Se cuenta con rectificadores con regulación automática de corriente y de tensión
- Baterías que serán de tipo estacionario con electrodos a base de plomo cuyo electrolito es una solución de ácido sulfúrico. Se deberán tomar en cuenta tensión de carga flotante, de carga por celda, rendimiento en amperios - horas, rendimiento en voltios - horas, temperatura de régimen, auto descarga a 20 C por mes, mínima corriente de carga en operación flotante A.H
- Separadores para permitir la libre circulación del electrolito
- Conexiones que garanticen un cierto grado de flexibilidad en barras de unión.
- Convertidores CD/CD
- Convertidores CD/CA
- El sistema de energía eléctrica, constituido por rectificadores, convertidores, contactores, fusibles.

5.2. INSTALACIÓN

El plan de instalación se encuentra dividido en tres etapas:

- Plan de instalación de la fibra óptica
- Plan de instalación de los equipos de campo
- Plan de instalación de los equipos en la central

El Plan de Instalación de la Fibra Óptica

Dividida en la instalación en las torres eléctricas de INECEL y el tramo que va enterrado.

- Si nos referimos a la instalación del cable por medio de las torres de INECEL , lo realizará personal de la misma entidad como parte del convenio que se suscribirá



con ellos, se les proveerá de cables y materiales necesarios para que puedan llevar a cabo dicha instalación, el cable deberá ser instalado en el cable de tierra del Sistema Eléctrico Interconectado.

- En cuanto al tramo que va enterrado, los trabajos se los realizará por contrataciones locales (personal de la región cercana a la instalación), previo un permiso obtenido en las Prefecturas provinciales.

El Plan de Instalación de Equipos de Campo

Que corresponden a las repetidoras que irán instaladas en las centrales locales y deberán tener la misma protección que se les dará a los equipos ubicados en las centrales de tránsito.

En el plan de instalación de los Equipos de la Central

Se lo hará en un sitio donde se encuentran localizadas las centrales telefónicas de tránsito, se instalará los equipos ADM-16, puesto que usualmente es donde llegan las interfaces eléctricas y donde deben llegar las interfaces ópticas y las mismas que disponen de la seguridad necesaria para su instalación como el de sistemas de energía, ya sea que ésta provenga de una red de distribución pública o de generadores propios de EMETEL.

- La energía eléctrica puede hacerse con un voltaje nominal de $208 \pm 5\%V$ entre fases o monofásica con voltaje nominal de $120 \pm 5\%v$, con una frecuencia de $60 \pm 5Hz$.
- Los equipos de transmisión operarán con un voltaje nominal de $48 VCD \pm 10\%$
- Los rectificadores requeridos deberán tener un ruido psfométrico menor que 5V y ondulación menor que 400mV P-P.
- Funcionar con un factor de potencia superior a 0.85 para todos los valores de carga hasta el 100% de su capacidad nominal.
- Se utilizarán ventiladores para proteger de explosiones de gas, cuando se recarguen las baterías , que funcionan de manera automática cuando el rectificador recarga las baterías.
- Para el cableado, cada alambre será identificado con un número , colocado sobre una etiqueta fijada en los extremos del alambre.



- Se protegerán barras de conexión, tornillos, tuercas de fijación contra oxidación.
- Se instalarán más sistemas de acondicionamiento ambiental en caso de que los equipos así lo requieran.

5.3. MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento, se elaborará un sistema de gestión de fallas de tal manera que se prevenga y corrija cualquier anomalía que se detecte en la red con la finalidad de optimizar la misma y proveer al usuario de un mejor servicio.

