

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“ACTUALIZACIÓN DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES,  
MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE LA RED DE CABLE  
COAXIAL EXISTENTE, POR UN SISTEMA SDH DE FIBRA  
ÓPTICA EN TOPOLOGÍA ANILLO, EN EL NODO DE P.L.C DE  
CANTV”**

**Realizado por:  
JOSEFINA DEL V. HERRERA H.**

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como  
Requisito Parcial para Optar al Título de:  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

**Barcelona Abril 2010**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“ACTUALIZACIÓN DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES,  
MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE LA RED DE CABLE  
COAXIAL EXISTENTE, POR UN SISTEMA SDH DE FIBRA  
ÓPTICA EN TOPOLOGÍA ANILLO, EN EL NODO DE P.L.C DE  
CANTV”**

**ASESORES**

---

**Ing. Enrique Serrano**

Asesor Académico

---

**Ing. Juan Ávila**

Asesor Industrial

**Barcelona Abril 2010**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**“ACTUALIZACIÓN DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES,  
MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE LA RED DE CABLE  
COAXIAL EXISTENTE, POR UN SISTEMA SDH DE FIBRA  
ÓPTICA EN TOPOLOGÍA ANILLO, EN EL NODO DE P.L.C DE  
CANTV”**

**JURADO:**

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

APROBADO

---

**Prof. Enrique Serrano  
(Asesor Académico)**

---

**Prof. José B. Peña  
(Jurado Principal)**

---

**Prof. Eulogio Hernández  
(Jurado Principal)**

Barcelona Abril 2010

## **RESOLUCIÓN**

### **DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 41 DEL REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO:**

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”.

## **DEDICATORIA**

A DIOS TODOPODEROSO, el que todo lo puede, gracias por la vida y darme la oportunidad de realizar mis estudios y culminar esta importante etapa de mi vida, a pesar de mucho contratiempo fortaleciéndome cada día más ayudarme a levantarme en los momentos difíciles de mi vida.

De igual forma dedico este logro a mi madre María Herrera, que siempre me ha apoyado en todo y a estado a mi lado con su cariño y comprensión.

A mi padre Jorge Herrera (†), a pesar que no estas a mi lado físicamente lo estas en mi corazón, porque fuiste un padre ejemplar al enseñarme valores como el respeto, honradez, responsabilidad, constancia y dedicación, gracias por creer en mi, te dedico este logro mi papá.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODOPODEROSO, al fortalecerme cuando me sentía débil sin fuerzas y hacerme sentir que siempre estaba a mi lado.

A mi papá Jorge Herrera (†), Dios te tenga en su gloria. Gracias a ti porque fuiste y serás el pilar donde me apoyo para continuar, gracias por ser mi padre y Dios te de luz eterna.

A mi madre María Herrera, por su apoyo, cariño y ser el ejemplo a seguir de fortaleza constancia para todos tus hijos, gracias por siempre estar a mi lado.

A la Universidad de Oriente por permitirme formar parte de su gentilicio y poder realizarme como profesional.

A mi Asesor Académico Enrique Serrano gracias ante todo por ser mi amigo por creer en mi persona, y tener siempre una palabra alentadora de apoyo y comprensión, guiándome en esta etapa de mi carrera, mil gracias por su tiempo y dedicación, siempre tendrá mi respeto y cariño.

A mi novio Jesús Cedeño gracias por tu apoyo incondicional y darme ánimos cuando me sentía desmotivada tu apoyo fue parte fundamental en este camino mil gracias.

A todos los profesores de la UDO que formaron parte de mi educación profesional y en especial a los profesores del departamento de Electricidad.

A mi asesor Industrial por su colaboración y su tiempo y los buenos consejos para la elaboración de este proyecto gracias.

Cariñosamente a la señora Odila por su colaboración y consejos para el desarrollo del proyecto mil gracias por siempre mi amiga.

Al personal de Datos CANTV en especial al Supervisor José Acero por su cariño y apoyo y permitirme realizar este trabajo en las instalaciones de la empresa.

A mis compañeros de estudio y amigos de la Universidad, Jesús Cedeño, María Arriojas, Daniela, Pedro, Vinicio, Otilio, Dennis, Guillermo, Niurka, Ángel, Carmen, Lilibeth, y a todos aquellos que contribuyeron conmigo, gracia a todos por tan gratos momentos junto a ustedes los aprecio mucho.

## INDICE

RESOLUCIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS .....	VI
INDICE .....	VIII
INDICE DE FIGURAS .....	XVII
INDICE DE TABLAS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
Capitulo 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	25
1.1.    Planteamiento del problema .....	25
1.2.    Objetivos.....	27
1.2.1.  Objetivo General .....	27
1.2.2.  Objetivos Específicos .....	27
1.3.    Justificación. ....	28
1.4.    Antecedentes.....	29
CAPITULO 2: PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE UNA RED ÓPTICA DE TRANSMISIÓN DIGITAL.....	31
2.1.    Introducción. ....	31
2.2.    Transmisión digital .....	31
2.2.1.  Tipos de Transmisión Digital .....	32
2.2.1.1.  Transmisión Análoga. [6].....	32
2.2.1.2.  Transmisión Digital. [6].....	32
2.2.1.3.  Transmisión Asíncrona. [6].....	33
2.2.1.4.  Transmisión Sincrona.....	34
2.2.1.5.  Transmisión de datos en serie. ....	35
2.2.1.6.  Transmisión en paralelo. ....	36
2.2.2.  Modos de Transmisión de Datos.....	37



2.2.2.1.	Simplex. ....	38
2.2.2.2.	Duplex o Semi-duplex. ....	38
2.2.2.3.	Full Duplex. ....	39
2.2.3.	Ventajas de la Transmisión Digital. ....	39
2.2.4.	Tipos de Modulación Digital. ....	40
2.3.	RED TELEFÓNICA BÁSICA. ....	44
2.3.1.	Planta Externa. ....	45
2.4.	MULTIPLEXACIÓN DIGITAL. ....	47
2.4.1.	Tipos de multiplexación: ....	48
2.4.1.1.	Multiplexación por división de frecuencia ....	48
2.4.1.2.	Multiplexación por división de tiempo. ....	48
2.4.1.3.	Multiplexación estadística ....	49
2.5.	TECNOLOGÍAS JERARQUICAS DIGITALES PDH /SDH... 49	
2.5.1.	Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH). ....	49
2.5.1.1.	Tipos de Jerarquías. ....	50
2.5.1.1.1.	Jerarquía Europea ....	50
2.5.1.1.2.	Jerarquía Americana: ....	51
2.5.1.1.3.	Jerarquía Japonesa: ....	52
2.5.2.	Jerarquía Digital Sincronía (SDH). ....	53
2.5.2.1.	Origen y Antecedentes de las Redes SDH. ....	53
2.5.2.2.	Características de la Red de transporte SDH. ....	58
2.5.2.3	Ventajas de una Red Jerárquica Digital Síncrona (SDH):.....	60
2.5.2.4.	Módulo de transporte síncrono (STM-N): ....	61
2.5.2.5.	Elementos Básicos de un Sistema de Transmisión Síncrona.....	64
2.5.2.6.	Funcionalidad de un Elemento de Red: ....	64
2.5.2.7.	Tipos de Conexiones SDH. [13] ....	68
2.5.2.8.	Arquitectura Utilizada en SDH.....	69

2.5.2.9.	Comparación entre las Tecnologías SDH y PDH. ....	71
2.6.	Comunicaciones con fibras ópticas.....	72
2.6.1.	Fibra Óptica.....	72
2.6.2.	Componentes de la fibra óptica.....	73
2.6.3.	Tipos de Fibra Óptica .....	74
2.6.3.1.	Fibra Óptica Monomodo.....	75
2.6.3.2.	Fibra Multimodal con Índice Graduado.....	75
2.6.3.3.	Fibra Óptica Multimodo. ....	76
2.6.4.	Ventajas de la Tecnología de Fibra Óptica .....	78
2.6.5.	Características de la Fibra Óptica. ....	80
2.6.6.	Principios físicos de la fibra óptica [7] .....	81
2.6.7.	Atenuación de la fibra óptica. ....	83
2.6.7.1.	Pérdidas Intrínsecas [10].....	84
2.6.7.2.	Perdidas Extrínsecas. [9] .....	86
CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED		
DE TRANSMISIÓN .....		89
3.1.	Introducción. ....	89
3.2.	Ubicación del centro de operaciones de CANTV Oriente. ...	90
3.3.	Descripción del cable coaxial utilizado por la empresa	
CANTV.....		91
3.3.1.	Cable Coaxial.....	91
3.3.2.	Estructura del cable coaxial.....	92
3.3.3.	Clasificación del cable coaxial.....	93
3.3.4.	Conector utilizado para el cable coaxial. ....	94
3.3.5.	Ventajas del cable coaxial. [15].....	96
3.3.6.	Desventajas del cable coaxial. [15].....	97
3.4.	Ventajas y desventajas del enlace actual de cables	
coaxiales.....		98
3.4.1.	Ventajas de la red de cables coaxiales. ....	98

3.4.2.	Desventajas de la red de cables coaxiales. ....	98
3.5.	Diferentes sistemas de transmisión que emplea la empresa cantv.....	99
3.5.1.	Red de Acceso Fijo. ....	99
3.5.2.	Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC). ....	99
3.5.2.1.	Conmutación. ....	100
3.5.2.2.	Señalización. ....	101
3.5.2.3.	Transmisión. ....	101
3.5.2.4.	Gestión. ....	101
3.5.2.5.	Datos. ....	102
3.5.2.6.	Equipos Terminales. ....	102
3.5.2.7.	Servicios. ....	102
3.5.3.	Red de Datos Dedicado (RDCD). ....	103
3.5.4.	Red ATM (modo de transferencia asíncrona). ....	103
3.6.	Estructura actual de la red de comunicación entre salas de las centrales ANZ.-I y ANZ.-II. ....	104
3.6.1.	Descripción de la Sala de Datos (Dx). ....	106
3.6.1.1.	Equipos de la Sala de Datos ....	110
3.6.2.	Descripción de la Sala de Transmisión (Tx). ....	115
3.6.2.1.	Los Equipos que integran la Sala de Transmisión ...	117
3.6.3.	Descripción de la Sala PCM (Modulación de Impulsos Codificados). ....	118
3.6.3.1.	Los Equipos que integran la sala PCM. ....	119
3.6.4.	Descripción de la Sala de Conmutación. ....	120
3.6.5.	Descripción de la Sala Tandem. ....	121
3.6.6.	Central de Distribución: ....	121
3.7.	Diagrama General del sistema de comunicación entre salas de Operaciones. ....	121

3.8.	Características y elementos que integran el sistema de transmisión.....	125
3.9.	Conveniencia de la sustitución del enlace de cable coaxial por un enlace con fibra óptica en la interconexión de las salas.....	125
CAPITULO 4: DIMENSIONAMIENTO DE UN ENLACE EN ANILLO REDUNDANTE DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGIA SDH. ....		
		130
4.1.	Introducción. ....	130
4.2.	Estructura de un sistema de transmisión por fibra óptica. .	131
4.3.	Configuración redundante de una red por fibra óptica. ....	132
4.3.1.	Anillos Bidireccionales.....	132
4.4.	Requerimientos básicos para el diseño de un enlace sdh de fibra óptica.....	133
4.5.	Características de las fibras ópticas normalizadas y más utilizadas por la ITU-T. ....	135
4.5.1.	Ventajas de un sistema de fibra óptica Multimodo .....	135
4.5.2.	Ventajas de un sistema de fibra óptica monomodo.....	136
4.6.	Características y beneficios de la red anillo redundante....	137
4.7.	Ventajas del los sistema SDH.....	138
4.8.	Diseño de la nueva plataforma de enlace SDH a través de cable de fibra óptica .....	139
4.8.1.	Descripción del equipo multiplexor ADR 2500 Sagem a utilizar con tecnología SDH.....	139
4.8.1.1.	Sistemas de Protección de los Equipos ADR 2500..	141
4.8.1.2.	Ventajas que ofrece el ADR 2500 en sistemas SDH.....	142
4.8.1.3.	Características y Beneficios del equipo ADR 2500. .	143
4.8.1.4.	Características Técnicas del Equipo ADR 2500 Sagem.....	145

4.8.1.5. Características de transmisión de las Señales ópticas del ADR 2500.....	146
4.8.1.6. Especificaciones Recomendada por el Fabricante del Equipo ADR 2500 .....	146
4.8.1.6.1. Interfase monomodo:.....	146
4.8.1.7. Especificaciones de la interfaz del equipo ADR 2500.....	147
4.8.1.8. Especificaciones técnicas del equipo ADR 2500 .....	148
4.8.1.9. Requisitos Mínimos para la Configuración del Equipo ADR 2500.....	149
4.8.2. Descripción del equipo ADR 155c Sagem a instalar Sala de Conmutación.....	150
4.8.2.1. Características y beneficios del equipo ADR 155C..	151
4.8.2.2. Características Técnicas del Equipo ADR 155C Sagem.....	153
4.8.2.3. Especificaciones técnicas del equipo ADR 155C.....	154
4.8.3. Cálculo de la Atenuación de la Nueva Plataforma de Enlace SDH a través de Cable de Fibra Óptica.....	155
4.8.3.1. Atenuación del enlace.....	155
4.8.3.2. Tipo de Conector SC/PC (Conector Cuadrado/ Pulido Convexo).....	156
4.8.3.3. Características de la interfaz del equipo óptico ADR 2500.....	158
4.8.3.3.1. Características comunes: .....	158
4.8.4. Cálculo de la Atenuación del Enlace de Transmisión por Fibra Óptica entre Salas.....	159
4.8.4.1. Cálculo en el Tramo N°. 1. entre (Sala Datos y Sala PCM).....	159
4.8.5. Consideraciones de la Fibra Óptica a utilizar.....	164

4.9. Diseño de Comunicaciones por Fibra Óptica a Proponer entre las Salas de Datos, Transmisión, PCM y Conmutación. ....	164
4.9.1. Canalización del Enlace de Comunicaciones a Proponer.....	167
4.9.2. Ubicación del Equipo ADR 2500 en la Sala de Datos ....	169
4.9.2.1. Conexión del Equipo Multiplexor al ODF en la Sala de Datos.....	170
4.9.2.2. Energía y Puesta a Tierra Sala de Datos.....	171
4.9.3. Selección del Calibre para el alimentador del equipo ADR 2500.....	173
4.9.4. Recorrido del cable de alimentación DC. ....	176
4.9.5. Puesta a Tierra de los Equipos ADR 2500.....	177
4.9.5.1. Punto de conexión al sistema de Puesta a Tierra. ...	177
4.9.5.2. Punto de conexión al sistema de Puesta a Tierra. ...	178
4.9.6. Sincronismo del equipo Multiplexor.....	179
4.9.7. Gestión de los equipos ADR 2500. ....	180
4.9.8. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Datos.....	182
4.9.9. Ubicación de equipo: ADR 2500, Sala Transmisión, Piso 3, Central Anz-II.....	184
4.9.9.1. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Transmisión. ....	185
4.9.10. Ubicación de Equipo: Sala PCM Piso 1 Central Anz-II. ....	187
4.9.10.1. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la Sala PCM.....	188
4.9.11. Ubicación de equipo: Sala Conmutación Piso 3 Central Anz-II.....	190
4.9.12. NORMAS de la Empresa. ....	191

4.9.12.1. Normas Generales Calibre del Conductor, Canalización y Conexión.....	191
4.9.13. Identificación para Guías de Puesta a Tierra.....	192
CAPITULO 5: PLAN PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA NUEVA PLATAFORMA EN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA BASADO EN ESTANDARES SDH.....	
5.1. Introducción .....	194
5.2. Alcance del proyecto.....	195
5.3. Equipamiento básico para integrar la nueva plataforma de red.....	196
5.4. Confiabilidad del sistema actual.....	197
5.4.1. Calculo de la Confiabilidad del enlace actual por cable coaxial.....	199
5.4.2. Confiabilidad del Anillo de Fibra Óptica.....	201
5.4.3. Calculo de la confiabilidad de un enlace a partir de sus componentes .....	204
5.4.4. Calculo de la confiabilidad de la fibra óptica.....	206
5.4.5. Probabilidad de falla de un enlace del anillo .....	208
5.5. Plan de actividades para la instalación de los equipos adr 2500 extra para la nueva plataforma de comunicaciones. ....	209
5.5.1. Etapas a Cumplir para la Implementación del Nuevo Enlace de Comunicaciones SDH.....	210
5.6. Cronograma de ejecución de los trabajos a realizar para la instalación de los equipos. ....	212
5.7. Factores a tener en cuenta para la migración de los servicios actuales.....	214
5.8. Costos de los equipos que integrarán el anillo en el nodo de Puerto La Cruz. ....	216
CONCLUSIONES.....	218

RECOMENDACIONES .....	221
BIBLIOGRAFÍA .....	223
Antecedentes .....	223
Libros:.....	224
Folletos:.....	224
Paginas de Internet .....	225
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	226



## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura.2.1 Formato de un carácter	34
Figura.2.2. Transmisión en serie.	35
Figura.2.3. Transmisión en paralelo	37
Figura.2.4. Transmisión simples	38
Figura.2.5. Semi-Duplex	38
Figura.2.6. Modulación de Longitud de Pulsos.	41
Figura.2.7. Posición de un Pulso de Ancho Constante	41
Figura. 2.8. Amplitud de un Pulso de Longitud Constante	42
Figura.2.9. Modulación por Código de Impulsos	43
Figura.2.10. Multiplexación digital	47
Figura.2.11. Estructura de trama de STM-1	54
Figura. 2.12. Niveles jerárquico SDH	56
Figura. 2.13. Acceso al tráfico en SDH	57
Figura. 2.14 .Estructura de mapeo en SDH.	63
Figura. 2.15. Conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo.	65
Figura. 2.16. Diagrama de bloque de terminación de línea.	65
Figura. 2.17. Diagrama de bloque de Cross-Conexiones digital.	66
Figura.2.18. Diagrama de bloque de un multiplexor add/drop.	67
Figura. 2.19. Arquitectura en anillo de ADM	67
Figura. 2.20. Aplicación punto a punto sencillo.	69
Figura.2.21. Aplicación punto a punto con protección 1+1.	69
Figura. 2.22. Aplicación lineal.	69
Figura. 2.23. Aplicación anillo.	70
Figura.2.24. Fibra óptica.	73
Figura. 2.25. Componentes de la Fibra óptica.	74

Figura.2.26. Modo de Propagación de la fibra monomodo.	75
Figura. 2.27. Modo de Propagación de la fibra multimodo.	76
Figura. 2.28. Trayectoria según el tipo de fibra óptica.	77
Figura.2.29. Espectro Electromagnético	83
Figura. 3.1. Centro de Operaciones CANTV Puerto La Cruz. Satélite Google	90
Figura. 3.2. Cable coaxial.	92
Figura. 3.3. Estructura del Cable Coaxial.	93
Figura. 3.4. Conector BNC macho para cable coaxial.	95
Figura. 3.5. Conectores BNC T.	95
Figura. 3.6. Disposición actual del sistema cableado de la Sala de Conmutación.	96
Figura. 3.7. Composición de la red RTPC	100
Figura. 3.8. Red de cable Coaxial entre salas Dx, Tx, PCM, Cx.	105
Figura. 3.9. Sala de Datos.	106
Figura.3.10. Disposición actual del Sistema de cableado de la Sala Dx.	107
Figura. 3.11. Ejemplo de un sistema de transmisión urbano.	108
Figura. 3.12. Router.	111
Figura. 3.13. Distribuidor de Cable coaxial.	111
Figura. 3.14. Distribuidor de fibra óptica (ODF).	112
Figura. 3.15. Distribuidor de Energía (PDB).	113
Figura. 3.16. Equipo ADR 155-e.	114
Figura. 3.17. 3600 MainStreet.	114
Figura. 3.18. Sala de Transmisión.	115
Figura. 3.19. Sistema de cableado actual de servicio a RUBICA Anaco.	116
Figura. 3.20. Sala PCM.	119
Figura. 3.21. Sala Conmutación.	120
Figura. 3.22. Diagrama Circuital de la red de comunicación.	122
Figura. 3.23. Distribuidor coaxial BNC.	123

Figura. 3.24. Congestión en las canalizaciones aéreas.	124
Figura. 3.25. Circuito a Implementar con el ADR 2500.	125
Figura. 3.26. Circuito a Implementar con el ADR 2500.	128
Figura. 4.1. Estructura de un Sistema de Transmisión Digital por Fibra Óptica.	132
Figura. 4.2. Estructura anillos bidireccionales.	133
Figura. 4.3. Equipo Multiplexor ADR 2500.	140
Figura. 4.4. Arquitectura del Equipo Multiplexor ADR 2500.	141
Figura. 4.5. Parte frontal del equipo ADR 155C.	150
Figura.4.6. Conector SC/ PC para fibra monomodo.	157
Figura. 4.7. Enlace entre la Sala de Datos y la Sala PCM.	160
Figura. 4.8 Diseño de la Nuevo Plataforma de Red a implementar en CANTV P.L.C.	166
Figura. 4.9 Tubo corrugado flexible.	168
Figura. 4.10 Escalerilla metálica de paso.	168
Figura. 4.11. Rack 19” Espacio sugerido para la instalación. Sala de Datos.	169
Figura. 4.12. Bandeja de Conexión de las Fibras ópticas en el ODF.	171
Figura. 4.13. Panel de fusible.	172
Figura. 4.14. PDB marca LORAIN Sala de Datos.	173
Figura. 4.15. Barra de Puesta a Tierra Sala Datos.	178
Figura. 4.16 Ubicación en el plano de la Sala de Datos.	183
Figura. 4.17 Espacio disponible para la instalación. Sala de Transmisión.	184
Figura. 4.18. Barra de tierra Sala Transmisión.	185
Figura. 4.19 Ubicación equipo ADR 2500 Sala de Transmisión.	186
Figura. 4.20. Rack 19” Espacio disponible para la instalación. Sala de PCM.	187
Figura 4.21. Ubicación de equipo ADR 2500 Sala PCM.	188
Figura 4.22. PDB.	189
Figura. 4.23. Barra de Puesta a Tierra.	189
Figura. 4.24. Espacio disponible para el equipo.	190

Figura. 5.1. Grafico de fallas del sistema de comunicación actual.	199
Figura.5.2 Modulo de enlace de fibra óptica.	205

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.1. Nivel de multiplexación Europea.	51
Tabla 2.2. Nivel de multiplexación Americana.	52
Tabla 2.3. Nivel de multiplexación Japonesa.	52
Tabla 2.4. Nivel de capacidad de SDH.	56
Tabla 2.5. Pérdidas intrínsecas típicas en (dB/Km)	86
Tabla 3.1. Comparación del Cable Coaxial con Fibra Óptica.	129
Tabla 4.1 Características del equipo ADR 2500.	145
Tabla 4.2. Transmisión de señales del equipo ADR 2500.	146
Tabla 4.3. Especificaciones de la interfaz recomendada por el fabricante del equipo óptico.	148
Tabla 4.4. Especificaciones técnicas del equipo.ADR 2500.	148
Tabla 4.5. Mínima configuración de operación del equipo ADR 2500.	149
Tabla 4.6. Características técnicas del equipo 155 C.	153
Tabla 4.7. Especificaciones técnicas del equipo ADR 155C.	154
Tabla 4.8, Atenuación garantizada por equipo ADR 155C.	154
Tabla 4.9. Características del conector SC/PC.	157
Tabla 4.10. Características técnicas del interfaz óptico del equipo Multiplexor para realizar los cálculos de la atenuación.	158
Tabla 4.11. Fibra Monomodo Standard (ITU-T G.652).	163
Tabla 4.12 Sincronismo de los equipos ADR 2500.	180
Tabla 4.13. Pautas para la instalación de la gestión.	182
Tabla 5.1. Equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Datos, Central Anz.-I.	196
Tabla 5.2. Equipo ADR 155C a instalar en la sala de Conmutación Central Anz.-II.	197

Tabla 5.3. Tiempo de realización de trabajos (Información Suministrada por el Personal Técnico de la Empresa CANTV	212
Tabla 5.4 Costo de la red en anillo redundante de fibra óptica.	217

## INTRODUCCIÓN

Desde la existencia de la humanidad el ser humano a tenido diversas formas de comunicación ya sea por palabras, gestos, símbolos, señales, cartas, etc, tratando de mejorar cada vez mas su comunicación; la comunicación ha sido y será el medio de hacernos entender mas usado, en nuestros días esta desarrollándose de tal forma que esta llegando a cada rincón de la tierra por diferentes métodos, con las telecomunicaciones tenemos una herramienta muy versátil y útil con la cual, por ejemplo, podemos conocer personas de diferentes países, culturas, idiomas, hasta compras a otros países sin necesidad de viajar.