Sistemas de Gestión de Red y Elementos

- El sistema de Gestión de Red y Elementos debe soportar la instalación y puesta en servicio, actividades de establecimiento de servicios de transporte, monitorización de la red , recuperación de la red, análisis de comportamiento y mantenimiento del equipo de red en las redes SDH, dando así flexibilidad para soluciones de red y cubriendo todas las aplicaciones de rutas nacionales e internacionales STM-16 hasta los sistemas de acceso para servicios del usuario final.
- Este sistema es la clave para poder explotar plenamente las posibilidades ofrecidas por las soluciones de red de transporte SDH, proporcionando funciones de gestión de red y elementos para todos los elementos de red .
- El operador puede utilizar el sistema para configurar , poner la red en servicio y establecer un servicio de transporte. De esta manera se posibilita la apreciación de la calidad del servicio suministrado por la red y poder iniciar un mantenimiento preventivo .
- Este sistema se puede dividir en un subsistemas de gestión de red y de gestión de elementos , de tal manera que se puede configurar la red y servicio de transporte, visualización de circuitos de alarma, control de mediciones de comportamiento de circuitos.
- Las funciones de reserva, soporta la administración del usuario. Las funciones de seguridad del sistema puede selectivamente (de día o de noche), limitar el acceso de usuario y a los dominios de la red.



Sistemas de Alarmas (Mantenimiento Preventivo)

- Todas las alarmas generadas por falla del cable y alarmas generadas por el equipo multiplex serán generadas por el equipo multiplex serán indicadas en una NMS(Network Management System).
- Las alarmas serán filtradas a través de un proceso de reducción de alarmas, diseñado para mostrar solamente la causa de múltiples señales de alarma para prevenir una sobrecarga de información al operador.
- Los estados de alarma de las condiciones del cable de fibra óptica incluirían indicaciones del umbral de una gestión de desempeño(suministra y monitorea datos de mantenimiento, calculados por multiplex ADD DROP SDH) y una presentación de detección de fallas según las normas de la UIT-T en un nivel apropiado del multiplex involucrado. Las alarmas generadas dentro del terminal multiplex serán identificadas al nivel de tarjeta cuando sea posible.
- El acceso al NMS será controlado a través de un login y una contraseña (password) independientemente de la ubicación del operador .

Mantenimiento Correctivo

- El mantenimiento correctivo se lo realizará cambiando las partes que se detecte posibles fallas.
- Se realizará un reporte estadístico de todas las fallas que se presentan indicando el tiempo de horas-hombre requerido para repararlas y los recursos que se utilizarán
- La cantidad requerida de repuestos se calculará basándose en la proporción de fallas del sistema a través de la experiencia del fabricante para los sistemas de transmisión, gestión de la red y equipos de energía si es que se suministraren, se toma un valor del 5% para repuestos refiriéndose al conjunto de repuestos para todos los sistemas involucrados, incluido el cable de fibra óptica.

5.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA

- La energía eléctrica puede hacerse con un voltaje nominal de $208 \pm 5\%V$ entre fases o monofásica con voltaje nominal de $120 \pm 5\%v$, con una frecuencia de $60 \pm 5Hz$.
- Los equipos de transmisión operarán con un voltaje nominal de $48 VCD \pm 10\%$



- Los rectificadores requeridos deberán tener un ruido psfométrico menor que 5V y ondulación menor que 400mV P-P.
- Los rectificadores permitirán alimentar a todo el equipo pertinente con una corriente continua de -48VCD.
- En los rectificadores se limitará su corriente al 10% de su capacidad nomina, en modalidad automática o manual.
- Funcionar con un factor de potencia superior a 0.85 para todos los valores de carga hasta el 100% de su capacidad nominal.

- El lugar donde se instalarán los equipos, deberá tener la suficiente capacidad, de lo contrario se proveerá de los siguientes equipos:
 - Tableros de distribución de baja tensión
 - Rectificadores
 - Baterías
 - Convertidores.
- Recargar las baterías al 100% en un tiempo de 15 a 20 hora, durante el periodo de mayor tráfico, al mismo tiempo que alimentar a la central y mas equipos conexos.
- Se dispondrá de equipos que permitan:
 - Cambio a funcionamiento automático
 - Ajuste en los voltajes y límites de corriente.
 - Auto - protección
- El cambio de funcionamiento carga a flotante se realizará en forma manual o automática. El cambio automático de funcionamiento dependerá del voltaje de carga o tiempo que deberá ser hasta un máximo de 12 horas
- Cuando un rectificador sufra una avería, este será puesto fuera de servicio, emitirá una alarma y pasará sus funciones a otros rectificadores en forma automática. La alarma será visual y sonora.