Desde tiempos remotos los seres humano tienen la necesidad de comunicarse es por ello que día a día la evolución de las comunicaciones e informática a avanzado muy rápido, logrando extenderse a través todo el mundo por medio de redes telefónicas y de datos, y fibra óptica, multiplicando así los enlaces de transmisión, usando innovadoras tecnologías que generan un mejor servicio.

CANTV (Compañía Anónima de Teléfonos de Venezuela), como principal empresa del estado en las telecomunicaciones, que provee de un servicio telefónico básico el cual en sus inicios era un servicio que pocos disfrutaban. En la actualidad la empresa cuenta con una gama de producto y servicios que la mayoría en el país podemos disfrutar los cuales abarcan desde interconexión a internet, comunicación nacional e internacional.

Con los avances tecnológicos las comunicaciones están en constantes cambios, CANTV, como empresa percibe esos cambios en el incremento de la demanda de servicio y asume el desafío de competir y de atender en forma integral las necesidades específicas de sus clientes ya sea residencial, comercial o personal, por tal razón es preciso la actualización e integración de nuevos sistemas de transmisión con miras al futuro, con el fin de satisfacer a sus usuarios y previniendo nuevos requerimientos que puedan surgir para la expansión de la red de telecomunicaciones.

En este trabajo estará contemplado el reemplazo de la red de comunicaciones existente de cable coaxial por un enlace de fibra óptica instalando equipos de nueva generación y adaptando los existentes a las nuevas tecnologías SDH y tecnología DWDM con el objetivo de cubrir y ampliar el crecimiento de las comunicaciones y de las demandas de los servicios y productos que ofrece la empresa, y expandiéndose a futuras aplicaciones en la sede de Puerto La Cruz, en los edificios Anz I y Anz II de CANTV.

Este trabajo consta de cuatro capítulos el Capítulo N°. 1 Justificación del Proyecto. Capítulo N°2 En este capítulo se contempla los términos a utilizar para el desarrollo del proyecto. Capítulo N°. 3 Esta referido a la descripción de la red de cable coaxial que actualmente esta en funcionamiento Capítulo N°. 4 Contempla el diseño para la plataforma de nueva red de topología en anillo de fibra óptica, y el Capítulo 5. Consta del plan a utilizar para la instalación de la nueva red de comunicaciones para Voz, Video, ABA, y otros servicios.



# **CAPITULO 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

## **1.1. Planteamiento del problema**

La Corporación CANTV, desde su privatización en 1991, fue la compañía privada más grande del país, proporcionando una variedad de servicios de comunicaciones, que abarcan conexiones de larga distancia nacional e internacional, servicio de telefonía rural y pública, celulares, centro de comunicaciones, transmisión de datos, Internet, redes privadas entre otros. La empresa ha experimentado una constante transformación durante los últimos años, y ha tenido un crecimiento desequilibrado en las diferentes modalidades de las telecomunicaciones, generando vacíos de cobertura e insatisfacción en los servicios de transmisión de voz, datos, radio, acceso a internet, telefonía celular entre otros.

CANTV, con la Nacionalización de la Corporación el 22 de mayo de 2007; siendo ahora una compañía nacional, tiene facultad para integrar las redes de fibra óptica existentes entre las empresas del estado (CVG EDELCA, TELECOM, CADAPE, PDVSA Electricidad de Caracas), etc. Cumpliendo con metas trazadas y teniendo como objetivos seguir expandiendo la red para que importantes zonas del país, que aún no tienen cobertura de telefonía residencial, comercial e Internet puedan ser atendidas; y para mejorar distintas modalidades de servicio sin exclusiones de ningún tipo.

Actualmente funciona en los edificios Anz-I y Anz-II, de Puerto La Cruz un enlace de cable coaxial que interconecta las salas de datos, transmisión y conmutación, a través de equipos terminales; pero debido a la demanda de los servicios de voz, datos, Internet, redes privadas, entre otros, han generado que las vías o ductería por donde hace el recorrido los cables coaxiales están saturadas, dificultando el acceso a dichas salas, y obstaculizando la corrección de fallas en los servicios. Previniendo el colapso total, CANTV tiene la necesidad de optimizar los enlaces existentes en las instalaciones de la empresa, mediante la implementación de tecnologías de nueva generación; la instalación de equipos de mayor capacidad y flexibilidad, redes de fibra óptica que poseen ventajas en cuanto a capacidad, transmisión y confiabilidad; reduciendo considerablemente el peso y espacio en las vías de acceso, también logrando la gestión de la red de fibra óptica, asegurando así transmisiones sin limitación alguna y un mayor ancho de banda, lo que garantizará la continuidad y una buena calidad de interconexión.

La propuesta de este proyecto consiste en la optimización del sistema de enlace existente en las instalaciones de la corporación CANTV, a través de un sistema de red SDH con Topología anillo de fibra óptica, para la interconexión de los equipos terminales de las salas de datos, conmutación, y transmisión; gestionando la red de fibra óptica para un mejor soporte en dicha red, los cuales proveerán servicio de voz, dato, radio y acceso a Internet, con un mayor soporte de confiabilidad en la transmisión y evitando “caídas” continuas de los sistemas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Actualizar la red de Comunicación entre equipos terminales de las salas de Datos, Transmisión y Conmutación, mediante la sustitución de la red coaxial actual, por una red de fibra óptica en la empresa telefónica CANTV.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Describir las características técnicas de la Red de transmisión de Cable Coaxial y Equipos terminales existentes.
- Establecer un enlace de fibra óptica para la adecuación, cobertura y tráfico, de acuerdo a los criterios de calidad exigidos.
- Diseñar la plataforma del enlace para la comunicación entre las salas de datos, transmisión y conmutación, de acuerdo a los estándares SDH en anillo de fibra óptica redundante.
- Presentar un plan de sustitución de la estructura actual, por el nuevo enlace de comunicaciones por fibra óptica; detallando reemplazos, adecuaciones y transformaciones, para la coexistencia de sistemas.

### **1.3. Justificación.**

Las telecomunicaciones han tenido un impulso desde la era de sus comienzos, tomando un lugar importante en la sociedad en todos sus aspectos y convirtiéndose en el medio vital para el mundo industrializado donde todo esta computarizado, y conectado a una red mundial.

Estos avances tecnológicos cada vez se hacen más competitivos y sofisticados, con nuevas aplicaciones, equipos, software de mayor capacidad y a grandes velocidades.

Como CANTV es el mayor proveedor de servicios de telecomunicaciones en el país, la creciente demanda ha sido muy acelerada en los últimos años, por tal motivo se visualiza un crecimiento en la red urbana y la red interna de la empresa. Esta red interna esta desplazada hacia tres salas y a su vez conectada a la red urbana, y el aumento del servicio a nuevos equipos y conexiones, están saturando cada vez mas los ductos por donde hace el recorrido la red de cable coaxial imposibilitando nuevas aplicaciones y conexiones.

Es necesario la implementación de nuevos sistemas entre las centrales, ya que, las misma han llegado al punto de fallas mas frecuentes y saturación de las canalizaciones impidiendo así nuevas instalaciones, con el nuevo sistema SDH en topología de anillo redundante y utilizando fibra óptica, contribuirá a neutralizar el crecimiento de la red por cables coaxiales, como

se viene haciendo hace años, esta anillo formado por equipos de última generación tendrá la capacidad de comunicación de equipos ubicados en diferentes salas por medio de fibra óptica, sin tener que recurrir al tendido de cientos de cables coaxiales, pues la fibra óptica posee una mayor capacidad de transmisión; con esto se tendrá una red más confiable, de mayor rendimiento y con una disponibilidad de expansión por la misma fibra óptica a través de módulos de interfaces, con esto solventar innumerables inconvenientes en las conexiones al mismo tiempo lo que se requiere proveer de un servicio de mayor respaldo evitando lo más posible fallas del sistema.

Esta nueva red formará parte de la modernización de las centrales proporcionando beneficios tanto físico como capacidad de transmisión de voz, dato, video y otros servicios, a los usuarios que cada vez exigen calidad en el servicio.

#### **1.4. Antecedentes**

En el año 2001, Ernesto J. Vaquero S. Presento ante la Universidad de Oriente su Trabajo de Grado, que consistió en el desarrollo de nuevas estrategias con el fin de interconectar la red de SDH con la red de jerarquía PDH, creando un respaldo a la red SDH en caso de falla. [1].

En el año 2005, Carmen J. Cordero H. Presento ante la Universidad de Oriente su Trabajo de Grado, el cual consistió en el estudio de los parámetros necesarios para sustituir la red Urbana de Puerto La Cruz, por

una red de nueva generación (metro Ethernet), para aumentar la capacidad de transmisión y ofrecer diversos servicios por la red.[2]

En el año 2008, Jhon T. Noriega A. Presento ante la Universidad de Oriente su Trabajo de investigación para el desarrollo de la propuesta de telecomunicaciones con el reemplazo del medio de transmisión de cobre, existente en el despacho de carga de CADAFE en Barbacoa, por un sistema de mayor respaldo y capacidad de transmisión por medio de la fibra óptica. [3]

En el año 2008, Víctor R. Urbaez C. Presento ante la Universidad de Oriente su Trabajo para la integración de nuevas tecnologías que proporcionaran a la red de la empresa CANTV mayor capacidad y rendimiento en la transmisión de los servicios brindado a sus clientes. [4]

## **CAPITULO 2: PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE UNA RED ÓPTICA DE TRANSMISIÓN DIGITAL**

### **2.1. Introducción.**

La convergencia de redes y servicios en los últimos años, ha permitido que esta relación se haya vuelto aún más estrecha, permitiendo que las aplicaciones en tiempo real se aprovechen también, de la creciente difusión de las redes de datos. Es así como bajo una misma red, que originalmente fue diseñada para la transmisión de datos, podemos encontrar integradas aplicaciones cliente-servidor de voz, datos Internet, video, entre otras. Esta situación exige grandes recursos y altos niveles de servicio de las redes de transporte de información. Es por esto que ahora, no solo es importante los tiempos de latencia o tránsito dentro de una red de transporte sino que se vuelve fundamental el incrementar los recursos de ancho de banda disponibles, para aplicaciones más exigentes como el video en tiempo real.

### **2.2. Transmisión digital**

Es la transmisión de pulsos digitales entre dos puntos, en un sistema de comunicación.

En la actualidad, la mayoría de los datos y mucha otra información se comunica en alguna de las formas de codificación binaria que se han

estudiado. Como los datos con codificación binaria se transmiten como secuencias de estado prendido o apagado representando el estado de prendido un “1” y el de apagado un “0” en los dígitos binarios consecutivos (ó bits), toda la información se envía esencialmente como una secuencia de dígitos y el proceso ha adquirido así el nombre de transmisión digital. [6]

### **2.2.1. Tipos de Transmisión Digital**

#### **2.2.1.1. Transmisión Análoga. [6]**

La transmisión analógica de datos consiste en el envío de información en forma de ondas, a través de un medio de transmisión físico. Los datos se transmiten a través de una *onda portadora*: una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características (amplitud, frecuencia o fase).

#### **2.2.1.2. Transmisión Digital. [6]**

La forma más sencilla de transmisión digital es la binaria, en la cual a cada elemento de información se le asigna uno de dos posibles estados. Existen dos notables ventajas que hacen que tenga gran aceptación cuando se compara con la analógica:

- El ruido no se acumula en los repetidores.



- El formato digital se adapta por si mismo de manera ideal a la tecnología de estado sólido, particularmente en los circuitos integrados.

La mayor parte de la información que se transmite en una red portadora es de naturaleza analógica.

Ej.: La voz, vídeo.

Al convertir estas señales al formato digital se pueden aprovechar las dos características anteriormente citadas.

Para transmitir información digital (binaria 0 ó 1) por la red telefónica, la señal digital se convierte a una señal analógica compatible con la del equipo de la red y esta función se realiza en el Módem. Para hacer lo inverso o sea con la señal analógica, se usan dos métodos diferentes de modulación. Es ventajoso transmitir datos en forma binaria en vez de convertirlos a analógico. Sin embargo, la transmisión digital está restringida a canales con un ancho de banda mucho mayor que el de la banda de la voz.

### **2.2.1.3. Transmisión Asíncrona. [6]**

La transmisión asíncrona se da lugar cuando el proceso de sincronización entre emisor y receptor se realiza en cada palabra de código transmitido. Esta sincronización se lleva a cabo a través de unos bits especiales que definen el entorno de cada código.

Partiendo desde la línea de transmisión en reposo, cuando tiene el nivel lógico 1, el emisor informa al receptor de que va a llegar un carácter, para ello antepone un bit de arranque (*Start*) con el valor lógico 0. Una vez que el bit *Start* llega al receptor este disparará un reloj interno y se quedará esperando por los sucesivos bits que contendrá la información del carácter transmitido por el emisor, como se muestra en la figura 2.1.

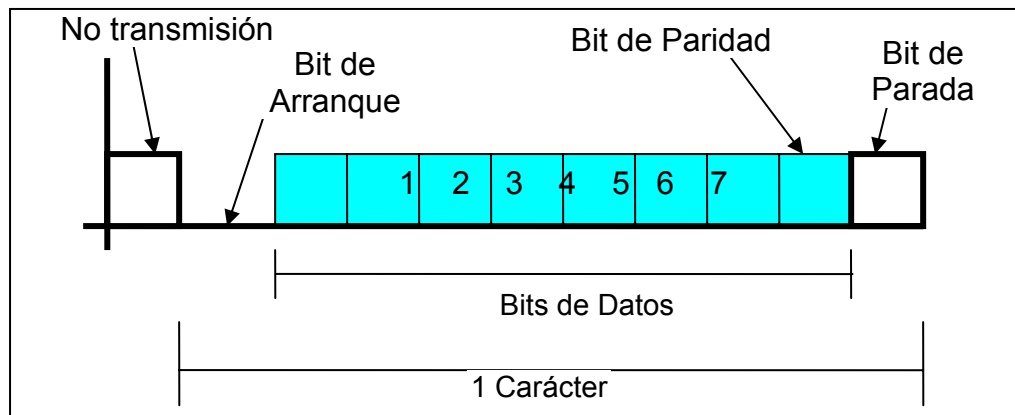


Figura.2.1 Formato de un carácter [6]

#### 2.2.1.4. Transmisión Sincrona.

Este tipo de transmisión se caracteriza porque antes de la transmisión propia de datos, se envían señales para la identificación de lo que va a venir por la línea, es mucho mas eficiente que la Asincrona pero su uso se limita a líneas especiales para la comunicación de ordenadores, porque en líneas telefónicas deficientes pueden aparecer problemas.

### 2.2.1.5. Transmisión de datos en serie.

Aquella en la que los bits que componen cada carácter se transmiten en n ciclos de 1 bit cada uno en una misma línea como se muestra en la figura 2.2.

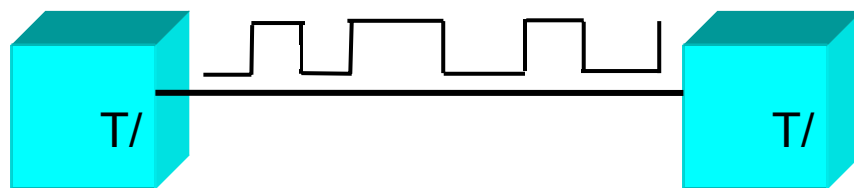


Figura.2.2.Transmisión en serie. [6]

Las Características de la transmisión serie son:

- Se envía un bit detrás de otro, hasta completar cada carácter.
- Este modo es el habitual de los sistemas teleinformáticos.
- Las señales que son transmitidas por los vínculos de telecomunicaciones, al llegar a los equipos informáticos, deben pasar al modo paralelo y viceversa, este proceso de transformación se denomina deserialización y serialización respectivamente.
- La secuencia de los bits transmitidos se efectúa siempre al revés de cómo se escriben las cifras en el sistema de numeración binario.

Cuando se transmite con bit de paridad, éste se transmite siempre en último término.

La transmisión en modo serie tiene dos procedimientos diferentes, sincrónico y asincrónico.

- En el procedimiento asincrónico, cada carácter que va a ser enviado, es delimitado por un bit denominado de cabecera o de arranque, y uno o dos bits denominados de terminación o de parada. El bit de arranque tiene funciones de sincronización de los relojes del transmisor y del receptor. El bit o bits de parada, se usan para separar un carácter del siguiente.
- En el procedimiento sincrónico, existen dos relojes, uno en el receptor y otro en el transmisor. La información útil es transmitida entre dos grupos denominados delimitadores.

#### **2.2.1.6. Transmisión en paralelo.**

Es aquella en la que los  $n$  bits que componen cada Byte o carácter se transmiten en un sólo ciclo de  $n$  bits.

La transmisión en modo paralelo tiene las siguientes características:

Este modo es el que se usa en los ordenadores para realizar la transferencia interna de datos. En estos casos se transmite cada conjunto de

n bits, seguido por un espacio de tiempo y luego nuevamente otro conjunto de n bits, y así sucesivamente, ver la figura 2.3.

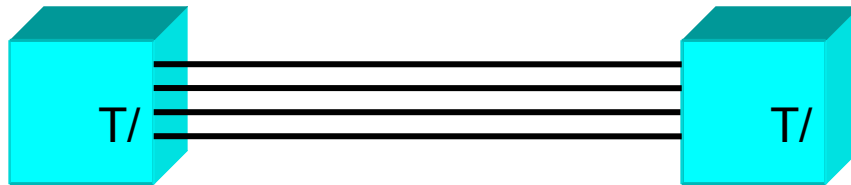


Figura.2.3.Transmisión en paralelo [7]

En la transmisión en paralelo se pueden usar dos formas de transmisión, una es disponer de n líneas diferentes a razón de una por BIT a transmitir; la otra es usar una única línea, pero enviando cada BIT mediante un procedimiento técnico que se denomina multiplexación. Cuando se usa esta transmisión, se emplean altas velocidades, dado que esa es una de sus características más importantes: enviar más bits en el menor tiempo posible. No se suele usar cuando las distancias superan las decenas de metros. La transmisión de datos en paralelo se utiliza en sistemas digitales que se encuentran colocados unos cerca del otro; además, es mucho más rápida que la serie, sin embargo, es mucho más costosa.

### 2.2.2. Modos de Transmisión de Datos

Según el sentido de la transmisión podemos encontrarnos con tres tipos diferentes:

### 2.2.2.1. Simplex.

En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor, como muestra la figura 2.4.

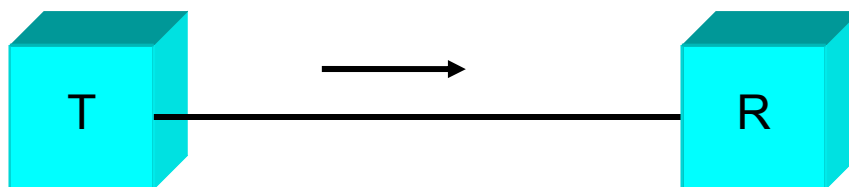


Figura.2.4. Transmisión simplex [6]

### 2.2.2.2. Duplex o Semi-duplex.

En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y un computador central como se observa en la figura 2.5.

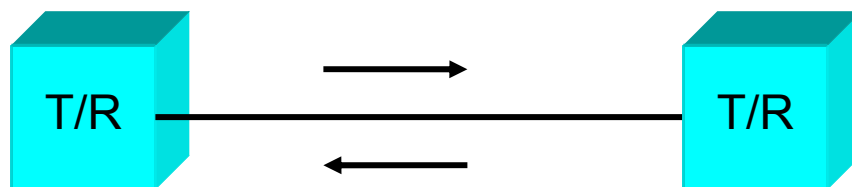


Figura.2.5. Semi-Duplex [6]

### **2.2.2.3. Full Duplex.**

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-duplex necesita normalmente uno solo.

Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-duplex.

### **2.2.3. Ventajas de la Transmisión Digital.**

- Una de las ventajas principales de la transmisión digital es la inmunidad al ruido, debido a los sistemas digitales, que utilizan la regeneración de las señales, en vez de la amplificación de señales, por tanto producen un sistema más resistente al ruido que su contraparte analógica, esto quiere decir que toda señal es susceptible al acumular ruido en un sistema de TX o procesamiento, al regenerar el símbolo (1, 0) se comienza con una señal nueva, esto es lo que anula el ruido.
- Las señales analógicas son más susceptibles que los pulsos digitales a la amplitud no deseada, frecuencia y variaciones de fases.
- Se prefieren los pulsos digitales por su mejor procesamiento y multicanalizaciones, que las señales analógicas.

- Los pulsos digitales pueden guardarse fácilmente, mientras que las señales analógicas no pueden.
- Las señales digitales son más sencillas de medir y evaluar, están mejores equipados para evaluar un rendimiento de error (por ejemplo, detección y corrección de errores), que los sistemas analógicos.

#### **2.2.4. Tipos de Modulación Digital.**

La modulación de pulsos incluye muchos métodos diferentes para convertir información a forma de pulso y transferirlos de una fuente a un destino. Los cuatro métodos predominantes se describen a continuación:

a) **PWM**. Este método a veces se llama modulación de duración del pulso (PDM) o modulación de longitud del pulso (PLM). El ancho del pulso (porción activa del ciclo de trabajo) es proporcional a la amplitud de la señal analógica, como se muestra en la figura 2.6.



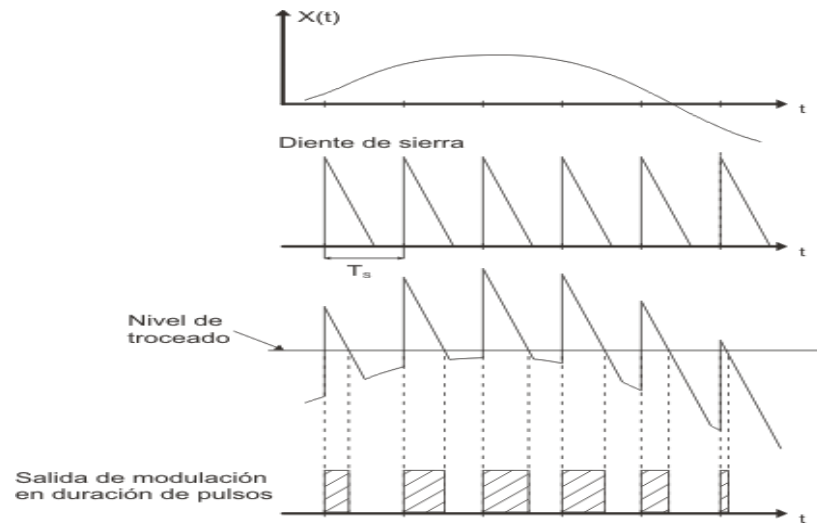


Figura.2.6. Modulación de Longitud de Pulsos. [6]

b) **PPM**: La posición de un pulso de ancho constante, dentro de una ranura de tiempo prescrita, varía de acuerdo a la amplitud de la señal analógica, ver figura 2.7.

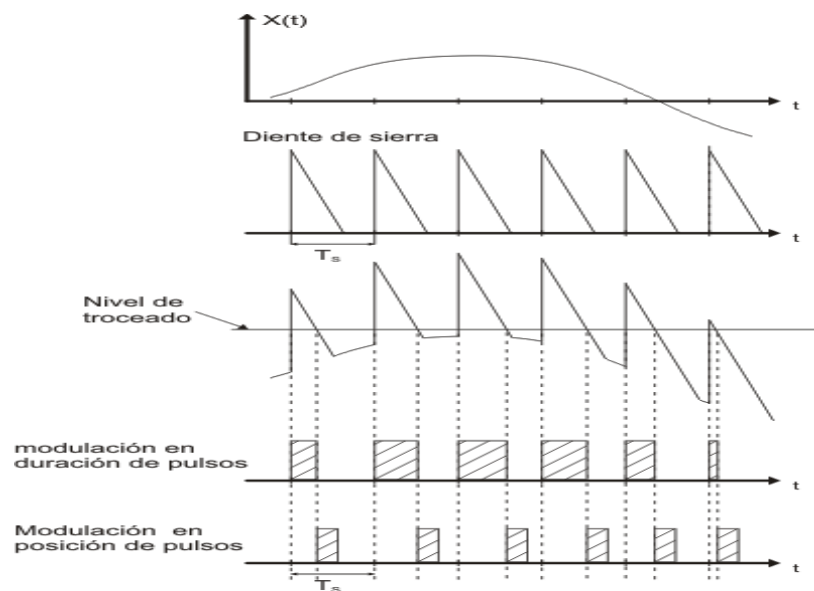


Figura.2.7. Posición de un Pulso de Ancho Constante [6]

c) **PAM**. La amplitud de un pulso de longitud constante y de ancho constante varía de acuerdo a la amplitud de la señal analógica, como se muestra en la figura 2.8.

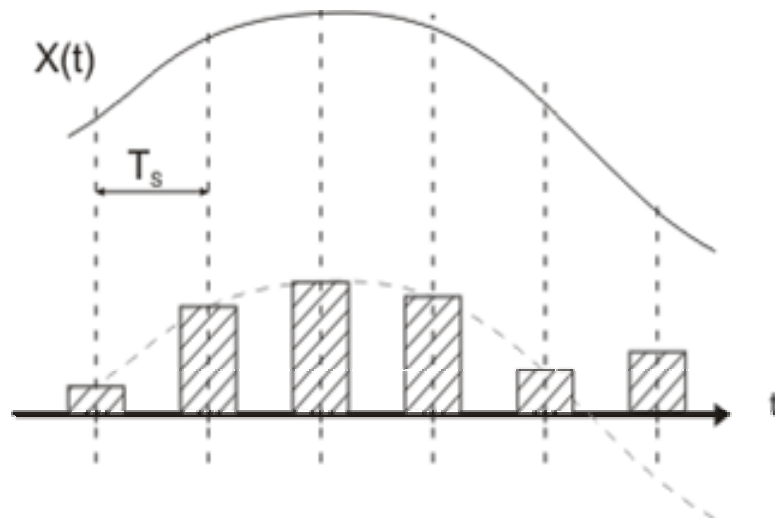


Figura. 2.8. Amplitud de un Pulso de Longitud Constante [6]

d) **PCM** (*Modulación por código de impulsos*), es un proceso digital de modulación para convertir una señal analógica en un código digital. La señal analógica se muestrea, es decir, se mide periódicamente. En un convertidor analógico/digital, los valores medidos se cuantifican, se convierten en un número binario y se codifican en un tren de impulsos. Este tren de impulsos es una señal de alta frecuencia portadora de la señal analógica original. Figura 2.9.

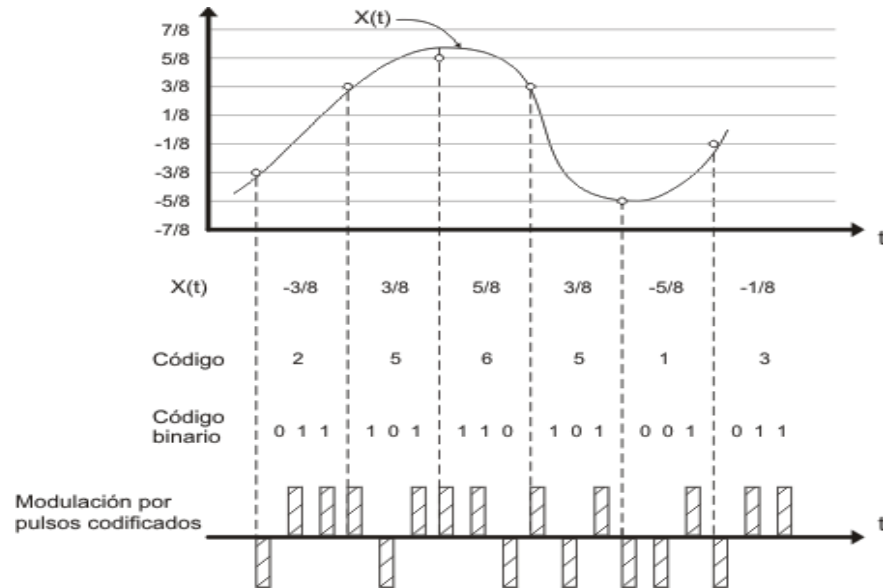


Figura.2.9. Modulación por Código de Impulsos [6]

Los sistemas PCM se están haciendo cada vez más importantes, debido a ciertas ventajas inherentes sobre otros tipos de sistemas de modulación. Algunas de estas ventajas son las siguientes:

- En comunicación a larga distancia, las señales PCM pueden regenerarse completamente en estaciones repetidoras intermedias porque toda la información está contenida en el código. En cada repetidora se transmite una señal esencialmente libre de ruido. Los efectos del ruido no se acumulan y sólo hay que preocuparse por el ruido de la transmisión entre repetidoras adyacentes.
- Los circuitos de modulación y demodulación son todos digitales, alcanzando por ello gran confiabilidad y estabilidad, adaptándose rápidamente al diseño lógico de circuito integrado.

- Las señales pueden almacenarse y escalarse en el tiempo eficientemente. Por ejemplo, los datos de PCM pueden generarse en un satélite orbital una vez por minuto durante una órbita de 90 minutos y después retransmitirse a una estación terrestre en cuestión de pocos segundos. Las memorias digitales realizan el almacenaje muy eficientemente.

Puede usarse un código eficiente para reducir la repetición innecesaria (la redundancia) en los mensajes.

### 2.3. RED TELEFÓNICA BÁSICA.

Se define la Red Telefónica Básica (RTB) como aquel servicio constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada.

Una red telefónica pública de telecomunicaciones se puede describir a través de los cuatro componentes que forman su arquitectura.

- **Abonados:** son los dispositivos que se conectan a la red.

- **Bucle local:** es el enlace entre el abonado y la red, también denominado bucle del abonado.
- **Centrales:** son los centros de conmutación de la red. Donde los abonados son conectados directamente esto se denomina como centrales finales.
- **Líneas principales:** son las líneas entre las centrales.

### 2.3.1. Planta Externa.

Una gama de componentes integran el sistema público de comunicaciones, entre estas también se encuentra la planta externa, que engloba todo el conjunto de cables y equipos externo a una central telefónica, partiendo del distribuidor principal, tanques, tanquillas, armarios, postes, terminales hasta llegar al aparato telefónico del abonado (cliente). Otros elementos que integran la planta externa son:

- **Distribuidor principal (D.P):** es el centro de conexión entre la planta interna y la planta externa. Esta conectado a los pares de los equipos de conmutación y del otro lado a los pares de los cables externos.
- **Cable troncal (C.T.K):** este cable es la unión de dos centrales locales. Y esta conectado directamente al distribuidor principal de cada central.
- **Cable central (C.C):** este cable une el distribuidor principal con un armario de distribución primario o un armario secundario de distribución secundario.

- **Armario de distribución principal** (A.D.P): es un equipo externo situado en un lugar estratégico que permite la conexión de un cable central con un cable primario. Esta conexión se hace mediante regletas.
- **Armario de distribución secundario** (A.D.S): esta conectado entre el distribuidor principal y los terminales.
- **Terminal:** es el punto de interconexión de las estaciones locales (abonados) y el resto de la red.
- **Cable primario** (C.P): es el cable que va desde el armario de distribución primario hasta un armario de distribución secundario.
- **Cable secundario** (C.S): se denomina así el cable que va desde un armario de distribución secundario hasta un Terminal.
- **Cable local** (C.L): es el cable que une el armario de distribución secundario a un Terminal.
- **Cable directo:** es el que va directamente desde el distribuidor principal hasta un Terminal.
- **Cable ramal:** es el cable que va desde el Terminal hasta el usuario.
- **Cable eslabón:** es el cable que enlaza dos armarios de distribución secundaria.

## 2.4. MULTIPLEXACIÓN DIGITAL.

La multiplexación se refiere a la habilidad para transmitir datos que provienen de diversos pares de aparatos (transmisores y receptores) denominados *canales de baja velocidad* en un medio físico único (denominado *canal de alta velocidad*), ver figura 2.10.

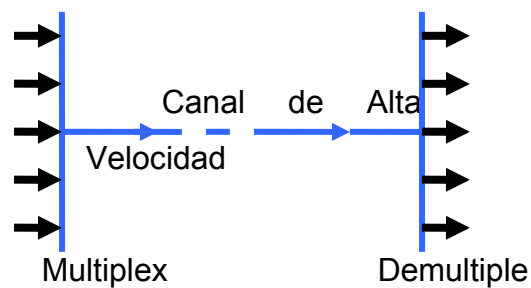


Figura.2.10. Multiplexación digital [13]

Un *multiplexor* es el dispositivo de multiplexado que combina las señales de los transmisores y las envía a través de un *canal de alta velocidad*. Un *demultiplexor* es el dispositivo de multiplexado a través del cual los receptores se conectan al *canal de alta velocidad*.

Este concepto se asocia al aprovechamiento que se hace de un canal de comunicaciones en el que se transportan señales digitales. Las señales digitales provienen de señales analógicas que son muestreadas y cuantificadas convirtiéndolas en una sucesión de bits (unos y ceros), o simplemente de flujos de datos originalmente digitales en alguna aplicación. El objetivo de la multiplexación digital es aumentar la frecuencia con que se

transmiten los datos por un canal haciendo que éste pueda ser usado por varios tráficos independientes en intervalos o ranuras de tiempo diferentes llamados *time spots* (*cronometro de ranuras*). Dicha repartición del canal puede hacerse en ráfagas de bits de una longitud determinada para cada canal, comúnmente se multiplexa a nivel de bit ó a nivel de byte (8 bits). [11]

#### **2.4.1. Tipos de multiplexación:**

##### **2.4.1.1. Multiplexación por división de frecuencia**

La multiplexación por división de frecuencia, también denominada *FDM*, permite compartir la banda de frecuencia disponible en el canal de alta velocidad, al dividirla en una serie de canales de banda más angostos, de manera que se puedan enviar continuamente señales provenientes de diferentes canales de baja velocidad sobre el canal de alta velocidad.

Este proceso se utiliza, en especial, en líneas telefónicas y en conexiones físicas de pares trenzados para incrementar la velocidad de los datos.

##### **2.4.1.2. Multiplexación por división de tiempo**

En la multiplexación por división de tiempo, también denominada *TDM*, las señales de los diferentes canales de baja velocidad son probadas y



transmitidas sucesivamente en el canal de alta velocidad, al asignarles a cada uno de los canales un ancho de banda, incluso hasta cuando éste no tiene datos para transmitir.

#### **2.4.1.3. Multiplexación estadística**

La multiplexación estadística es similar a la multiplexación por división de tiempo excepto que sólo transmite canales de baja velocidad que poseen, en realidad, datos en el canal de alta velocidad. El nombre de este tipo de multiplexación proviene del hecho de que los multiplexores basan su comportamiento en estadísticas relacionadas con la velocidad de los datos de cada canal de baja velocidad. Ya que la línea de alta velocidad no transmite los *canales vacíos*, el rendimiento es mejor que con la multiplexación por división de tiempo.

### **2.5. TECNOLOGÍAS JERARQUICAS DIGITALES PDH /SDH.**

#### **2.5.1. Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH).**

PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) esta jerarquía surgió como una tecnología basada en el transporte de canales digitales sobre un mismo enlace. Los canales a multiplexar denominados módulos de transporte o contenedores virtuales se unen formando tramas o módulos de nivel superior a velocidades estandarizadas 2 Mbps, 8 Mbps, 34 Mbps, 140 Mbps y 565 Mbps. [13]

PDH se basa en canales de 64 kbps. En cada nivel de multiplexación se van aumentando el número de canales sobre el medio físico. Es por eso que las tramas de distintos niveles tienen estructuras y duraciones diferentes. Además de los canales de voz, en cada trama viaja información de control que se añade en cada nivel de multiplexación, por lo que el número de canales transportados en niveles superiores es múltiplo del transportado en niveles inferiores.

Es una jerarquía de concepción sencilla, sin embargo contiene algunas complicaciones, que han llevado al desarrollo de otras jerarquías más flexibles a partir del nivel jerárquico más bajo de PDH (2 Mbps).

#### **2.5.1.1. Tipos de Jerarquías**

Existen tres tipos de jerarquías entre estas tenemos:

##### **2.5.1.1.1. Jerarquía Europea**

Esta jerarquía usa la trama descrita en la norma G.732 del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T). La velocidad básica de transferencia de información, o primer nivel jerárquico, es un flujo de datos de 2,048 Mbps (generalmente conocido de forma abreviada por 2 Megas”). [13]

Para transmisiones de voz, se digitaliza la señal mediante MIC (sistema de codificación digital) usando una frecuencia de muestreo de 8 KHz (125 $\mu$ s) y cada muestra se codifica con 8 bits con lo que se obtiene un régimen binario de 64 kbps (abreviado como "64K"). Agrupando 30 canales de voz más otros 2 canales de 64 kbps, utilizados uno para señalización y el otro para la sincronización, formando un flujo PDH E1. De forma alternativa es posible también utilizar el flujo completo de 2 megas para usos no vocales, tales como la transmisión de datos.

Tabla 2.1. Nivel de multiplexación Europea.

Europea			
Nivel	Canales	Mbit/s	Denominación
1	30	2048	E1
2	120	8,448	E2 = 4 E1
3	480	34,368	E3 = 16 E1
4	1920	139,264	E4 = 4 E3

#### 2.5.1.1.2. Jerarquía Americana:

Se basa en la trama descrita en G.733. Esta jerarquía agrupa 24 canales a una velocidad de 1.544 Kbps y genera 2 ordenes superiores (x4) a 6.312 Kbps y (x7) a 44.736 Kbp.

Tabla 2.2. Nivel de multiplexación Americana.

<b>Americana</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Canales</b>	<b>Mbit/s</b>	<b>Denominación</b>
1	24	1.544	T1
2	96	6.312	T2
3	672	44.376	T3
4	2.016	274.176	T4

### 2.5.1.1.3. Jerarquía Japonesa:

Se basa en la trama descrita en G.733 igual a la americana. Esta recupera el valor de 6.312 Kbps pero tiene ordenes jerárquicos de (x5) 32.064 Kbps y (x3) de 97.728.

Tabla 2.3. Nivel de multiplexación Japonesa.

<b>Japonesa</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Canales</b>	<b>Mbit/s</b>	<b>Denominación</b>
1	24	1.544	J1
2	96	6.312	J2
3	480	32.064	J3
4	1.440	97.728	J4

## **2.5.2. Jerarquía Digital Sincronía (SDH).**

### **2.5.2.1. Origen y Antecedentes de las Redes SDH.**

La jerarquía digital síncrona SDH nace a finales de los años 80 de una iniciativa por mejorar las prestaciones que hasta entonces habían dado las redes PDH (jerarquía digital plesiócrona, por sus siglas en ingles) con algunas limitantes propias de las redes plesiócronicas. La Bellcore propone una normalización a la ANSI (instituto nacional americano de estándares, por sus siglas en ingles) para sacar un estándar que reuniera a todos los operadores de fibras ópticas que operaban de forma síncrona. El estándar de la ANSI es conocido como SONET, el cual luego es propuesto a la CCITT (Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico), antecesor del actual UIT-T, de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para que se pudiera desarrollar una norma que posibilitara la interconexión mediante fibra de las redes telefónicas a nivel mundial. De esta etapa parte el desarrollo de la denominada Jerarquía Digital Síncrona, conocida popularmente como SDH (Synchronous Digital Hierarchy). [13]

Este estándar agrupa las recomendaciones G.707, G.708 y G.709 para el armado de tramas, G.781, G.782 y G.783 con la información referente a los multiplexores, G.784 con la gestión y administración TMN de la red, y en G.957 y G.958 la información referente a interfaces.

SDH trabaja con una estructura o trama básica denominada STM-1 (Módulo de Transporte Síncrono), que tiene una duración de 125 microsegundos (se repite 8.000 veces por segundo), y se corresponde con

una matriz de 9 filas y 270 columnas, cuyos elementos son octetos de 8 bits; por consiguiente, la trama tiene una velocidad binaria de  $(9 \times (270 \times 8)) \times 8.000 = 155,520$  Kbps, como muestra la figura 2.11. La transmisión se realiza fila por fila, empezando por el byte en la esquina superior izquierda y terminada en el byte en la esquina inferior derecha.

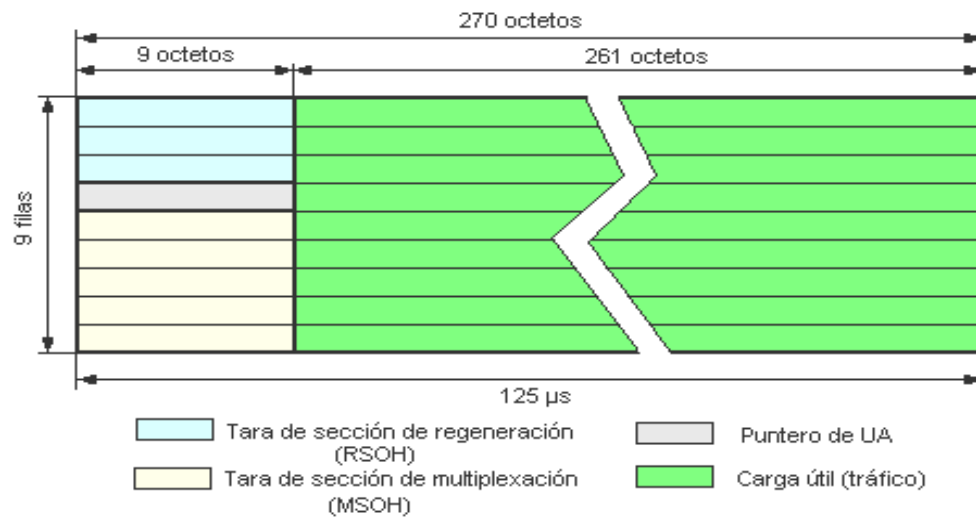


Figura.2.11. Estructura de trama de STM-1. [13]

Es una trama de 2430 bytes, distribuidos en 9 filas y 270 columnas. Las primeras nueve columnas contienen únicamente información de gestión y se distribuyen en tres campos que son:

- Tara de sección de regeneración (RSOH), filas 1-3 [27 bytes].
- Puntero de la unidad administrativa, fila 4 [9 bytes]
- Tara de sección de multiplexación (MSOH), filas 5-9 [45 bytes]

Cada byte de la carga útil se corresponde con un canal de 64 Kbps, de modo que cada columna de 9 bytes se corresponde con 576 Kbps. Las primeras 9 columnas contienen la tara de sección o SOH (*Section OverHead*) para soportar características del transporte tales como el alineamiento de trama, los canales de operación y mantenimiento, la monitorización de errores, etc. Se distingue entre la tara de la sección de regeneración o RSOH (*Regenerator Section OverHead*) y la tara de la sección de multiplexación o MSOH (*Multiplex Section OverHead*). Las columnas siguientes pueden ser asignadas de diversas formas para transportar las señales de tasas de bit inferior, tales como los 2 Mbps; cada columna tiene su propia tara.

El estándar SDH está definido originalmente para el transporte de señales de 1,5 Mbps, 2 Mbps, 6 Mbps, 34 Mbps, 45 Mbps y 140 Mbps a una tasa de 155 Mbps, y ha sido posteriormente desarrollado para transportar otros tipos de tráfico, como por ejemplo ATM ó IP, a tasas que son múltiplos enteros de 155 Mbps. La flexibilidad en el transporte de señales digitales de todo tipo permite, de esta forma, la provisión de todo tipo de servicios sobre una única red SDH: servicio de telefonía, provisión de redes alquiladas a usuarios privados, creación de redes MAN y WAN, servicio de videoconferencia, distribución de televisión por cable, etc, a continuación se muestra como se calcula la velocidades de transmisión del modulo de transporte sincrona STM-1 en la figura 2.12, se muestra el nivel jerárquico de las velocidades.