- El sistema total de rectificadores deberá dimensionarse con redundancia tipo $n+1$, es decir, en la hora plena de carga de la central podrá tenerse una unidad completa fuera de servicio sin que ello obligue a suplir energía desde las baterías.
- El control de las baterías deberá hacerse de igual forma a las que se usan en equipos para equipos de telecomunicaciones, con una vida útil mínima de 15 años.
- Se calculará la capacidad de las baterías en amperios - hora de manera que se pueda alimentar a los equipos de transmisión y anexos durante ocho horas, con la capacidad máxima de tráfico y sin contribución de otras fuentes de alimentación .
- Las baterías se cargarán en seco, siendo necesaria una ligera carga de igualación para que esté en condiciones de trabajo. Se indicará el tiempo máximo que las baterías podrán mantenerse sin uso.
- Antes de poner en servicio las baterías, se ejecutarán dos ciclos de carga y descarga y si la batería no entrega mas del 85% de su capacidad será rechazada.
- Los aparatos tales como barras de conexión, tornillos, tuercas de fijación, deberán estar contra la oxidación.
- Se controlará que los equipos sean capaces de funcionar sin aire acondicionado durante un periodo continuo de 24 horas, con un mínimo de 60 horas al año.
- Si se notare el requerimiento de mas acondicionadores, se deberá disponer su colocación inmediata.

RECOMENDACIONES





Recomendacion

RECOMENDACIONES

Los diseños presentados para la conexión Quito – Guayaquil en las bases del concurso (ANEXO II) que fue suspendido incluyen dentro de este enlace a centrales que no son de tránsito tales como Milagro, Babahoyo, Guaranda, Riobamba, Latacunga nosotros recomendamos instalar repetidoras con capacidad de convertirse en equipos multiplexores de Extracción--Inserción (ADM) simplemente con la adición ó cambio de una tarjeta en el caso de que el tráfico de dichas centrales así lo requiera. En la actualidad la mayoría de los proveedores de equipos de comunicación ofrecen esta tecnología.

La propuesta de Emetel en el enlace Guayaquil – Quito demuestra la necesidad que tenemos por un cambio en el sistema de comunicación telefónica, pero no podemos descuidar los detalles técnicos y sobre dimensionar centrales por aspectos no técnicos.

Nuestra propuesta esta basada en las centrales de tránsito del Ecuador que son las que recoge la totalidad del tráfico de país, tomando en cuenta que ha futuro alguna de las centrales como Milagro, Babahoyo, Guaranda, Riobamba, Quevedo, Portoviejo, Pedro Carbo, Naranjal y Azogues entren a la red como equipos Multiplexores de Extracción—Inserción (ADM-16) debido a que tienen repetidoras con capacidad de ser actualizadas , formando de esta manera como parte de los anillos SDH del Ecuador.

También tiene acceso los tributarios SDH de salinas II, Huaquillas y Tulcán como parte del Corredor Andino Digital en Guayaquil, Machala y Quito respectivamente.

A black and white illustration of a scroll. The scroll is unrolled, showing a central area with text. At the bottom right, there is a ribbon seal with a circular center and a decorative border. The text is in a bold, sans-serif font.

ANEXO

A simple, dark gray arrow pointing downwards from the word 'ANEXO' to the text below.

**NORMAS Y
RECOMENDACIONES**



ANEXO

1. NORMAS Y RECOMENDACIONES

1.1 RECOMENDACIONES UIT

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. En el UIT-T, que es la entidad que establece normas mundiales (Recomendaciones) sobre las telecomunicaciones, participan unos 179 países miembros, 84 empresas de explotación de telecomunicaciones, 145 organizaciones científicas e industriales y 38 organizaciones internacionales.

El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

Las Recomendaciones las aprueban los Miembros del UIT-T de acuerdo con el procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1993).

Adicionalmente, la Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, aprueba las Recomendaciones que para ello se le sometan y establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T y el programa de estudios para el periodo siguiente.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTAS

- 1) Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993.
- 2) En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.



- 3) Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

1.2 SERIES DE RECOMENDACIONES DE LA UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Red telefónica y RDSI
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión
Serie H	Transmisión de señales no telefónicas
Serie I	Red digital de servicios integrados (RDSI)
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas y de televisión
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales de telegrafía alfabética
Serie T	Equipos terminales y protocolos para los servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de comunicación de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Z	Lenguajes de programación



1.3 RECOMENDACIONES DE LA SERIE G DEL UIT-T

Sistemas y Medios de Transmisión

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales	G.100– G.199
SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
Características generales comunes a todos los sistemas Analógicos de portadoras	G.200– G.299
Características individuales de los sistemas telefónicos Internacionales de portadoras en líneas metálicas	G.300– G.399
Sistemas de portadoras en cable de pares simétricos no cargados que proporcionan grupos primarios o secundarios	G.320– G.329
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330– G.339
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340– G.349
Recomendaciones complementarias relativas a los sistemas en cable	G.350– G.399
Características generales de los sistemas telefónicos internacionales en radioenlaces o por satélite e interconexión con los sistemas en líneas metálicas	G.400– G.449
Recomendaciones generales	G.400– G.419
Interconexión de radioenlaces con sistemas de portadoras en líneas metálicas	G.420– G.429
Circuitos ficticios de referencia	G.430– G.439
Ruido de circuito	G.440– G.449
Coordinación de la radiotelefonía y la telefonía en línea	G.450– G.499
Circuitos radiotelefónicos	G.450– G.469
Enlaces con estaciones móviles	G.470– G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
Generalidades	G.600– G.609
Cables de pares simétricos	G.610– G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620– G.629



Cables submarinos	G.630– G.649
Cables de fibra óptica	G.650– G.659
Características de los componentes y los subsistemas ópticos	G.660– G.699
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL	
Equipos terminales	G.700– G.799
Generalidades	G.700– G.709
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.710– G.719
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.720– G.729
Características principales de los equipos multiplex primarios	G.730– G.739
Características principales de los equipos multiplex de segundo orden	G.740– G.749
Características principales de los equipos multiplex de orden superior	G.750– G.759
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.760–G.769
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.770–G.779
Características principales de los equipos multiplex de la jerarquía digital síncrona	G.780–G.789
Otros equipos terminales	G.790–G.799
Redes digitales	G.800–G.899
Secciones digitales y sistemas digitales de línea	G.900–G.999

Para más información, véase la lista de Recomendaciones del UIT-T



Recomendaciones para el Diseño de Anillos SDH

G.652	Cable de fibra óptica tipo PKP
G.703	Características de las interfaces digitales física /eléctrica.
G.707	Velocidad de bit para SDH.
G.708	Interfaces de nodos de red para SDH.
G.709	Estructura de multiplexación sincrónica.
G.773	Series de protocolos de interfaces Q para la gestión de sistemas de transmisión
G.781	Estructura de la recomendación de múltiplex SDH.
G.782	Tipos y características generales de los equipos multiplexores SDH.
G.783	Características de los equipos de multiplexación y bloques funcionales SDH.
G.784	Manejo de la SDH.
G.803	Arquitectura de redes de transporte basadas en la SDH.
G.815	Características de tiempo de los relojes esclavos utilizados para la operación de equipos SDH.
G.823	Control del Jitter y wander sin redes digitales y basadas en la Jerarquía 2048KBPS.
G.825	Control del Jitter y wander sin redes digitales y basadas en la SDH.
G.826	Parámetros de error de ejecución y objetivos para la constante internacional de velocidad de bit de trayectoria digital.
G.841	Tipos y características de protección de redes con arquitectura SDH.
G.957	Interfaces ópticas, para equipos y sistemas relacionados con SDH.
G.958	Especifica sistemas de línea digital SDH para ser utilizado en cables de F.O.
M.3xxx	Especificaciones del Manejo de Redes de Telecomunicaciones (TMN).



ANEXO

**BASES DEL
CONCURSO DE
EMETEL**



BASES DEL CONCURSO DE EMETEL ENLACE GUAYAQUIL - QUITO

DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 Descripción del proyecto

El sistema de transmisión por fibra óptica que se solicita cotizar servirá para interconectar las ciudades de Quito y Guayaquil, mediante un sistema de fibra óptica que operará en la jerarquía SDH a una velocidad de 2.5 Gbps. El sistema en la oferta básica "A" proveerá la derivación mediante multiplex de extracción / adición (ADM) en las ciudades de Latacunga, Ambato, Riobamba, Guaranda, Babahoyo y Milagro. El sistema en la oferta Básica "B" proveerá la derivación mediante multiplex de extracción / adición (ADM) en las ciudades de Latacunga, Ambato, Riobamba, y Milagro.