- **STM-1** =  $1 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits}) = 155 \text{ Mbps}$ .
- **STM-4** =  $4 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits}) = 622 \text{ Mbps}$ .
- **STM-16** =  $16 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits}) = 2.5 \text{ Gbps}$ .
- **STM- 64** =  $64 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 9 \text{ filas} * 8 \text{ bits}) = 10 \text{ Gbps}$

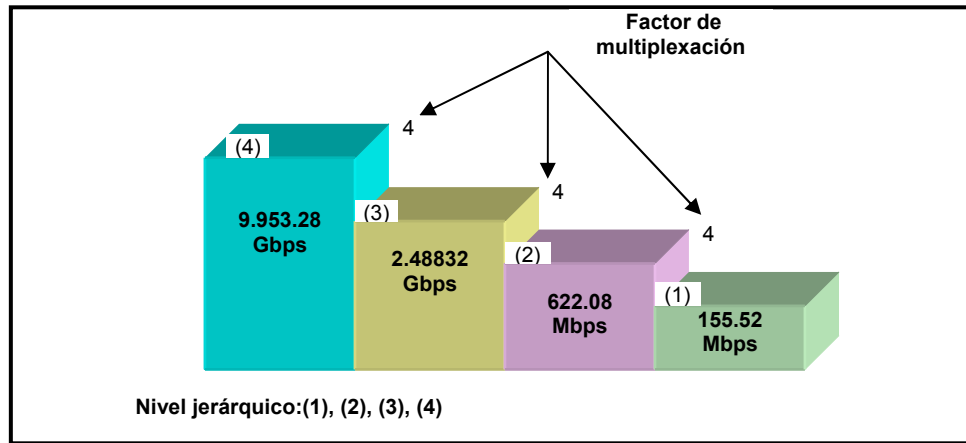


Figura. 2.12. Niveles jerárquico SDH. [13]

Tabla 2.4. Nivel de capacidad de SDH.

Nomenclatura	Tasa de (Mbit/s)	Capacidad
<b>STM-1</b>	155.52	63 E1 o 1 E4
<b>STM-4</b>	622.08	252 E1 o 4 E4
<b>STM-16</b>	2488.32	1008 E1 o 16 E4
<b>STM-64</b>	9953.28	4032 E1 o 64 E4

Las recomendaciones también definen una estructura de multiplexación donde una señal STM-1 puede portar un número de señales de menor tasa de transmisión formando parte de su carga útil. Las señales existentes PDH pueden ser portadas sobre la red SDH como carga útil.



Esencialmente, SDH (Synchronous Digital Hierarchy) es un protocolo de transporte (primera capa en el modelo OSI) basado en la existencia de una referencia temporal común (Reloj primario), que multiplexa diferentes señales dentro de una jerarquía común flexible.

SDH permite el transporte de muchos tipos de tráfico tales como voz, video, multimedia, y paquetes de datos como los que genera IP, ver figura 2.13. Para esto, su papel es, esencialmente gestionar la utilización de la infraestructura de fibra, con mecanismos internos de protección. Esto significa gestionar el ancho de banda eficientemente mientras porta varios tipos de tráfico, también detectar fallos y recupera de ellos la transmisión de forma transparente para las capas superiores.

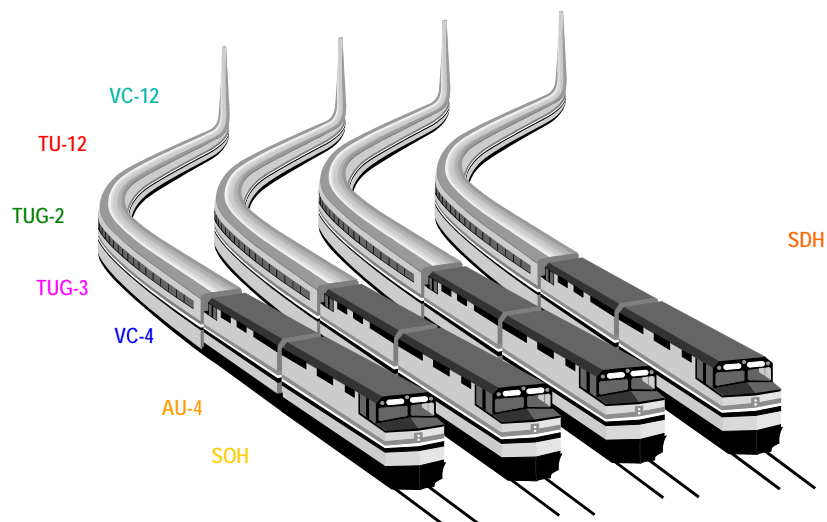


Figura. 2.13. Acceso al tráfico en SDH [13]

En palabras simples, podemos considerar a las transmisiones SDH como vías las cuales portan tráfico en forma de paquetes de información. Estos paquetes son de aplicaciones tales como PDH, ATM o IP, etc.

#### **2.5.2.2. Características de la Red de transporte SDH.**

Las principales características que se encuentran en cualquier sistema de red de transporte SDH implementado en la actualidad, son las siguientes:

**a) *Multiplexión digital:*** Las señales de comunicaciones analógicas son portadas en formato digital sobre la red. El tráfico digital puede ser portado mucho más eficientemente y permite monitorización de errores, para propósitos de calidad.

**b) *Fibra óptica:*** Éste es el medio físico comúnmente utilizado en las redes de transporte actuales, debido a su mayor capacidad de portar tráfico lo que conduce a una disminución de los costos asociados al transporte de tráfico.

**c) *Esquemas de protección:*** Éstos han sido estandarizados para asegurar la disponibilidad del tráfico. En eventuales fallas o roturas de fibra, el tráfico podría ser conmutado a una ruta alternativa, de modo que el usuario final no sufra perturbación alguna en el servicio.

**d) *Topologías en anillo:*** Están siendo desplegadas cada vez en mayor número; debido a eventuales pérdidas de enlace, hay un camino de tráfico

alternativo por el otro lado del anillo, minimizando el número de enlaces y cantidad de fibra óptica desplegada en la red.

**e) *Gestión de red:*** La gestión de estas redes desde un único lugar remoto, es muy importante para los operadores. Se ha desarrollado software que permite gestionar todos los nodos y caminos de tráfico desde un único computador. Un operador puede gestionar una variedad grande de funciones, tales como: el aprovisionamiento de capacidad respondiendo a la demanda de clientes y la monitorización de calidad de una red.

**f) *Sincronización:*** Operadores de red deben proporcionar temporización sincronizada a todos los elementos de la red, para asegurarse que la información que pasa de un nodo a otro no se pierda. La sincronización es de creciente concierto entre los operadores, con avances tecnológicos cada vez más sensibles al tiempo. La sincronización se está convirtiendo en un punto crítico, proveyendo a SDH un camino ideal de filosofía de red.

SDH ofrece dos beneficios principales: gran *flexibilidad de configuración* en los nodos de la red y aumenta las posibilidades de administración tanto del tráfico como de los elementos de la red. Esto hace que una red pueda ser llevada desde su estructura de transporte PDH (jerarquía digital plesiócrona) pasiva a una que activamente transporte y administre información.

### 2.5.2.3 Ventajas de una Red Jerárquica Digital Síncrona (SDH):

- **Simplificación de red:** Uno de los mayores beneficios de la jerarquía SDH es la simplificación de red frente a redes basadas exclusivamente en PDH. Un multiplexor SDH puede incorporar tráficos básicos (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía, facilitando la operación de inserción y extracción de tributarios, sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo las necesidades de equipamiento.
- **Fiabilidad:** En una red SDH los elementos de red se monitorizan extremo a extremo y se gestiona el mantenimiento de la integridad de la misma. La gestión de red permite la inmediata identificación de fallo en un enlace o nodo de la red. Utilizando topologías con caminos redundantes la red se reconfigura automáticamente y reencamina el tráfico instantáneamente hasta la reparación del equipo defectuoso.

Es por esto que los fallos en la red de transporte son transparentes desde el punto de vista de una comunicación extremo a extremo, garantizando la continuidad de los servicios.

- **Software de control:** La inclusión de canales de control dentro de una trama SDH posibilita un control software total de la red. Los sistemas de gestión de red no sólo incorporan funcionalidades típicas como gestión de alarmas, sino otras más avanzadas como monitorización del

rendimiento, gestión de la configuración, gestión de recursos, seguridad de red, gestión del inventario, planificación y diseño de red.

La posibilidad de control remoto y mantenimiento centralizado permite disminuir el tiempo de respuesta ante fallos y el ahorro de tiempo de desplazamiento a emplazamientos remotos.

- **Estandarización:** Los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace. La definición de nivel físico fija los parámetros del interfaz, como la velocidad de línea óptica, longitud de onda, niveles de potencia, y formas y codificación de pulsos. Asimismo se definen las estructuras de trama, cabeceras y contenedoras.

Esta estandarización permite a los usuarios la libertad de elección de suministradores, evitando los problemas asociados a estar cautivo de una solución propietaria de un único fabricante.

#### **2.5.2.4. Módulo de transporte síncrono (STM-N):**

El módulo de transporte síncrono (STM), es donde va contenida toda la carga de tributarios y agregados de la red SDH en forma de contenedores. Un contenedor es el elemento básico de carga de la red SDH y está conformado por los bits de información de una señal de tributario, la cual esta

empaquetada dentro del contenedor. El tamaño del contenedor depende del tamaño de la información que será empaquetada en él, y existe una cantidad discreta de tamaños que corresponden a cada una de las tasas de señales PDH. [13]

Los contenedores virtuales están organizados de acuerdo a la jerarquía de la señal PDH a la cual están asociados a continuación:

- **VC 12:** lleva asociado una señal de 2 Mbps equivalente a un (**E1**).
- **VC 11:** carga una señal de 1,54 Mbps (**DS1**.)
- **VC 3:** una señal de 34 Mbps.
- **VC 4:** una señal de 140 Mbps (un **STM-1**).

Un contenedor virtual de una jerarquía mayor puede portar en su interior otros de jerarquía menor, por ejemplo, un VC4 puede construirse a partir de 63 VC12. Todos los contenedores virtuales están contenidos dentro del área de carga útil (en inglés payload área) de la señal STM-N.

Para poder gestionar el comportamiento de los STM en la red SDH, estos también tienen unos *bytes* de información asociados a los elementos de red. Estos canales de datos (algunos pueden ser usados como canales de voz), también permiten el control de la transmisión, fallos y alarmas entre dos nodos adyacentes y entre los nodos y un sistema de gestión centralizado.

La estructura de multiplexación SDH define como una señal digital de tributario es empaquetada, mapeada y llevada hasta su destino. Inicialmente el tráfico de tributario es empaquetado en un contenedor al cual le es agregado un encabezado de camino para ser convertido en un contenedor virtual (VC), a este a su vez se le agrega un puntero para marcar su ubicación y esto es conocido como unidad tributaria (*Tributary Unit*, TU). Las unidades tributarias son multiplexadas en grupos de unidades tributarias (TUG) y estos a su vez en grupos de unidades administrativas (AUG) según unas reglas estrictas de multiplexación mostradas en la figura 2.14.

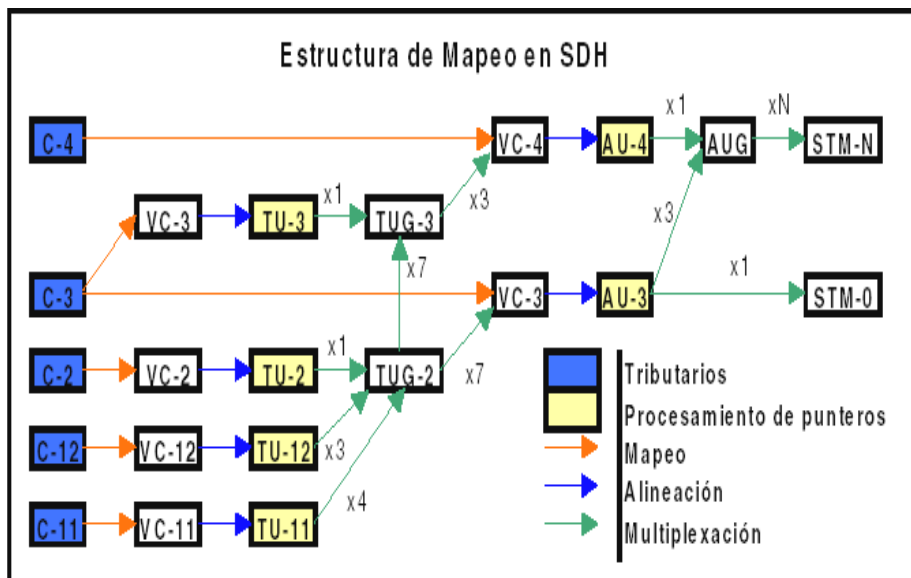


Figura. 2.14 .Estructura de mapeo en SDH. [13]

El módulo de transporte es síncrono con una referencia temporal común a todos los nodos de la red, la información puede ser fácilmente multiplexada y demultiplexada en cada uno de los nodos. Además el sincronismo y las cabeceras presentes en la red dan la posibilidad de no tener que desmontar

toda una señal SDH para extraer un canal de tráfico, sino que implementa una función llamada *Add/Drop* (insertar /extraer) que permite extraer o adicionar hasta un solo canal de 2 Mbps sin tocar el resto de la señal.

#### **2.5.2.5. Elementos Básicos de un Sistema de Transmisión Síncrona.**

Existen tres funciones básicas en los equipos de transmisión SDH: Terminación de línea, Multiplexión y Cross-Conexión. En el pasado, estas funciones eran proporcionadas por piezas diferentes e independientes del equipo, pero con la introducción de SDH es posible combinar estas funciones en un simple elemento de red.

#### **2.5.2.6. Funcionalidad de un Elemento de Red:**

- **Multiplexión:** Es la combinación de diversas señales de baja velocidad en una única señal de alta velocidad, con lo cual se consigue una máxima utilización de la infraestructura física. Los sistemas de transmisión síncronos emplean la Multiplexión por División en el Tiempo (TDM), como se puede apreciar en la figura 2.15.



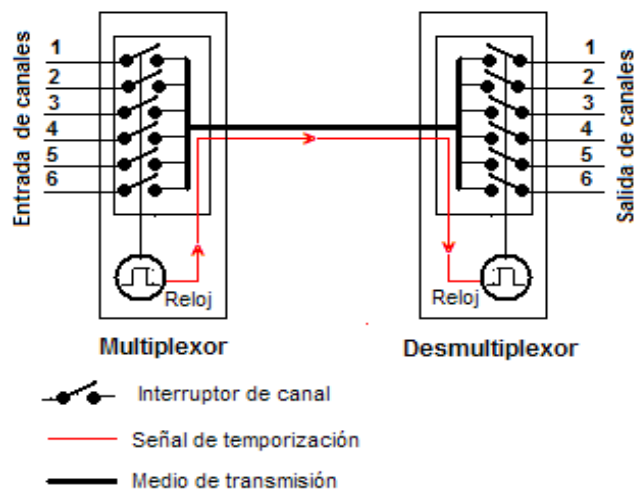


Figura. 2.15. Conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo. [8]

- **Terminales de Línea:** Es el tipo de elemento de red SDH más simple. Éste implementará únicamente la terminación de línea y la función de multiplexión, de modo que su utilización es típica en configuraciones punto a punto. Algunos flujos tributarios serán combinados en el terminal de línea para generar un flujo agregado de mayor velocidad y esto será transmitido a un enlace óptico. Elementos de red son requeridos en los dos puntos finales de este enlace y una conexión fija de circuitos de cliente es establecida entre estos dos puntos terminales, como se observa en la figura 2.16.

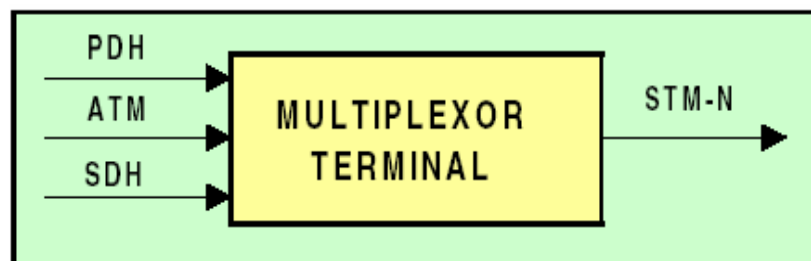


Figura. 2.16. Diagrama de bloque de terminación de línea. [13]

- **Cross-Conexiones:** Las cross-conexiones en una red síncrona suponen el establecer interconexiones semi-permanentes entre diferentes canales en un elemento de red. Esto permite que el tráfico sea enviado a nivel de contenedor virtual. Si el operador necesita cambiar los circuitos de tráfico en la red, el encaminamiento puede conseguirse cambiando conexiones. Figura. 2.17.

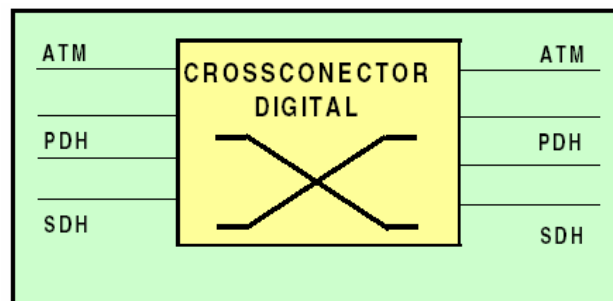


Figura. 2.17. Diagrama de bloque de Cross-Conexiones digital. [13]

La función de cross-conexión no significa la necesidad de bloques de equipamiento independientes. La funcionalidad de cross-conexión SDH puede residir en casi cualquier elemento de red, siendo el más obvio el multiplexor ¿add-drop?

- **Multiplexores Add-Drop (insertar/extraer) (ADM):** Estos equipos ofrecen la función de cross-conexiones junto con la de terminal de línea y multiplexión. En SDH es posible extraer (Drop) un contenedor virtual e insertar (Add) en sentido contrario otro contenedor virtual a la señal STM directamente sin necesidad de despeinarla. Esta ventaja fundamental de los sistemas síncronos significa que es posible conectar flexiblemente señales entre interfaces de elementos de red (agregados

o tributarios). Esta capacidad de enrutamiento permite que la función de cross-conexión sea distribuida por la red, resultando mejor que concentrarla en un enorme cross-conector dedicado, figura 2.18.

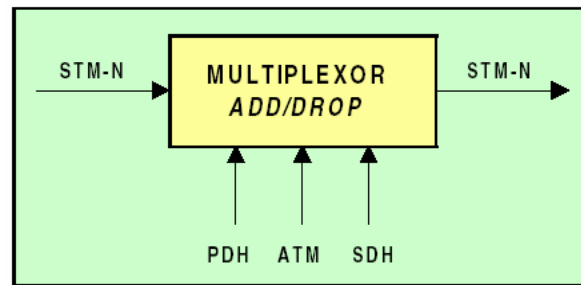


Figura.2.18. Diagrama de bloque de un multiplexor add/drop. [13]

Los ADM son particularmente útiles para crear redes en anillo. Las señales son introducidas en el anillo vía interfaces tributarios de los ADM, ver figura 2.19, los cuales son acoplados en la señal agregada de mayor velocidad de transmisión dentro del anillo para transportarlas a los otros nodos.

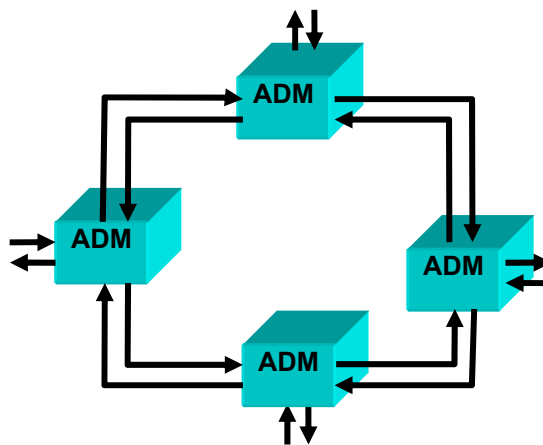


Figura. 2.19. Arquitectura en anillo de ADM [15]

Los **anillos** son la configuración común de red porque su capacidad puede incrementar la supervivencia de la red. Las redes pueden ser objeto de fallo de nodos o roturas de enlaces por lo que es requerida una resistencia que prevenga la pérdida de tráfico.

#### 2.5.2.7. Tipos de Conexiones SDH. [13]

En un sistema SDH podemos establecer diferentes tipos de conexiones entre elementos, como son las siguientes:

- **Unidireccional** es una conexión de una vía a través de los elementos de red SDH, por ejemplo enviar tráfico únicamente.
- **Bidireccional** es una conexión de dos vías a través de los elementos de red, teniendo funciones de envío y de recepción de información.
- **Extrae y continúa (Drop & Continue)** es una conexión donde la señal es bajada a un tributario del elemento de red pero ésta también continúa por la señal de agregado hacia otro elemento de red. Este tipo de conexiones puede ser usado para difusiones y mecanismos de protección.
- **Difusión (Broadcast)** es una conexión donde un contenedor virtual entrante es llevado a más de un contenedor virtual de salida. En esencia, una señal entrante al elemento de red puede ser transmitida a varios lugares desde el contenedor virtual. Este tipo de conexión puede ser empleado para difusiones de vídeo por ejemplo.

### 2.5.2.8. Arquitectura Utilizada en SDH

- **Punto a punto:** Ésta arquitectura se compone de dos multiplexores terminales unidas por uno o dos enlaces (con protección implementada) STM-N. En cada uno de los multiplexores se arma y se desmonta la trama completa. Este tipo de aplicación se ilustra en las figuras 2.20 y 2.21.

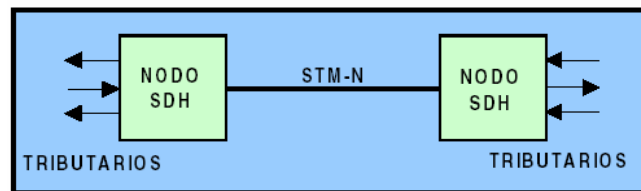


Figura. 2.20. Aplicación punto a punto sencillo. [13]

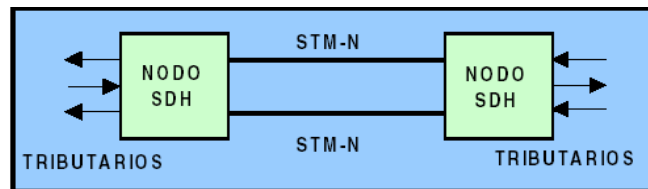


Figura.2.21. Aplicación punto a punto con protección 1+1. [13]

- **Lineales:** Están compuestas por una sucesión de multiplexores add/drop y finalizados en cada extremo por un multiplexor terminal. Este tipo de aplicación se ilustra en la figura 2.22.