En la oferta se incluirá también un sistema de gestión de RED (NMS), con dos centros de control uno en Quito y otro en Guayaquil. La topología del sistema de cable se describe en las Fig.1.1. y Fig.1.2 que se adjunta al final de este capítulo.

La especificación técnica de los principales elementos solicitados, se presentan en el capítulo sexto. Si bien EMETEL no especifica el tipo de fibra que debe utilizarse, si solicita que el sistema sea diseñado para que en el futuro pueda ser ampliado mediante la técnica de multiplexaje por longitud de onda, o mediante la utilización de la nueva jerarquía SDH y de 10 Gbps, sin que sea necesario reemplazar el cable de fibra óptica.

1.2 Ruta del cable de Fibra Optica.

El oferente debe realizar el estudio de campo necesario a lo largo de las dos rutas previstas para determinar la ruta definitiva, en base a la cual presentará su oferta. En todo caso el oferente debe considerar en el diseño el sistema de cable tanto la economía como la seguridad, siendo necesario que incluya en la oferta todos los costos asociados a la construcción del proyecto aun cuando algunos de los trabajos puedan ser realizados directamente con EMETEL S.A. o se prevea la utilización de infraestructura de EMETEL S.A. (por ejemplo canalización subterránea).

1.3 Oferta Básica "A"

Para la construcción del sistema de cable del proyecto se ha considerado, utilizar como soporte mecánico del cable las torres metálicas del sistema nacional Interconectado a 230 KV de propiedad de INECEL y que pasa por Quito, Santa Rosa, Latacunga, Totoras, Riobamba, Paute, Milagro, Pascuales, Guayaquil, con un recorrido



de aproximadamente 450Km. La derivación desde la ruta principal hacia las ciudades intermedias y la entrada del sistema de cable a las ciudades de Quito y Guayaquil se hará mediante canalización subterránea en ductos plásticos, tratando en lo posible de utilizar la canalización telefónica existente.

1.4 Oferta Básica "B"

Esta ruta contiene 3 sectores:

Sector B1:

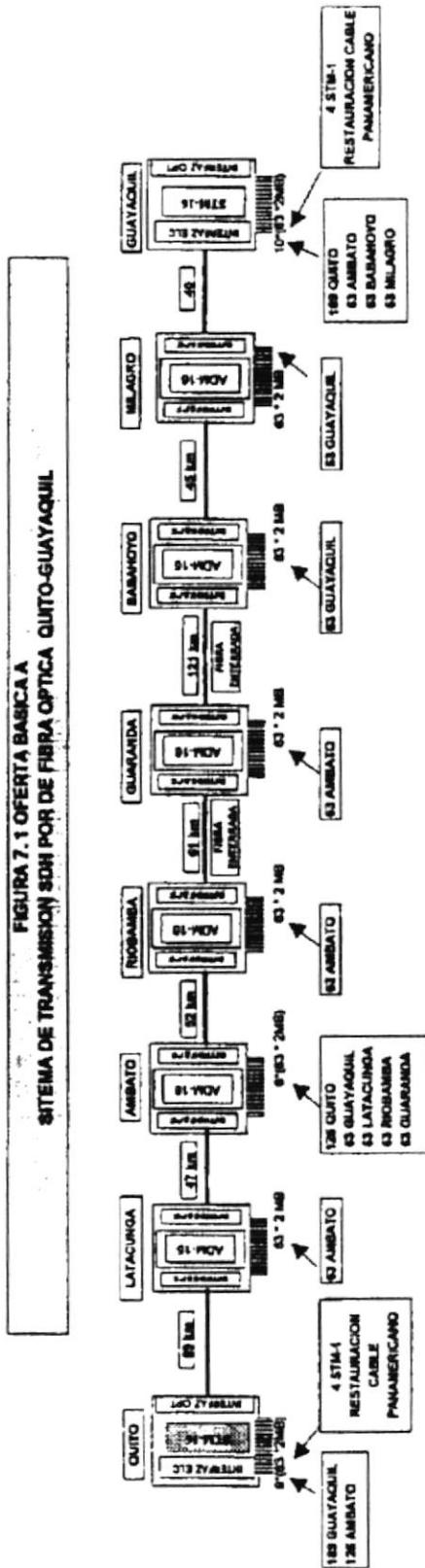
Se utiliza como soporte mecánico del cable las torres metálicas del sistema nacional interconectado a 230KV de propiedad de INECEL sigue la ruta Quito, Santa Rosa, Latacunga, Totoras y Riobamba. Este sector tiene aproximadamente una longitud de 180 Km.