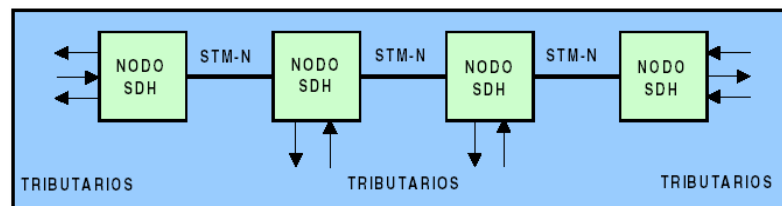


Figura. 2.22. Aplicación lineal. [13]

- **Arquitectura en anillo:** SDH permite una arquitectura del tipo anillo (*Ring*) en lugar de malla. Esto es posible gracias al enrutamiento en ambos sentidos que permiten los equipos Add-Drop y Cross-Connect. Una configuración posible incluye a nivel nacional una red malla de protección Cross-Connect; a nivel regional una red combinada malla/anillo y a nivel local una red anillo.

El elemento principal en una arquitectura de anillo, muestra la figura 2.23, es el ADM (multiplexador de inserción y extracción). Se pueden colocar varios ADM en una configuración en anillo para tráfico bidireccional o unidireccional. La principal ventaja de la topología de anillo es su seguridad; si un cable de fibra se rompe o se corta, los multiplexores tienen la inteligencia necesaria para desviar el tráfico a través de otros nodos del anillo sin ninguna interrupción.

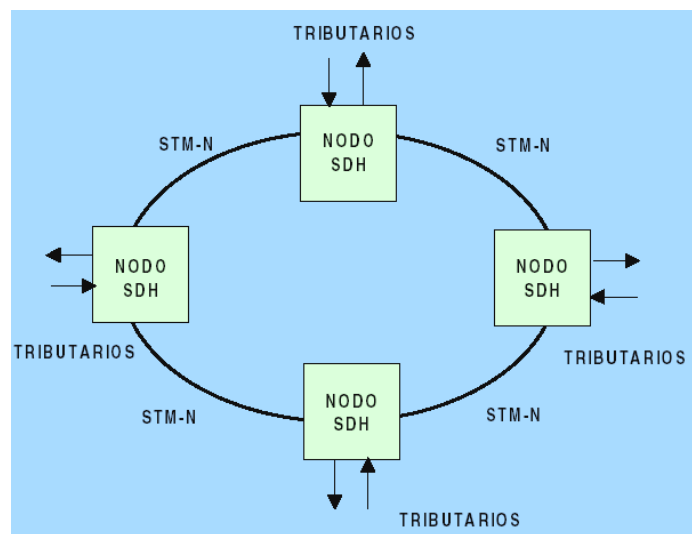


Figura. 2.23. Aplicación anillo. [13]

### **2.5.2.9. Comparación entre las Tecnologías SDH y PDH.**

Comparativamente, y viendo a SDH como un multiplexor, la relación entre la SDH y la PDH se pueden indicar los siguientes argumentos:

- PDH tiene una multiplexación asincrónica en una red plesiócrona, mientras que la SDH tiene una multiplexación sincrónica en una red sincrónica.
- En PDH la estructura de trama es distinta en cada orden jerárquico y no se encuentra estandarizada por encima de 140 Mb/s, mientras que en SDH existe una única estructura de trama estándar para cualquier velocidad sobre 155 Mb/s. Este caso también es válido para ATM ya que adopta la trama SDH como medio de transporte.
- En PDH el intercalado es de bits y se adopta la justificación positiva, mientras que en SDH el intercalado es de Bytes (un octeto) y la justificación es positiva-nula-negativa.
- PDH carece de facilidades incorporadas para el manejo y direccionamiento automático, y confina a los usuarios a métodos de propiedad, sin embargo SDH mejora la confiabilidad y el rendimiento de la red, ofreciendo gran flexibilidad y velocidad, y menores costos de operación y mantenimiento.

## **2.6. Comunicaciones con fibras ópticas.**

Hoy en día las fibras ópticas son más usadas como medio para las telecomunicaciones y para redes, ya que la fibra, es flexible y puede usarse como un paquete de cables, para ello se usan cables de fibra óptica. Las fibras empleadas en este campo son de plástico o de vidrio, algunas veces de los dos tipos. Para usos interurbanos son de cristal por la baja atenuación que tienen. Mientras para las comunicaciones se usan fibras multimodo y monomodo, usando las multimodo para distancias cortas (hasta 500m) y las monomodo para acoplamientos de larga distancia. [7]

### **2.6.1. Fibra Óptica.**

Una fibra óptica es un conductor de ondas en forma de filamento, generalmente de vidrio, compuestos de cristales naturales o plástico (cristales artificiales), del espesor de un cabello (entre 10 y 300 micrones), ver figura 2.24, la fibra óptica es capaz de dirigir la luz a lo largo de su longitud usando la reflexión total interna. Normalmente la luz es emitida por un láser (*amplificación de luz por emisión estimulada de radiación*) o un led (*diodo emisor de luz*). [6]



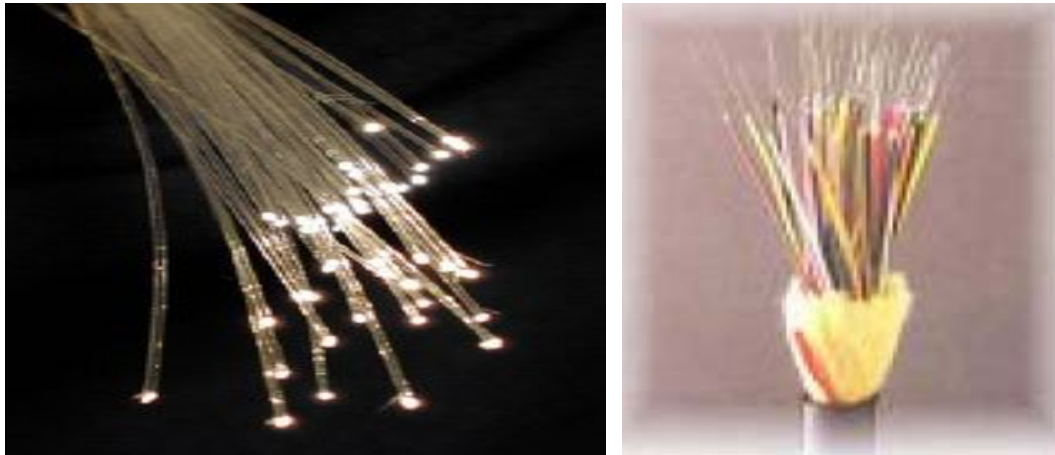


Figura.2.24. Fibra óptica. [9]

Las fibras son ampliamente utilizadas en telecomunicaciones a largas distancias, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran velocidad, mayores que las comunicaciones de radio y de cable. Igualmente son usadas para redes locales.

### 2.6.2. Componentes de la fibra óptica

La fibra óptica esta constituida por un núcleo en el que se monta una cubierta y ésta a su vez por un revestimiento de protección, muestra la figura 2.25.

A continuación se describe cada uno de los componentes de la fibra.

- *Núcleo (Core)*: Puede estar constituido de sílice, cuarzo fundido o plástico de alto índice de refracción, en el cual se propagan los pulsos de luz.

- *Cubierta (Cladding)*: Generalmente esta constituida de los mismos materiales del núcleo pero con índice de refracción menor al mismo, lo cual permite que la luz quede atrapada dentro del núcleo y pueda propagarse por él. [9]
- *El revestimiento de protección*: Por lo general esta fabricado en plástico como Kevlar, que asegura la protección mecánica de las frágiles fibras.

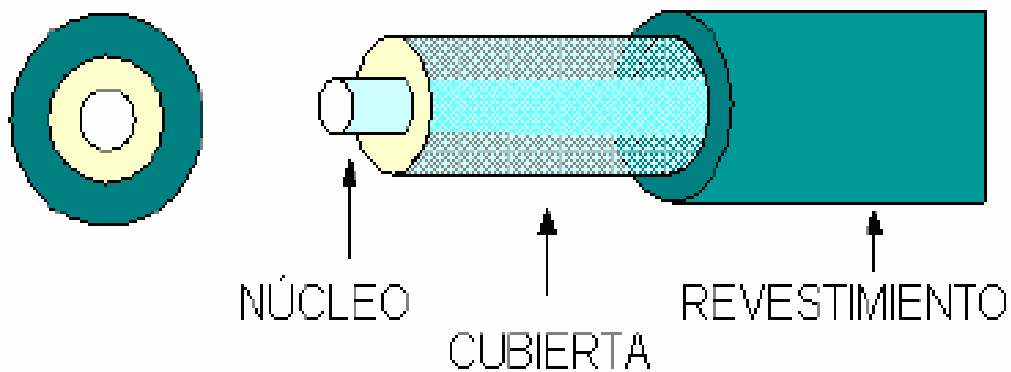


Figura. 2.25. Componentes de la Fibra óptica. [9]

### 2.6.3. Tipos de Fibra Óptica

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo.

### 2.6.3.1. Fibra Óptica Monomodo

Monomodo (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único), es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene un ancho de banda del orden de los 100 GHz/km (giga herz por kilómetro). Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar. En la figura 2.26, se muestra que sólo pueden ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra.

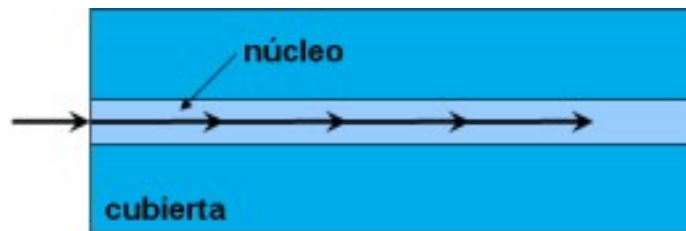


Figura.2.26. Modo de Propagación de la fibra monomodo. [9]

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de la señal es de tal magnitud, que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión; en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

### 2.6.3.2. Fibra Multimodal con Índice Graduado.

En este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. En estas

fibras el número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales.

### 2.6.3.3. Fibra Óptica Multimodo.

Multimodo (múltiples modos de haces luminosos), en este tipo de fibra, viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra como se muestra en la figura.2.27. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada.

Si el diámetro del núcleo de la fibra es lo suficientemente grande como para permitir varios trayectos que la luz pueda recorrer a lo largo de la fibra, esta fibra recibe el nombre de fibra "multimodo".

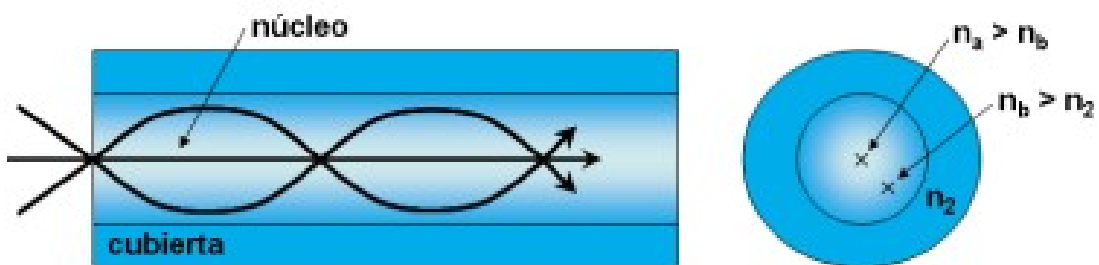


Figura. 2.27. Modo de Propagación de la fibra multimodo. [9].

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción inferior, pero del mismo orden de magnitud, que del revestimiento. Debido al gran

tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- Salto de índice: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica.
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante. En la figura 2.28, se observa tres tipos de fibra óptica y su recorrido.

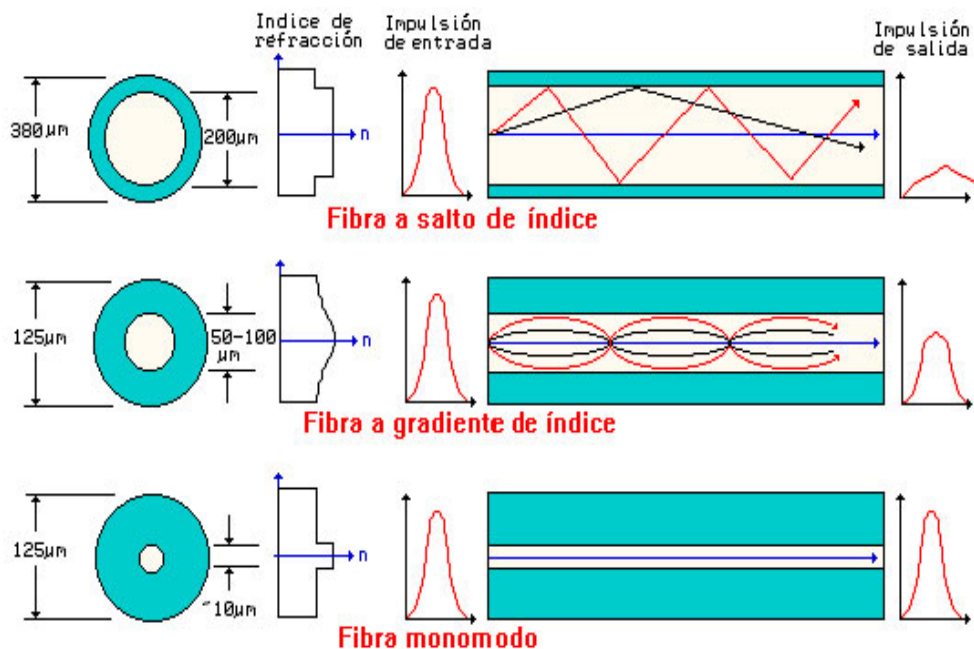


Figura. 2.28. Trayectoria según el tipo de fibra óptica. [9]

#### 2.6.4. Ventajas de la Tecnología de Fibra Óptica

- **Baja Atenuación:** Las fibras ópticas son el medio físico con menor atenuación. Por lo tanto se pueden establecer enlaces directos sin repetidores, de 100 a 200 Km, con el aumento de la fiabilidad y economía en los equipamientos.
- **Gran ancho de banda:** La capacidad de transmisión es muy elevada, además pueden propagarse simultáneamente ondas ópticas de varias longitudes de onda que se traduce en un mayor rendimiento de los sistemas. De hecho 2 fibras ópticas serían capaces de transportar, todas las conversaciones telefónicas de un país, con equipos de transmisión capaces de manejar tal cantidad de información (entre 100 MHz/Km a 10 GHz/Km).
- **Peso y tamaño reducidos:** El diámetro de una fibra óptica es similar al de un cabello humano. Un cable de 64 fibras ópticas, tiene un diámetro total de 15 a 20 mm y un peso medio de 250 Kg/km. Si comparamos estos valores con los de un cable de 900 pares calibre 0.4 (peso 4,000 Kg/Km y diámetro 40 a 50 mm) se observan ventajas de facilidad y costo de instalación, siendo ventajoso su uso en sistemas de ductos congestionados, cuartos de computadoras o el interior de aviones.
- **Gran flexibilidad y recursos disponibles:** Los cables de fibra óptica se pueden construir totalmente con materiales dieléctricos, la materia prima utilizada en la fabricación es el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) que es uno de los recursos más abundantes en la superficie terrestre.

- **Aislamiento eléctrico entre terminales:** Al no existir componentes metálicos (conductores de electricidad) no se producen inducciones de corriente en el cable, por tanto pueden ser instalados en lugares donde existen peligros de cortes eléctricos.
- **Ausencia de radiación emitida:** Las fibras ópticas transmiten luz y no emiten radiaciones electromagnéticas que puedan interferir con equipos electrónicos, tampoco se ve afectada por radiaciones emitidas por otros medios, por lo tanto constituyen el medio más seguro para transmitir información de muy alta calidad sin degradación.
- **Duración:** La fibra óptica es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas. Gracias a la protección de la envoltura es capaz de soportar esfuerzos elevados de tensión en la instalación.
- **Seguridad:** Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es resistente a las acciones intrusivas de escucha. Para acceder a la señal que circula en la fibra es necesario partirla, con lo cual no hay transmisión durante este proceso, y puede por tanto detectarse.

La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, por lo que se puede utilizar en ambientes industriales sin necesidad de protección especial.

- **Costo y mantenimiento:** El costo de los cables de fibra óptica y la tecnología asociada con su instalación ha caído drásticamente en los

últimos años. Hoy en día, el costo de construcción de una planta de fibra óptica es comparable con una planta de cobre. Además, los costos de mantenimiento de una planta de fibra óptica son muy inferiores a los de una planta de cobre. Sin embargo si el requerimiento de capacidad de información es bajo la fibra óptica puede ser de mayor costo.

#### **2.6.5. Características de la Fibra Óptica.**

##### ➤ **Características Geométricas:**

Se suelen distinguir los siguientes parámetros, como los más importantes para caracterizar geoméricamente a una fibra óptica:

➤ *Diámetro de la cubierta.* El valor nominal recomendado del diámetro de la cubierta es de 125  $\mu\text{m}$ .

- *Diámetro del núcleo.* Valores recomendados del diámetro del núcleo son de: 9  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 62.5  $\mu\text{m}$ .

##### ➤ **Características de Transmisión:**

Las principales características de transmisión de las fibras ópticas son:

- Atenuación o pérdida del enlace
- Ancho de banda
- Longitud de onda de corte.



### 2.6.6. Principios físicos de la fibra óptica [7]

#### ➤ **Espectro Electromagnético.**

La luz que se utiliza en las redes de fibra óptica es un tipo de energía electromagnética. Cuando una carga eléctrica se mueve hacia adelante y hacia atrás, o se acelera, se produce un tipo de energía denominada energía electromagnética. Esta energía, en forma de ondas, puede viajar a través del vacío, el aire y algunos materiales como el vidrio. Una propiedad importante de toda onda de energía es la longitud de onda.

La radio, las microondas, el radar, la luz visible, los rayos X y los rayos gama parecen ser todos muy diferentes. Sin embargo, todos ellos son tipos de energía electromagnética. Si se ordenan todos los tipos de ondas electromagnéticas desde la mayor longitud de onda hasta la menor, se crea un continuo denominado espectro electromagnético. Ver figura 2.29 del espectro.

Como todas las ondas electromagnéticas se generan de la misma manera, comparten muchas propiedades. Todas las ondas viajan a la misma velocidad en el vacío. La velocidad es aproximadamente 300.000 kilómetros por segundo o 186.283 millas por segundo. Esta es también la velocidad de la luz.

- Los ojos humanos están diseñados para percibir solamente la energía electromagnética de longitudes de onda de entre 700 y 400 nanómetros (nm) y recibe el nombre de luz visible. Un nanómetro es la mil millonésima parte de un metro (0,000000001 metro) de longitud.
- . Las longitudes de onda de luz más largas que se encuentran cerca de los 700 nm se perciben como el color de luz infrarrojo.
- Las longitudes de onda más cortas que se encuentran alrededor de los 400 nm aparecen como el color violeta es luz ultravioleta.
- Las longitudes de onda que son invisibles al ojo humano son utilizadas para transmitir datos a través de una fibra óptica. La luz infrarroja se utiliza en los controles remotos de los televisores.

La longitud de onda de la luz en la fibra óptica utiliza tres ventanas las cuales que son:

- 1. Primera ventana: longitud de onda  $\lambda = 850$  nm.**
- 2. Segunda ventana: longitud de onda  $\lambda = 1310$  nm.**
- 3. Tercera ventana: longitud de onda  $\lambda = 1550$  nm.**

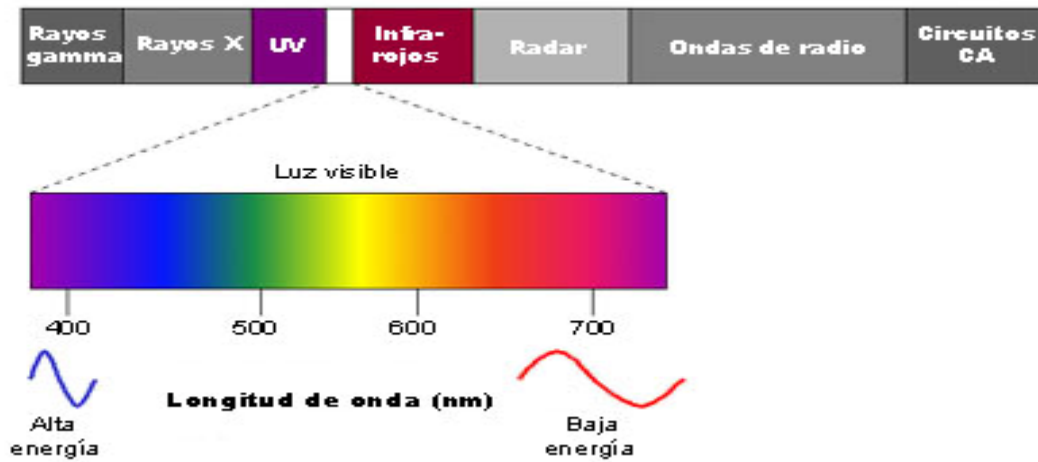


Figura.2.29. Espectro Electromagnético [5]

### 2.6.7. Atenuación de la fibra óptica.

La luz que se propaga en una fibra óptica experimenta una atenuación que produce pérdidas en la potencia de dicha luz. Para cubrir grandes distancias sin emplear regeneradores intermedios es necesario mantener estas pérdidas en el mínimo posible. [8]

La magnitud de estas pérdidas luminosas depende entre otros factores de la longitud de onda de la luz acoplada. En otras palabras la atenuación de una fibra óptica es la tasa de decrecimiento de la potencia óptica con respecto a la distancia a lo largo de la fibra óptica.

$$P(L) = P(0) \cdot 10^{-\alpha \frac{L}{10}}$$

Ec. 2.1.

- $P(0)$  = potencia luminosa al comienzo de la fibra óptica.
- $P(L)$  = potencia luminosa en la fibra al cabo de la longitud  $L$ .
- $\alpha$  = coeficiente de atenuación

Una fibra óptica de longitud ( $L$ ) y coeficiente de atenuación ( $\alpha$ ) tiene una atenuación de:

$$\alpha.L = 10 \log \frac{P(0)}{P(L)} \quad \text{Ec.}$$

2.2

- $\alpha$  = coeficiente de atenuación en  $km / dB$
- $L$  = longitud de la fibra óptica en km.

Seguidamente se describen los principales fenómenos que producen la atenuación en la fibra óptica.

#### 2.6.7.1. Pérdidas Intrínsecas [10]

- ***Absorción debido a rayos ultravioletas e infrarrojos***

Este mecanismo de pérdidas se debe a la interacción existente entre los fotones que viajan por la fibra y las moléculas que componen el núcleo. La energía fotónica se debe en parte a las moléculas de sílice que van

encontrando los fotones en su camino, produciendo vibraciones en las mismas.

La absorción debido a la componente de radiación ultravioleta de la luz transmitida decrece exponencialmente con la longitud de onda, y es casi despreciable a partir de los 1000nm. La absorción debido a los rayos infrarrojos se origina por las vibraciones entre los átomos de silicio y oxígeno, creciendo exponencialmente con la longitud de onda, pero no es apreciable hasta los 1400nm.

➤ ***Scattering Rayleigh (esparcimiento).*** [10]

Este fenómeno de esparcimiento se produce cuando la luz encuentra en su camino partículas extrañas (irregularidades submicroscópicas en la fibra óptica) al medio continuo, cuyo diámetro es mucho menor que la longitud de onda de la señal.

Las pérdidas por efecto de Rayleigh son las de mayor influencia para longitudes de onda comprendidas entre 400 y 1.100nm. Para disminuir estas pérdidas se recomienda la utilización de longitudes de onda lo más altas posibles. En la Tabla 2.5. Se presentan las pérdidas intrínsecas típicas en la fibra óptica.

Tabla 2.5. Pérdidas intrínsecas típicas en (dB/Km)

$\lambda$ (nm)	ABSORCIÓN	RAYLEIGH
1.300	0.05	0.25
1.550	0.09	0.15
1.600	0.11	0.12

#### 2.6.7.2. Pérdidas Extrínsecas. [9]

- **Absorción extrínseca Impurezas metálicas:** Se debe a la absorción de energía luminosa por la presencia de impurezas metálicas contaminantes durante la fabricación de la fibra. Los tipos de impurezas más usuales en la fibra óptica son las metálicas (hierro, cromo, cobalto y níquel).
- **Iones OH:** Los iones OH absorben energía luminosa, es el mecanismo de absorción más molesto y difícil de eliminar, por la presencia del agua (en forma de hidróxilo o iones OH), a 2720 nm se produce resonancia de la estructura atómica de los iones con la sílice, transfiriendo los fotones parte de su energía a los iones OH. El nivel de atenuación por este fenómeno, depende del método de fabricación de la fibra.

- **Perdidas por difusión de Hidrógeno:** También se ha descubierto un fenómeno de absorción originado por filtración de hidrógeno, desde el exterior hacia el núcleo de la fibra. Ocasiona pérdidas en la segunda y tercera ventana de transmisión.
  
- **Pérdidas por curvaturas de la fibra.** Siempre que la fibra se somete a una curva por bobinado, tendido, etc., se origina una atenuación adicional por el hecho de que el interfaz núcleo-cubierta deja de ser geoméricamente uniforme. En algunos puntos de dicha curvatura la luz se refleja con ángulos diferentes al ángulo crítico. Por tanto, la luz que incida con ángulos menores al ángulo crítico se refracta y pasa al material menos denso, es decir la cubierta de la fibra. [9]

No obstante, como esta atenuación varía exponencialmente con el radio de curvatura, estas pérdidas son inapreciables hasta que se sobrepasa una curvatura crítica. Por tanto, más que conocer la variación de las pérdidas con el radio de curvatura interesa, a efectos prácticos, conocer el radio de curvatura mínimo posible para un cable de fibras ópticas, y se establece aproximadamente en unas diez a doce veces el diámetro exterior del cable de fibra.

- **Pérdidas por microcurvaturas:** Las microcurvaturas son aleatorias y sus causas pueden ser múltiples. Por ejemplo bajo determinadas condiciones ambientales existe la posibilidad de que, ante una rotura del cable de fibra óptica, penetre agua y se escurra en el interior. [9]

Las pérdidas causadas por las microcurvaturas pueden reducirse adoptando las siguientes medidas:

- Aumentar la diferencia de índices de refracción entre núcleo y cubierta
- Aumentar el radio del núcleo.



## **CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TRANSMISIÓN**

### **3.1. Introducción.**

La empresa CANTV ha iniciado un proyecto de potencialización de su red; y es por esta razón, que se desarrolla la presente investigación para la implementación de una nueva red ultima generación entre salas de operaciones de la empresa, este trabajo servirá de base para futuras implementaciones, logrando así, potencializar la empresa en su propio beneficio y de sus clientes y abonados.

CANTV por ser la empresa telefónica de mayor prestigio en telecomunicaciones del país, tiene en su haber innumerables clientes importantes tales como Bancos, empresas de producción privada y social, televisoras, radios, PDVSA, entes gubernamentales (Gobernaciones, Alcaldías, Ministerios, Seniat, etc.), Universidades, y otros. Con esto desea seguir siendo el primer proveedor de telecomunicaciones en el país, y estar a la vanguardia de los últimos avances tecnológicos, para brindarles a sus clientes calidad y rendimiento en el servicio.

El objetivo de este capítulo es presentar las características técnicas de la red coaxial y equipos terminales que integra la plataforma actual en la empresa CANTV.

### 3.2. Ubicación del centro de operaciones de CANTV Oriente.

El Centro de Operaciones de CANTV, se encuentra ubicada en la Av. Municipal de la Ciudad de Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui, donde distribuye gran parte de la cobertura del servicio de telecomunicaciones al oriente del país; esta integrado por dos Centrales o Nodos: Anz-I y Anz-II, como se puede observar la ubicación satelitalmente en la siguiente figura 3.1.



Figura. 3.1. Centro de Operaciones CANTV Puerto La Cruz. Satélite Google

La empresa CANTV ha experimentado en los últimos años un crecimiento acelerado en las conexiones a través de cables coaxiales, realizadas en sus instalaciones, para solventar la demanda de servicios ofrecidos a sus clientes y abonados; esto ha generado un aumento del volumen de cables coaxiales en la red y en los ductos donde hace el

recorrido; lo que hace inviable seguir realizando tendidos de cables coaxiales, a medida que se solicita los servicios, se requiere una mayor cantidad de cable coaxial, lo que producirá en poco tiempo un colapso en los ductos, generando con esto, problemas de conexión y expansión de la red y sobre todo aumento el costo de la inversión en la red .

### **3.3. Descripción del cable coaxial utilizado por la empresa CANTV**

Los cables son el componente básico de todo sistema cableado. Existen diferentes tipos de cable, la elección de uno respecto a otro depende del ancho de banda necesario, la distancia existente y el costo del medio. Cada tipo de cable tiene sus ventajas e inconvenientes; no existe un tipo ideal. Las principales diferencias entre los distintos tipos de cables radican en la anchura de banda permitida y consecuentemente en el rendimiento máximo de transmisión, su grado de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y la relación entre la atenuación de la señal y la distancia recorrida.

#### **3.3.1. Cable Coaxial.**

Es un cable muy usado en comunicaciones y antenas de televisión; y especialmente, para conectar terminales y otros dispositivos que necesitan altas velocidades de comunicación. Es usado en redes Ethernet como un cable grueso y barato. El cable coaxial es también ampliamente usado para transmitir señales de voz, video y datos simultáneamente, y su conectividad

son de “punto a punto y multipunto”. Sin embargo, presenta bastantes desventajas tal como la dificultad de añadir o quitar dispositivos de una LAN coaxial ya que el cable en si es grueso y difícil de manejar. En el presente esta siendo desplazado por el par trenzado que es más barato y puede soportar velocidades de transmisión de hasta 100 Mbits/s. y por la fibra óptica con velocidades de transmisión de más de 2 Gbits/s. ver la siguiente figura 3.2.



Figura. 3.2. Cable coaxial. [15]

### 3.3.2. Estructura del cable coaxial.

El cable coaxial consta de un alambre de cobre en su parte central o núcleo. Este se encuentra rodeado por un material aislante; a su vez, el material aislante está recubierto por un conductor que suele presentarse como una malla trenzada como se aprecia en la figura 3.3. Por último, dicha malla está recubierta por una capa de plástico protector PVC.

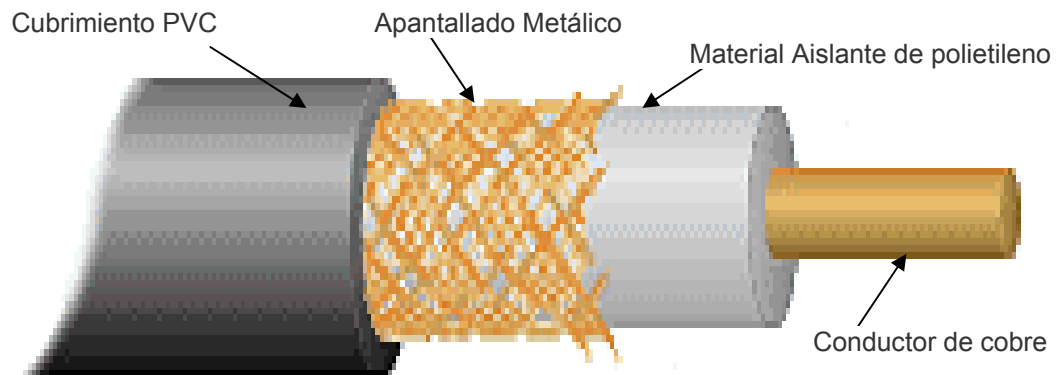


Figura. 3.3. Estructura del Cable Coaxial. [15]

### 3.3.3. Clasificación del cable coaxial.

Los cables coaxiales pueden ser clasificados de dos maneras:

- **Coaxial RG 58 de 50 Ohm en Banda Base:** con un núcleo de 0.9mm, los cables de banda base poseen como conductor una malla de hilos de cobre en torno del dieléctrico que envuelve al conductor interno, para este cable se usa el conector BNC, siendo utilizados en la transmisión digital.
- **Coaxial RG 59 de 75 Ohm en Banda Ancha:** con un núcleo de 0.81mm, los cables poseen como conductor externo una envoltura de aluminio en torno del dieléctrico, y son usados para la transmisión de banda ancha (TV). [17]

### 3.3.4. Conector utilizado para el cable coaxial.

El más usado es el conector BNC, sus siglas en ingles Bayone-Neill-Concelman, en honor a sus creadores Paul Neill y Carl Concelman. Estos conectores son ideales para la terminación de cables coaxiales de miniatura y subminiaturas (RG-58 a RG-179), etc. tiene un desempeño aceptable hasta unos pocos cientos de Mhz, se muestra en la figura 3.4 y 3.5. [15]

Existen varios componentes importantes en la familia BNC, incluyendo los siguientes:

- **Conector del cable BNC:** está soldado o plegado al extremo final del cable.
- **Conector BNC T:** conecta una tarjeta de red del ordenador a un cable de red.
- **Prolongador BNC:** une dos segmentos del cable coaxial para crear uno más largo.
- **Terminador BNC:** se coloca en cada extremo de un cable en una red Bus para absorber señales de interferencia. Tiene conexión a tierra. Una red bus no puede funcionar sin ellos.



Figura. 3.4. Conector BNC macho para cable coaxial. Fuente CANTV.

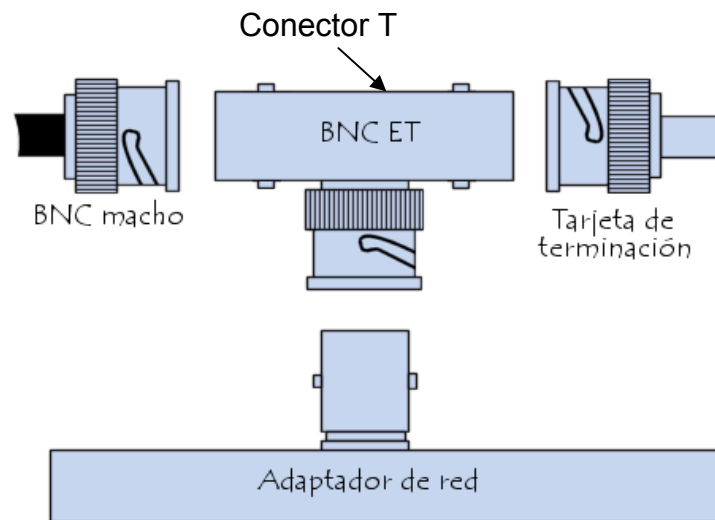


Figura. 3.5. Conectores BNC T. [15]

El cable coaxial ha sido el medio más usado para la interconexión de los sistemas de transmisión punto a punto, en las instalaciones de la empresa; pero el acelerado crecimiento de la demanda de servicio ha sido de tal magnitud, que las canalizaciones donde hacen el recorrido los cables están

saturadas en peso y espacio, produciendo fallas en los sistemas, como se puede observar en la figura 3.6 es un ejemplo real de La mala distribución del tendido de cable coaxial lo que ha generado el máximo de su capacidad en las instalaciones.



Figura. 3.6. Disposición actual del sistema cableado de la Sala de Conmutación. Fuente CANTV.

### 3.3.5 Ventajas del cable coaxial. [15]

- Inmunidad a interferencias externas.
- Es capaz de llegar a anchos de banda comprendidos entre los 80 Mhz y los 400 Mhz (dependiendo de sí es cable coaxial fino o grueso. Esto quiere decir que en transmisión de señal analógica seríamos capaces de tener, como mínimo, del orden de 10.000 circuitos de voz.



### 3.3.6 Desventajas del cable coaxial. [15]

- Cuanto más corto mejor, es recomendable que la distancia no exceda los 100 metros, ya que la pérdida de energía no es lineal, por lo tanto duplicar el largo del cable implica perder mucho más que el doble de energía.
- A medida que se realizan más conexiones con cable coaxial el costo del sistema se eleva por el número de cables que se requieren para ampliar la red.
- Su peso y volumen son superiores a las fibras ópticas.
- Es engorroso el manejo del cable a distancias que superan los 100 metros.
- El coaxial tiene una limitación fundamental para transportar señales de alta frecuencia en largas distancias, ya que a partir de una cierta distancia el ruido superará a la señal. Esto obliga a usar amplificadores, que introducen ruido y aumentan el costo de la red.
- cuando la transmisión es digital necesita repetidores cada 1 Km.
- El cable coaxial en general solo se puede utilizar en conexiones Punto a Punto sin capacidad de conmutación a otros sistemas, y usado dentro de los racks.

### **3.4. Ventajas y desventajas del enlace actual de cables coaxiales.**

#### **3.4.1. Ventajas de la red de cables coaxiales.**

- Este posee inmunidad de interferencia.
- La transmisión en ancho de banda de 2 Mbps.
- La facilidad de construcción de los conectores BNC.
- Enlaza la comunicación entre equipos de diferente protocolo.

#### **3.4.2. Desventajas de la red de cables coaxiales.**

- La principal desventaja es en el gran volumen y peso que genera el cable coaxial por las canalizaciones.
- La distancia que existe entre los edificios Anz.-I y Anz.-II no debe exceder los 120 metros, pues la red de cable coaxial produce atenuación en la transmisión de la información a una distancia superior sin repetidores.
- La red de cable coaxial actual ha copado toda la ductería o canalización por donde hace su recorrido entre los edificios y las salas limitando la conexión para nuevas instalaciones de cable coaxial.

- La red coaxial es un sistema de red punto a punto, esto significa un mayor uso de cable coaxial entre puntos de conexión.

### **3.5. Diferentes sistemas de transmisión que emplea la empresa cantv.**

#### **3.5.1. Red de Acceso Fijo.**

La empresa CANTV posee una red de acceso fijo de voz, datos, video, Internet., a nivel local, urbano e interurbano, entre ellos esta la Telefonía Pública, Internet, Datos de baja y alta velocidad y Videos; las redes que se encargan de la distribución de estos servicios son: la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN), la Red de Datos Dedicado (RDCD), la Red ATM/FR (Asynchronous Transfer Modo/ Frame Relay), y Redes de Transporte Urbano e interurbano.

#### **3.5.2. Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC).**

La finalidad de esta red es la distribución del servicio telefónico tanto público como privado. Esta compuesta por centrales telefónicas analógicas y centrales digitales. Y es un conjunto ordenado de medios de transmisión y conmutación que facilitan, fundamentalmente, el intercambio de la palabra entre dos clientes mediante el empleo de aparatos telefónicos; el objetivo fundamental de la Red telefónica conmutada es conseguir la conexión entre

todos los usuarios de la red, a nivel geográfico local, nacional e internacional.  
Ver la figura 3.7.

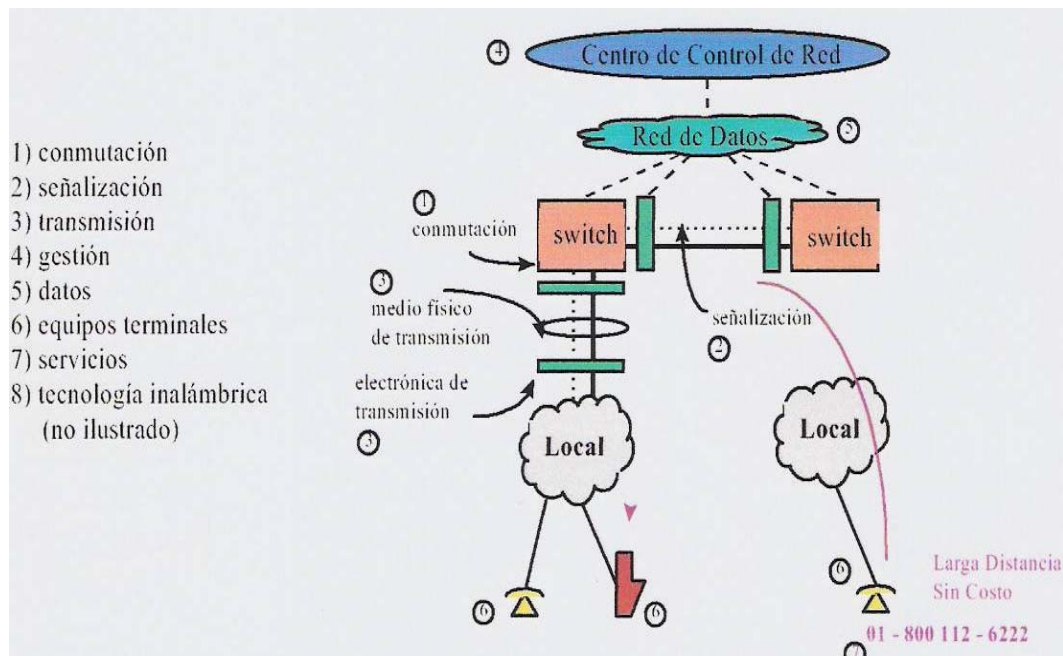


Figura. 3.7. Composición de la red RTPC. [15]

### 3.5.2.1. Conmutación.

Los nodos de conmutación son parte fundamental de la red RTPC, ya que son los encargados de realizar las diversas funciones de procesamiento que requieren cada una de las señales o mensajes que circulan o transitan a través de los enlaces de la red. Desde un punto de vista topológico, los nodos proveen los enlaces físicos entre los diversos canales que conforman la red.

### **3.5.2.2. Señalización.**

Es el lenguaje que las centrales telefónicas utilizan para hablarse entre si y para hablar con las terminales de los clientes. El protocolo mas utilizado actualmente es el **ISUP** (Protocolo de Circuitos Conmutados, es usado para configurar, manejar y gestionar llamadas de voz y datos sobre **RTPC**), que opera sobre líneas digitales y es capaz de manejar tanto llamadas convencionales como **RDSI** (Red Digital de Servicio Integrado. Facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios). Algunos de los servicios que provee ISUP son: Llamada en espera, identificación de números y redireccionamiento de llamadas.

### **3.5.2.3. Transmisión.**

Se entiende como el medio físico que conduce las señales portadoras de voz o datos por la red, así como también los equipos electrónicos del medio. El medio físico de transmisión puede ser: aire, cable coaxial, fibra óptica, cable de cobre, etc.

### **3.5.2.4. Gestión.**

Los elementos de gestión mantienen vigilancia ininterrumpida sobre los elementos de red; proporcionando mecanismos automatizados, centralizados y amigables para configurar los elementos de la red. También, optimizan la

administración de los recursos de conmutación y transmisión y hacen eficiente el mantenimiento preventivo de la red.

#### **3.5.2.5. Datos.**

La red de datos otorga al centro de control el poder de comando sobre los equipos electrónicos. Recolecta información sobre el comportamiento de los equipos de la red, transfiere los registros de cada llamada telefónica a de la red, las plataformas de facturación y procesamiento.

#### **3.5.2.6. Equipos Terminales**

Son propiedad de los clientes y pueden ir desde un simple teléfono convencional, una maquina de fax hasta un complejo sistema de PBX (*Central Secundaria Privada Automática*), es cualquier *central telefónica* conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de *líneas troncales* para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica), para la telefonía interna de una gran empresa.

#### **3.5.2.7. Servicios.**

Los servicios que se pueden prestar en una RTPC son:

- Larga distancia Nacional e Internacional.
- Asistencia por operadoras.
- Redes privadas virtuales **VPN** (esta red crea un túnel o conducto de un sitio a otro para transferir datos y a esto se le llama encapsulación), nacionales, Internet y RDSI.

### **3.5.3. Red de Datos Dedicado (RDCCD).**

La red ATM utiliza como plataforma de acceso para los usuarios a la RDCCD. Con esta red es posible brindar acceso a usuarios a velocidades desde 64 Kbps hasta 2 Mbps.

### **3.5.4. Red ATM (modo de transferencia asíncrona)**

Es un método de transmisión asincrónica de señales en un solo canal (multiplexación) de diversos servicios, tales como voz, dato y video a muy alta velocidad. Una conexión ATM, consiste en “celdas” de información contenida en circuitos virtuales (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes presentadas como generadores de bits a tasas de transferencias constantes como la voz y a tasas variables tipos ráfagas como los datos. Cada celda de longitudes fijas compuesta por 53 bytes, lo que permite que se trabaje a velocidades de gigabits por segundo, de los cuales 48 son para información y los restantes 5 para uso de campo de control (cabecera), con

información de ¿quien soy? y ¿y donde voy?; es identificada por un (VCI) (virtual circuit identifier) identificador de circuito virtual, y un (VPI) (virtual path identifier), identificador del camino virtual; estos dos parámetros de ATM, sirven para crear varias conexiones lógicas dentro de una sola conexión física, y para direccionar a nivel ATM. Cada terminal ATM tiene un par VPI / VCI que le identifica dentro de la red ATM en cuestión). Dentro de esos campos de control, que incluye tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión.

### **3.6. Estructura actual de la red de comunicación entre salas de las centrales ANZ.-I y ANZ.-II.**

El sistema de red de la empresa CANTV, interconecta las salas: Datos, Transmisión, conmutación y PCM; a través de enlaces de cable coaxial, para establecer la comunicación entre ellas. Están integradas por diferentes equipos entre ellos están los de conmutación, microondas, matriz de video, centrales telefónicas, distribuidores coaxiales, alimentadores de energía, etc. En la siguiente figura 3.8, se muestra un diagrama de bloques de red entre las salas, se puede observar que la Sala de **Datos** ubicada en el piso 1 de la central Anz-I, esta interconectada a través de cientos de enlaces de cables coaxiales con la sala **PCM** (*Modulación por Impulsos Codificados*) y a su vez con la Sala de **Transmisión** en la central Anz-II, piso 1 y 3 respectivamente; para acceder a los equipos que dan servicio a las redes urbanas e interurbanas. La Sala PCM se encuentra conectada a la Sala de **Conmutación**; esta sala es la encargada de la distribución del servicio telefónico, conjuntamente se encuentra conectada la Sala **Tandem**, la cual



es una extensión pequeña de la sala PCM para proveer servicio a nivel urbano.

Dependiendo del servicio y de las rutas, ya sea Local, Urbano o Interurbano, el tráfico de información será guiado hacia las centrales de distribución por cable de cobre, estas centrales: Municipal, Delicias, Guanta, Barcelona, Lecherías, Tronconal, El Saman, Oropeza, entre otras, se encuentran ubicadas estratégicamente en la ciudad para acceder a la red principal y ofrecer un servicio ya sea de voz dato video etc.