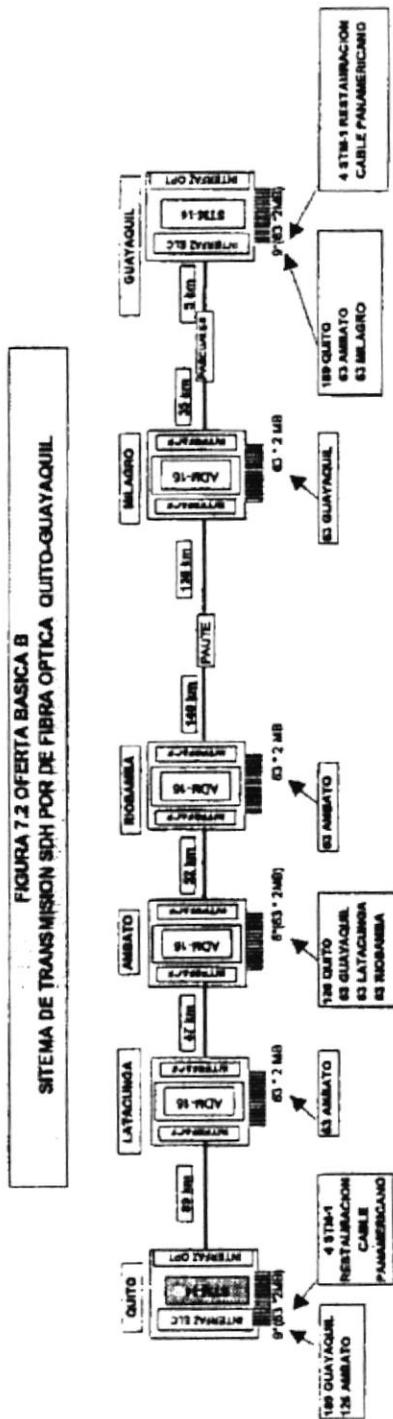
Sector B2:

A partir de la ciudad de Riobamba, el cable debe ser enterrado a un costado de la carretera pero siguiendo la Ruta Riobamba, Guaranda, San Miguel, Montalvo, Babahoyo. Este sector tiene una longitud aproximada de 100Km.

Sector B3:

A partir de Babahoyo se utilizar nuevamente las torres del sistema interconectado a 138KV siguiendo la ruta Babahoyo, Milagro, Pascuales, Guayaquil. Este sector tiene una longitud aproximada de 80 Km.







BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA



Consultoría:

ING. ELEC. Ernesto Molineros
Gerente Técnico de Emetel R2
Profesor de Tópico II

ING. ELEC. Freddy Villao
Gerente Técnico de Emetel R2
Profesor de Tópico II (Comp.)

INECEL
Dto. Técnico

EMETEL R2
Ingeniería de Conmutación
Planificación de Conmutación

ASETA
Dto. de Estudios y Proyectos



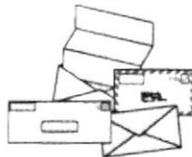
Manuales:

Reference Manual for:
Telecommunication Engineering - Second Edition
Copyright © 1994 by Roger L. Freeman
Published by John Wiley & Sons, Inc
Printed in the United States of America

Bases para el Concurso PE-97-02/EMETEL S.A.
Sistema de Transmisión por Fibra Optica a 2GBPS



En la Ruta Quito - Guayaquil



Dirección Internet:

<http://www.internet.siemens.com>

<http://www.aseta.org.ec>

e-mail: mlopez@mail.aseta.org.ec

e-mail: aperalvo@mail.aseta.org.ec



A.F. 142118