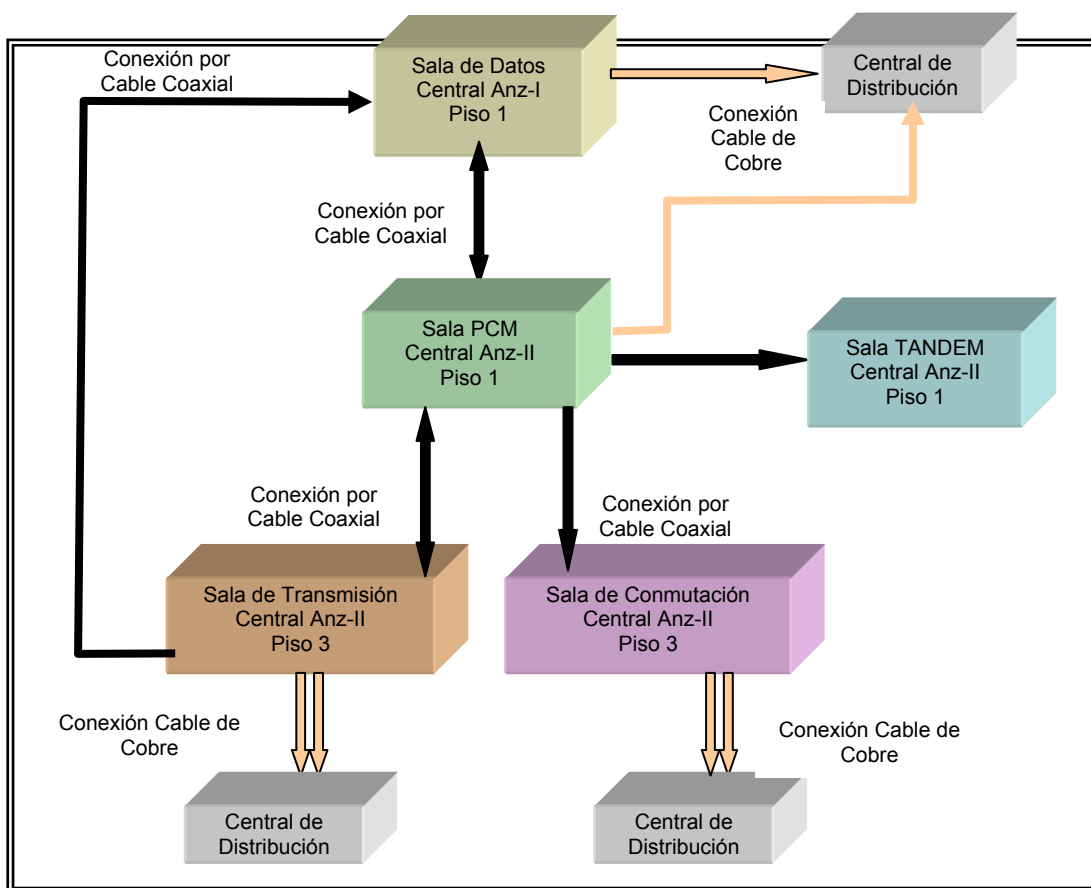


Figura. 3.8. Red de cable Coaxial entre salas Dx, Tx, PCM, Cx. Fuente Propia

### 3.6.1. Descripción de la Sala de Datos (Dx).

La **Sala de Datos** se encuentra ubicada en la central Anz.-I piso 1; donde llega la transmisión de datos proveniente de la matriz central; y esta integrada por equipos terminales, de los cuales, dependiendo de la necesidad del servicio, se conectan a equipos instalados en la central Anz.-II, a través de cable coaxial que llegan a distribuidores coaxiales, a las Salas de Transmisión, Conmutación y (PCM) (*Modulación por Impulsos Codificados*), en los pisos 1 y 3, para formar el enlace de comunicación, dando servicio tanto local, urbano e interurbano de Voz, video, Datos, CPA (central privada automática), etc. La figura 3.9 muestra la sala de Datos.



Figura. 3.9. Sala de Datos. Fuente CANTV.

La siguiente figura 3.10 muestra la situación actual de la creciente cantidad en la distribución de líneas de cable coaxial, y el difícil acceso a los enlaces en las canalizaciones del sistema de cableado hacia otras salas.

Esto a generado un problema evidente en las instalaciones de la empresa, de no ser resuelto se colapsará por completo impidiendo nuevos expansiones.

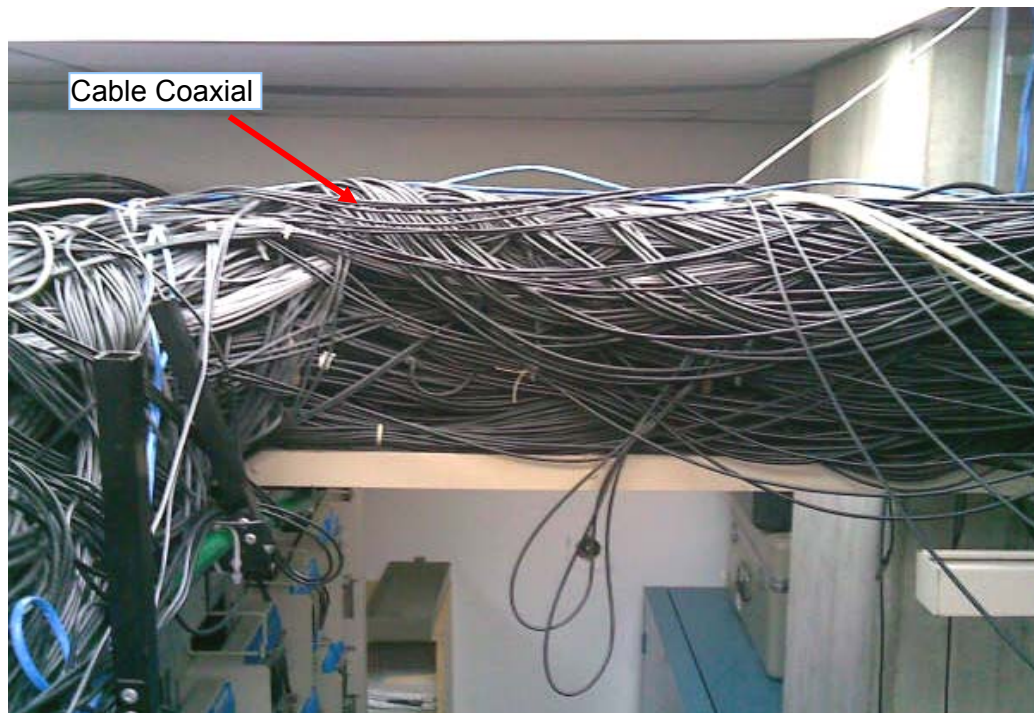


Figura.3.10. Disposición actual del Sistema de cableado de la Sala Dx. Fuente CANTV

El gran número de enlaces que pasa por estas canalizaciones ha llegado al máximo de su capacidad, produciendo desgaste en las líneas, recalentamiento en los enlaces e impidiendo la reparación o retiro de enlaces que no prestan servicio.

Para tener una idea de cómo están conectados la mayoría de los enlaces existentes entre centrales, para lograr la transmisión de los servicios ofrecidos a sus clientes, se muestra como ejemplo, un esquema de un servicio de transmisión, en este caso hacia la empresa PDVSA. Cuando la empresa PDVSA, solicita un servicio de Datos (E1) (transmisión digital de 2048 Mbps), la solicitud del servicio se realiza a través de la central principal en Caracas, donde se realizará el estudio para asignar los puertos disponibles para dicha instalación, luego de tener todos los puertos ya asignados se envía la solicitud de instalación a la Central Oriente Oficina de Datos, donde el personal técnico asignado realizará la instalación, con soporte o documento del proyecto, en la siguiente figura 3.11, se observa el enlace y el recorrido que debe realizarse para acceder al servicio en los equipos asignados en las diferentes salas de las centrales.

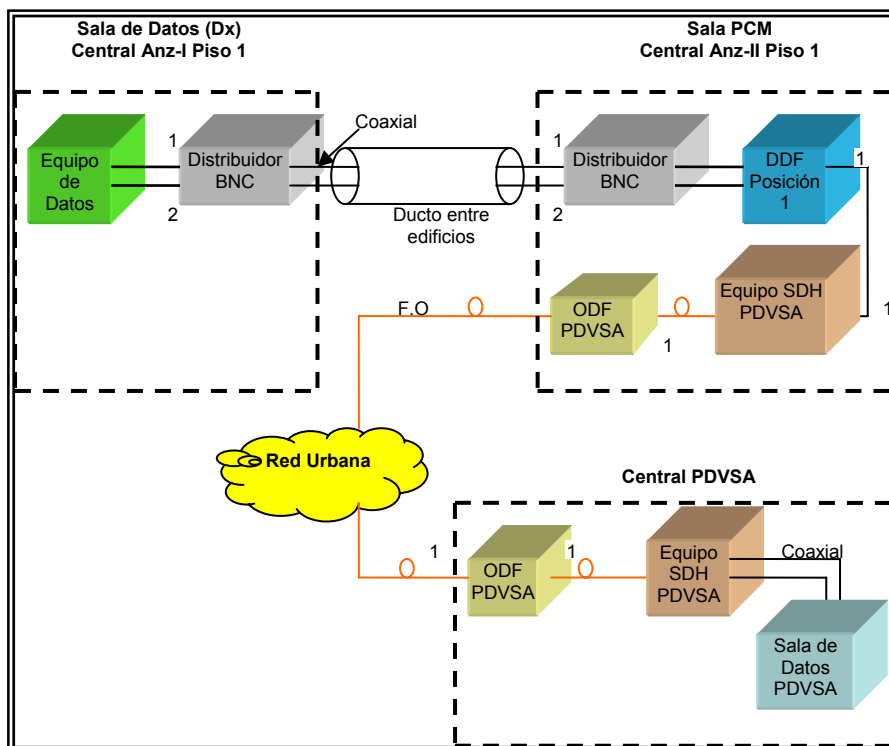


Figura. 3.11. Ejemplo de un sistema de transmisión urbano. Fuente Propia.

Como se muestra en la figura 3.11, inicialmente en la Sala de Datos de la Central Anz-I, se encuentra ubicado el equipo de datos, donde llega la señal de la red principal, conectándose en conjunto con otros equipos en las otras salas para proveer servicio a la empresa PDVSA; este equipo de datos se le conectan dos cables coaxiales que van hacia un Distribuidor coaxial BNC en las posiciones, por ejemplo (1 y 2), para transmisión y recepción, en dicha sala, luego del mismo distribuidor salen dos cables coaxial, haciendo su recorrido por canalizaciones aéreas, pasando a través de un ducto que esta entre los dos edificios, de ahí van dirigidos hacia la sala PCM, en la Central Anz-II, piso 1, a una distancia de 120 metros, donde esta ubicado otro Distribuidor coaxial BNC, igual al de la Sala de Datos, al que llegan los cables en las mismas posiciones (1 y 2), luego de esta conexión van dirigidos dos cables coaxiales hacia el distribución de señales digitales (DDF), en la posición 1; para luego ser guiado por un cable coaxial al equipo SDH PDVSA, ubicado en dicha sala PCM, y de este equipo SDH se conecta a través, de fibra óptica a un ODF (Distribuidor de Fibra Óptica), y luego es transmitido, por fibra óptica a la red urbana, hasta la Central de PDVSA Guaraguao, donde se encuentra otro ODF similar al de CANTV y con las mismas posiciones asignadas, se conecta al equipo SDH, para ser interconectado a un Distribuidor coaxial y luego a los equipos de datos de la Sala de la empresa PDVSA y completar las conexiones requeridas para acceder al servicio ofrecido por la empresa CANTV, este tipo de conexión es regularmente realizada para brindar servicio a sus clientes.

La propuesta de este proyecto es la eliminación de varios pasos que actualmente siguen siendo vitales para la interconexión de los equipos entre salas, los cuales cada vez más saturan la red, imposibilitando la venta del servicio, la importancia de una nueva red con la implementación del equipo

Sagem 2500, estará dándole a la red un nuevo enfoque a las conexiones que van hacia los equipos terminales, haciendo la red más fácil de conectar, con mayor capacidad, velocidad de transmisión, sin interferencias y con un respaldo en caso de fallas.

Con la implementación de un nuevo enlace con equipos ADR 2500 NG (nueva generación), se garantizará una mayor confiabilidad y disponibilidad en la red y en los equipos involucrados en dichos sistema sin la necesidad de tener que, hacer tendidos de cientos de metros de cable coaxial entre las salas cada vez que, se requiera una nueva instalación de servicio, esto será posible a la nueva implementación de red en anillo con redundancia estos equipos se conectarán estratégicamente en las Salas de Datos, transmisión, PCM y Conmutación.

#### **3.6.1.1. Equipos de la Sala de Datos**

##### **➤ Router**

Este equipo es el elemento por excelencia para la interconexión de redes LAN para formar una red WAN (red metropolitana de larga distancia (Km), actúa de manera análoga a un bridge (puente), pero empleando las direcciones lógicas en vez de las físicas, también realizan funciones de control de tráfico y encaminamiento de paquetes por el camino más eficiente de menor tráfico en ese momento, en la figura 3.12 muestra el router. [12]



Figura. 3.12. Router. Fuente CANTV [12]

➤ **ADC (Distribución de Cable Coaxial)**

En la Sala de Datos se encuentran dos distribuidor de cable coaxial con, conectado a través de un con paneles de conexión para BNC de estos paneles están contenidos los E1 (2.048 Mbits) que va hacia cada una de los equipos correspondientes para darles servicio a los clientes



Figura. 3.13. Distribuidor de Cable coaxial. Fuente CANTV

➤ **ODF ( Distribuidor de Fibras Ópticas)**

El distribuidor de fibras ópticas, es el encargado de conectar las diferentes equipos terminales para la conectividad de las redes entre salas, estos distribuidores son equipos instalados hace pocos años los cuales poseen gran cantidad de fibras disponibles para futuros proyectos, con un mínimo de 12 hilos de fibras monomodo de largo alcance en cada una de las bandeja, haciendo un total de 48 hilos en un estante, como se muestra en la siguiente figuras 3.14. Cada sala posee mínimo dos distribuidores de fibra óptica.



Figura. 3.14. Distribuidor de fibra óptica (ODF). Fuente CANTV

➤ **PDB ( Distribuidor de Alimentación de Energía)**

Este equipo es uno de los que le provee de energía a los equipos en la sala de datos





Figura. 3.15. Distribuidor de Energía (PDB). Fuente CANTV

➤ **Equipo ADR 155 E. Extracción / Inserción**

Este es un equipo de Multiplexor Digital Sincrono STM-1/4 de Extracción / Inserción de multi-servicio, es un equipo de nueva generación para sistemas de transmisión óptica, el cual combina ciertas tecnologías como SDH, Ethernet y PDH, suministra el funcionamiento de nueva generación MSTP (Productos e Implementos de Alta Eficiencia), en transmisiones ópticas para el servicio de voz y dato sobre la misma plataforma, y es de fácil manejo, es gestionable desde un punto lejano.

Capacidad del equipo es de STM-1, STM-4, E1, E3/T3, y tiene para servicios Ethernet con una Velocidad de transmisión, 2 Mbits/s y 155,520 Mbps, con 63 E1 para conexiones, en la figura 3.16 se muestra el equipo.

Este equipo se encuentra ubicado en un rack de 19" en la sala de Datos piso 1 Anz-l.

ADR 155-E

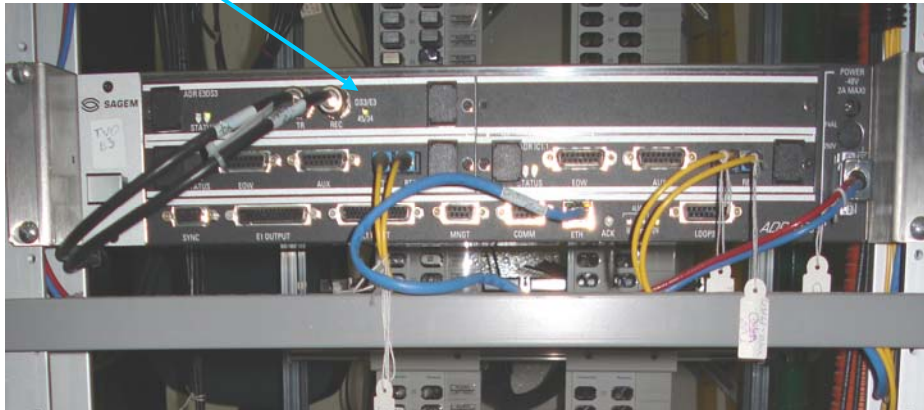


Figura. 3.16. Equipo ADR 155-e. Fuente CANTV.

➤ **Serie 3600 Mainstreet marca Newbridge**



Figura. 3.17. 3600 MainStreet. Fuente CANTV

### 3.6.2. Descripción de la Sala de Transmisión (Tx).

La **Sala de Transmisión** se encuentra ubicada en la central Anz.-II, piso 3, esta sala provee servicio regional, interurbano y nacional, de voz, video y datos, ver figura 3.18. Por ejemplo cuando un servicio esta asignado para Anaco, el Tigre o Cumana la red se conecta a equipos que se encuentran en esta sala para transmitir el servicio requerido, la cual, las anteriores salas no pueden realizar por sus limitaciones en distancia a cubrir. Los equipos que integran la sala son



Figura. 3.18. Sala de Transmisión. Fuente CANTV.

Para explicar con un ejemplo de una conexión de la sala de transmisión se tomará un servicio (E1) para datos, dirigido a la empresa ROBICA en la

entidad de Anaco, el cual es una conexión interurbana, al igual que el ejemplo anterior se cumplen los pasos necesarios para la solicitud del servicio, luego de asignados los puertos, distribuidores coaxiales y equipos, es asignado a la oficina del personal de transmisión encargado de realizar la instalación. Como se muestra en la figura 3.19, el sistema esta conectado a un equipo de datos en la central Anz-I, piso 1, del cual a través de cable coaxial esta conectado a las posiciones asignadas por ejemplo (1 y 2) transmisión y recepción en el distribuidor BNC de dicha sala, luego pasa a través de los ductos aéreos entre los edificios hasta llegar al otro distribuidor BNC en la sala PCM, en las mismas posiciones (1 y 2); ya que las posiciones son un espejo en ambos lados del cableado, como la sala de transmisión no esta conectada con la sala de datos

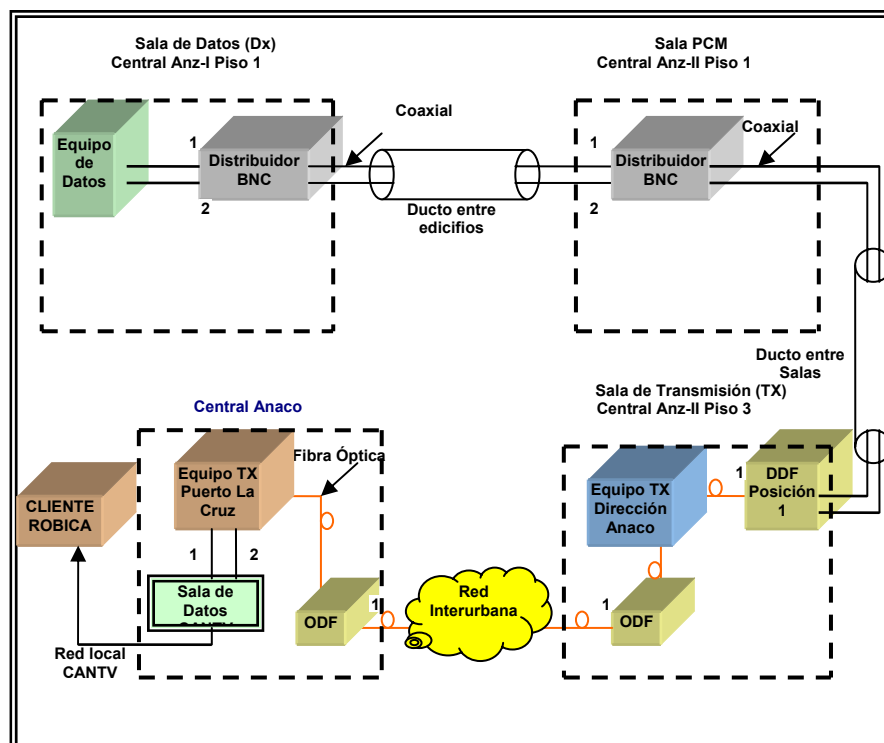


Figura. 3.19. Sistema de cableado actual de servicio a RUBICA Anaco.

Fuente CANTV

Anz-I directamente, y para acceder a las conexiones necesarias en la Sala de Transmisión piso 3 de la central Anz-II, es obligatorio pasar por la sala PCM, a través del cable coaxial y luego hacer el recorrido hasta el piso 3, pasando por un distribuidor de cable coaxial el cual el volumen de cables supera su capacidad haciendo complicado el recorrido de nuevos enlaces; al llegar a la Sala de Transmisión donde está el DDF (distribuidor de cables coaxiales) que permitirá la conexión con el equipo de transmisión dirección Anaco encargado de la transmisión interurbano, los cuales tienen sus puertos asignados a dicho servicio y luego a través de fibra óptica es conectado a un ODF(distribuidor de fibra óptica), de donde saldrá la conexión a la red interurbana, hasta la central interurbana de Anaco por fibra óptica, luego conectarse a un ODF en la central de anaco, posteriormente hacer el enlace con el equipo de transmisión dirección Puerto La Cruz, y luego conectarse a la sala de datos de la red local de CANTV Anaco, para realizar las conexiones hasta llegar al cliente ROBICA en Anaco, como este ejemplo casi todos los casos se rigen por el mismo método de conexión aquí descrito.

#### **3.6.2.1. Los Equipos que integran la Sala de Transmisión**

- Equipo SDH NEC a una velocidad de 2.5 giga.
- Equipo Ericsson DDF.
- Equipo OSN 3500 HUAWEI.
- Equipo SIEMENS.

- Equipo de Radio.
- Bastidor de datos.
- Metro 1000 HUAWEI.
- ODF Distribuidor de fibra óptica.
- DDF Huawei Distribuidor de cables coaxiales.
- PDH Ericsson a tasas de transmisión de 565Mbps y 140Mbps.
- Matriz de Video.
- Equipos de la Serie 3600 marca Manstreet independiente.
- Microondas.

### **3.6.3. Descripción de la Sala PCM (Modulación de Impulsos Codificados).**

Está sala ubicada en el piso 1 de la central Anz.-II, maneja la transmisión de toda la información que va hacia la red urbana y local, dando servicio de voz, datos a los nodos que conforman esta zona como es la Municipal, Delicias, Paraíso, Saman, Guanta, Barcelona y Lechería. Transmitiendo el servicio a clientes importantes tales como Bancos, Televisoras, PDVSA, Hoteles, entes Gubernamentales, Comercios etc. En

las figuras 3.20, muestran las conexiones que permite la transmisión y recepción de información.



Figura. 3.20. Sala PCM. Fuente CANTV

#### **3.6.3.1. Los Equipos que integran la sala PCM.**

- Equipos SIEMENS.
- Equipos ADR 155C de Terminal de Línea para Datos marca Paigain.
- Equipos PDH de la Serie (5000 y N6000).
- Equipos SDH Ericsson.
- Equipos Metro Mil marca Huawei.

- ODF Distribuidor de fibra óptica.
- DDF Distribución cables coaxiales.
- Router HUAWEI.

#### **3.6.4. Descripción de la Sala de Conmutación.**

La sala de conmutación esta ubicada en la central Anz.-II, piso 3, el servicio telefónico Local, Urbano e Interurbano, el cual es distribuido por esta sala por medio de un sistema automatizado de mayor capacidad y esta integrada de equipos marca Huawei, y equipos NG (nueva generación), en la figura 3.21 se muestra LA Sala de Conmutación (Cx).



Figura. 3.21. Sala Conmutación. Fuente CANTV



### **3.6.5. Descripción de la Sala Tandem.**

La sala TANDEM es una central digital de conmutación encargada de proveer servicio local y urbano, y la misma esta interconectada con la sala de Dato, Transmisión, PCM y conmutación.

### **3.6.6. Central de Distribución:**

Estas son centrales secundarias de distribución, ubicadas en lugares específicos de la ciudad las cuales reciben la conexión a través de cable de cobre de las centrales principales ANZ. – I y ANZ. – II, para la distribución del servicio ABA, telefónico, datos, video, entre otros a sus clientes.

### **3.7. Diagrama General del sistema de comunicación entre salas de Operaciones.**

En el siguiente diagrama figura 3.22, se muestra la interconexión existente entre las diferentes salas: Datos, Transmisión, PCM, Conmutación; que integran las Centrales Anz-I y Anz-II, conformada por una red de cientos de enlaces de cables coaxiales, que han sido conectadas hace ya muchos años, para satisfacer la demanda de servicio de datos, voz, Internet, entre otros, que están ya en el límite de su capacidad; por tal motivo, el desarrollo de este proyecto, propone un nuevo sistema de interconexión de mayor capacidad y disponibilidad capaz de conmutar la información en caso de una falla en cualquier enlace de la red principal, teniendo un enlace de reserva

que se activará en el momento de la falla y proceder a la reparación en un tiempo menor de 24 horas, esto con la finalidad de implementar un sistema más confiable y de mayor capacidad de transmisión, y capacidad de conexiones para futuras ampliaciones.

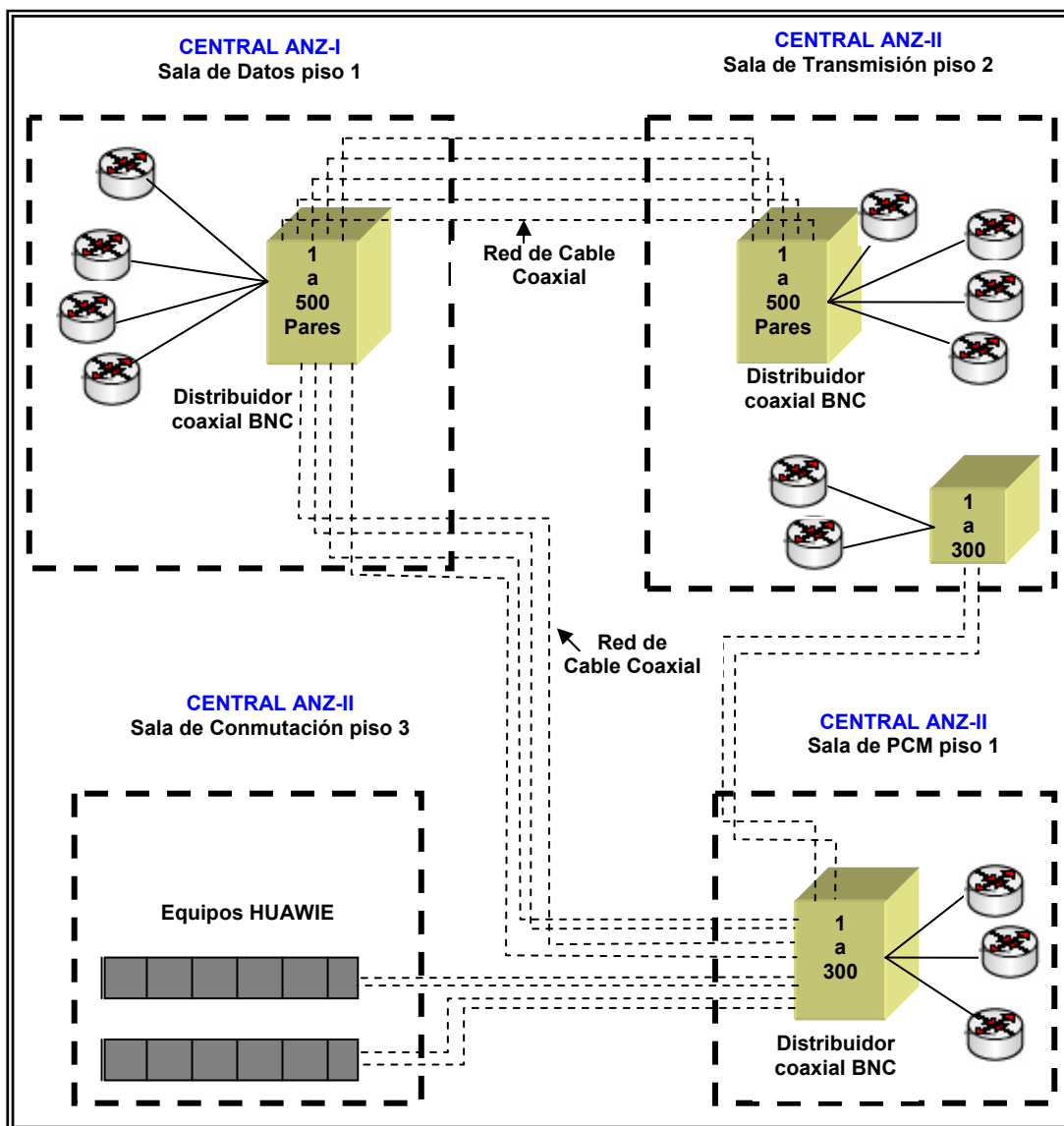


Figura. 3.22. Diagrama Circuitual de la red de comunicación. Fuente Propia.

La red de cable coaxial fue instalada hace ya muchos años; y diseñada con la finalidad de realizar las conexiones a equipos terminales de línea entre las salas de operaciones de la empresa, por medio de distribuidor coaxial BNC, como se observa en la figura 3.23, conformados por pares de cable, para la transmisión y recepción de datos a 2 Megabits/seg. (2Mbps), permitiendo el paso de servicios de voz y datos; este eslabón utiliza un cable coaxial de 75 ohmios, y se encuentra en la sala de transmisión piso 3, y de luego el cable pasa por ductos y canalizaciones aéreas, hasta llegar a la Central de Anz.-I, piso I, y todo este recorrido tiene una distancia aproximada de 150 metros. Claro está que el cable coaxial es un medio importante para las conexiones y se seguirá usando en las instalaciones, pero ahora con la ventaja que su uso será a corta distancia (metros), entre equipos que estarán conectados a los nodos del nuevo enlace en cada sala permitiendo la fluidez de la información.

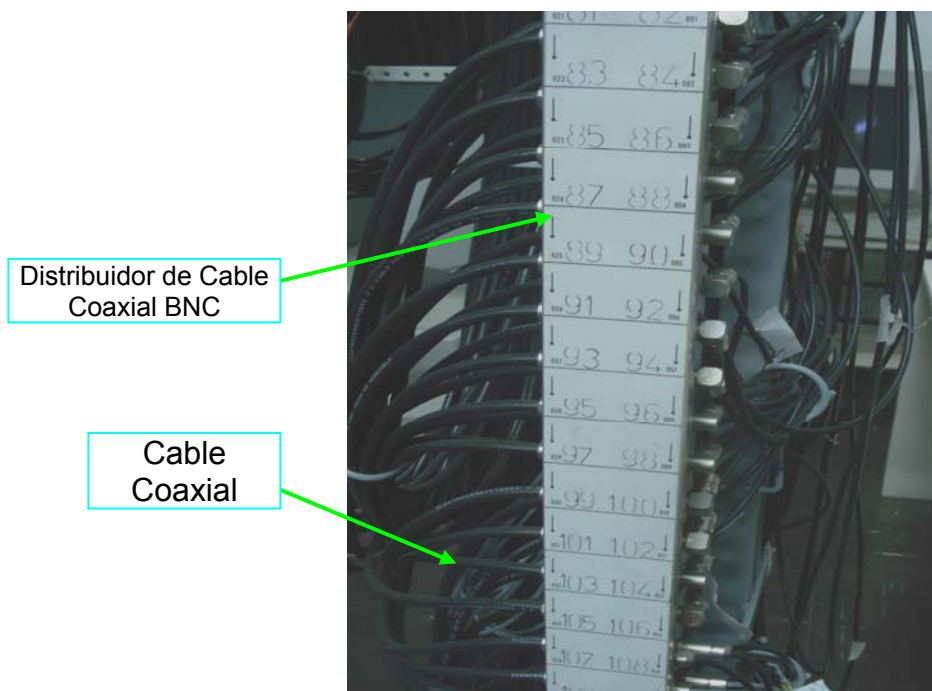


Figura. 3.23. Distribuidor coaxial BNC. Fuente CANTV

Con el transcurrir del tiempo se han realizado gran cantidad de conexiones con cable coaxial aumentando el peso y disminuyendo el espacio disponible, en la figura 3.24, es un ejemplo evidente de la congestión de las canalizaciones aéreas en la sala de *modulación por impulsos codificados* (PCM); dificultando el acceso tanto para el mantenimiento o retiro de cables que ya no dan servicio los cuales, están tan obstruidas entre si, que se hace muy engorroso retirarlos; la mayoría están unidos entre si por amarres con hilos encerados.

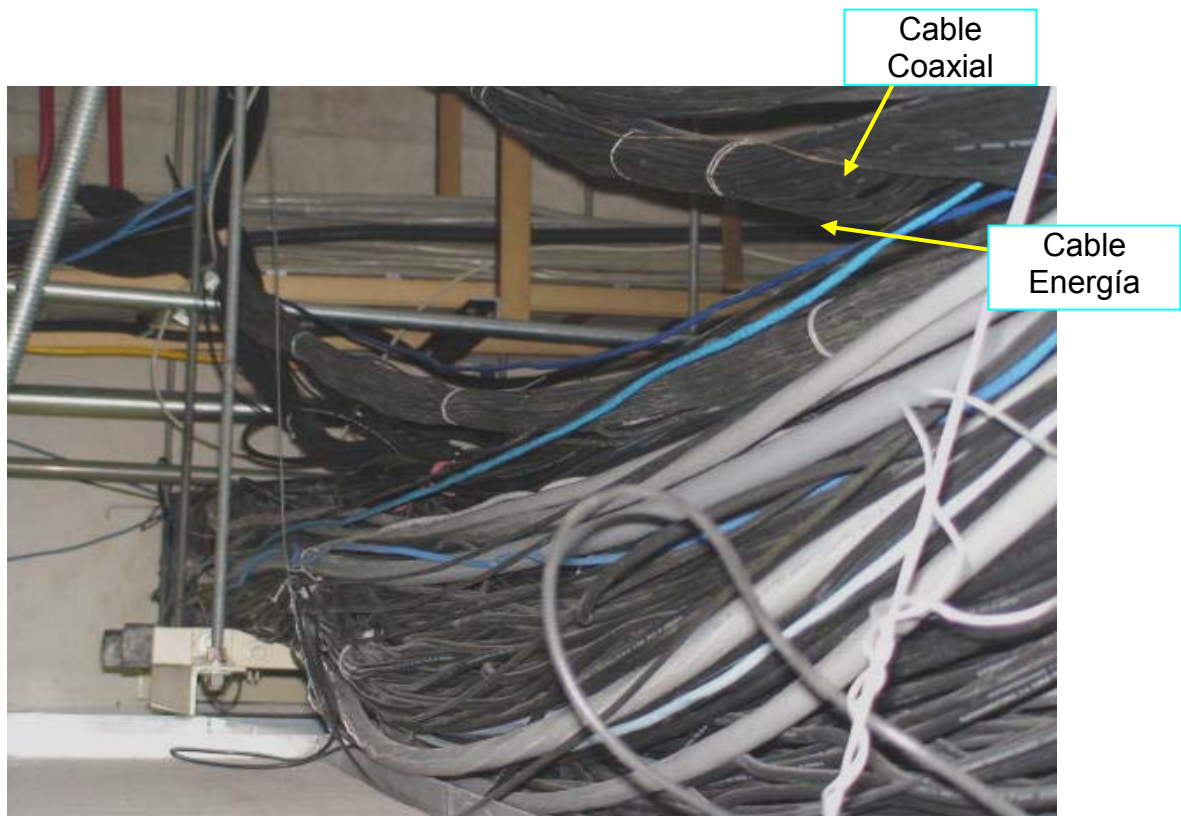


Figura. 3.24. Congestión en las canalizaciones aéreas. Fuente CANTV.

### **3.8. Características y elementos que integran el sistema de transmisión.**

Para modernizar las redes de telecomunicaciones existentes, se ha planteado la sustitución de la forma tradicional actual, el cual, se maneja a través de conexiones cableadas individuales de cable coaxial de punto a punto; por un sistema de red tipo anillo redundante de fibra óptica, para el enlace con equipos de nueva generación ADR 2500 el cual tipo una gran capacidad de transmisión y adaptabilidad a otros sistemas, proporcionando disponibilidad, flexibilidad, liviandad en la red, e inmunidad a considerables interferencias, y una mejor conectividad a corta distancia, con esto promover la expansión de las redes con más facilidad de conexión en el futuro.

La Red de equipos terminales y otros; que integran el sistema de comunicación para el buen desempeño de la transmisión de voz, datos, videos, banda ancha, telefonía y otros servicios, se describirán a continuación.

### **3.9. Conveniencia de la sustitución del enlace de cable coaxial por un enlace con fibra óptica en la interconexión de las salas.**

Como ya se a explicado el enlace existente de cable coaxial, es un sistema que enlaza los diferentes equipos que se encuentran entre las salas de las Centrales Anz-I y Anz-II, dependiendo de la solicitud del servicio se realizarán las conexiones correspondiente a la solicitud; pero este proceso a llevado al colapso de vías de acceso hacia las salas, creando gran cantidad de cable coaxial por los ductos y canalizaciones, fallas e incomodidades de

mantenimiento en la red. Por tal razón mi propuesta es el diseño de un sistema bidireccional (full duplex), constituido por terminales ópticos de línea con equipos de última generación usando el equipo ADR 2500 en configuración de anillo redundante (1+1), que permitirá la conexión de nuevos enlaces , para que, a través de este Nodo, transmita información hacia otras salas, sin la necesidad de hacer las anteriores conexiones de Central a Central, es importante aclarar que el cable coaxial se seguirá usando pero esta vez a pocos metros de distancias internamente entre las salas. Con esto se pretende aumentar la disponibilidad de la red, flexibilidad global de los circuitos, en la figura 3.25, se desglosa un ejemplo simple del circuito a implementar.

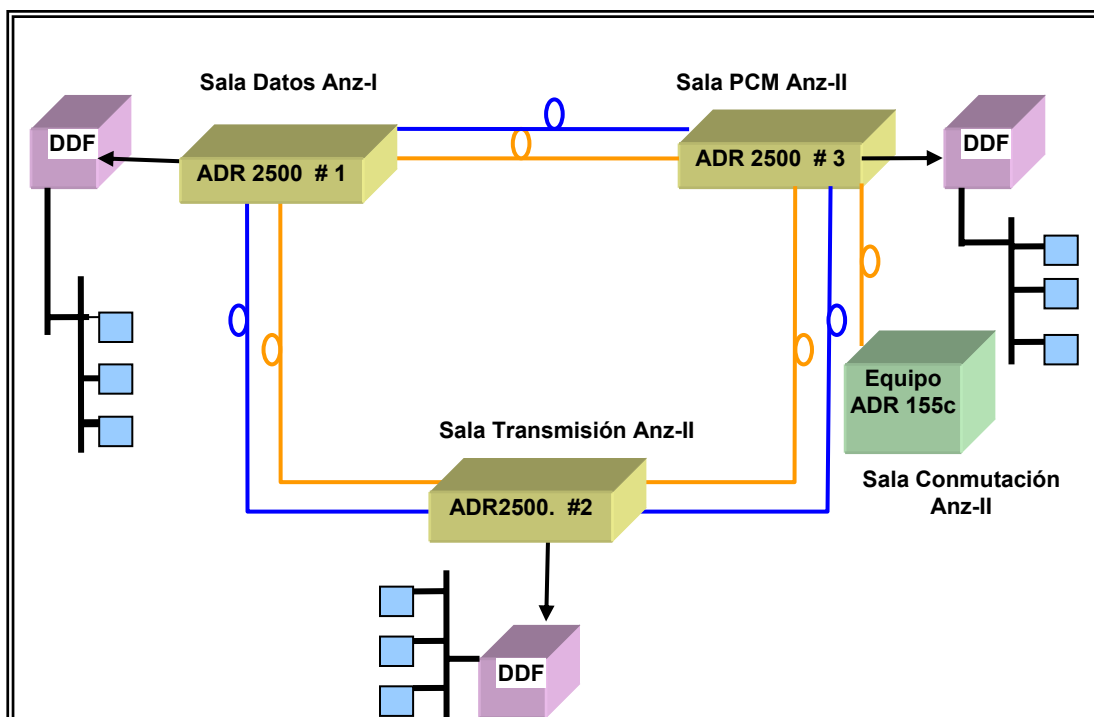
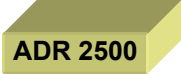







Figura. 3.25. Circuito a Implementar con el ADR 2500. Fuente Propia.

## Leyenda:

	Equipo ADR 2500.a implementar
	Cable Coaxial.
	Ruta principal de Fibra Óptica.
	Ruta secundaria de reserva de Fibra Óptica
	DDF: distribuidor de servicios E1.
	Equipos conectados a la nueva red.

Para explicar el alcance del proyecto con un ejemplo en la figura 3.26, el sistema está formado por un anillo de fibra óptica entre las salas: Datos, Transmisión, PCM y Conmutación con equipos ultima generación ADR 2500. Al solicitar un servicio por ejemplo un E1 de datos para el complejo de Jose, el equipo 1, que se encuentra en la sala de Datos Anz-I, necesita ser interconectado con el equipo 2 de la sala de transmisión en Anz-II, debido que en esta sala se encuentran los equipos que dan servicios interurbano (larga distancia) dicha conexión del equipo 1 se realizará por medio del DDF, ya previamente conectado al equipo ADR 2500 (1) que se encuentra en la sala de datos, ya existiendo la conexión de los equipo ADR 2500 entre salas por fibra óptica, se realizara con mayor facilidad la conexión sin tener que realizar tendido de gran cantidad de cables coaxiales logrando la comunicación de los equipos (1 y 2), para facilitar el servicio hacia el Complejo de Jose,.

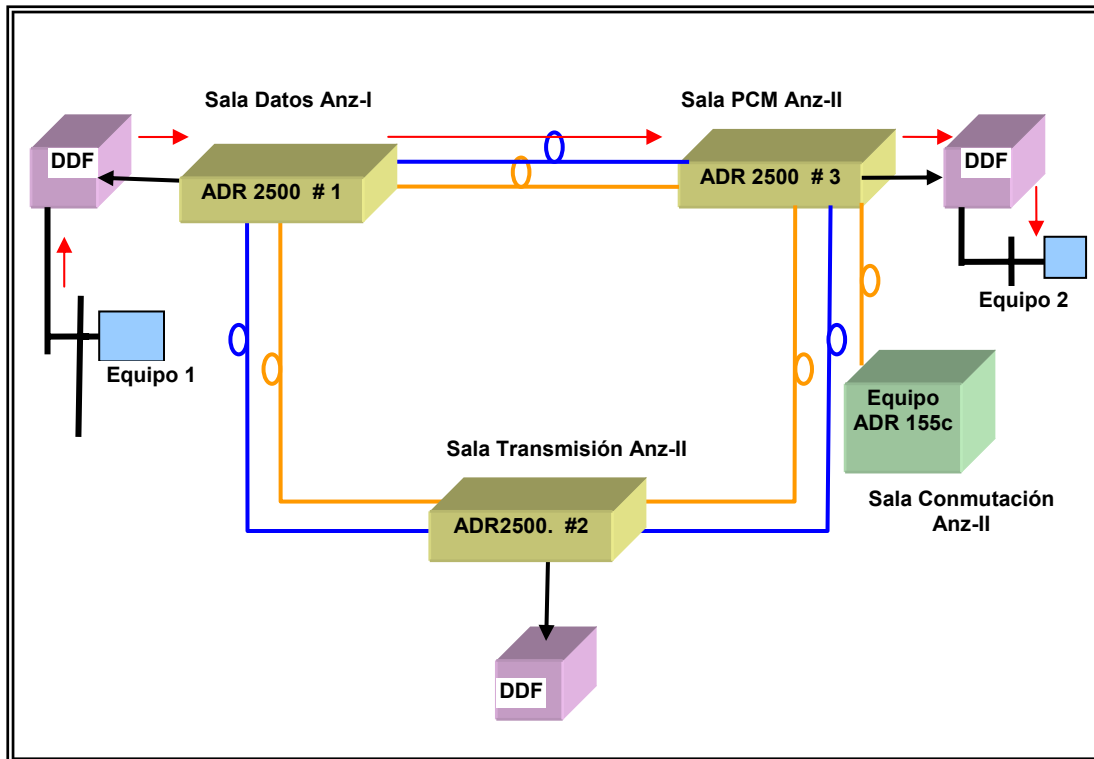


Figura. 3.26. Circuito a Implementar con el ADR 2500. Fuente Propia

Para tener una idea de la gran diferencia que existe entre los dos tipos de cables se desglosa en la tabla 3.1 una comparación en peso, longitud, atenuación del cable coaxial y el cable de fibra óptica. Por estas y otras características como capacidad y disponibilidad se elije la fibra óptica como mejor medio de transmisión.



Tabla 3.1. Comparación del Cable Coaxial con Fibra Óptica.

<b>Características</b>	<b>Fibra Óptica</b>	<b>Coaxial</b>
Longitud de la Bobina (mts)	2000	230
Peso (kgs/km)	190	7900
Diámetro (mm)	14	58
Radio de Curvatura (cms)	14	55
Distancia entre repetidores (Kms)	40	1.5
Atenuación (dB / km) para un Sistema de 56 Mbps	0.4	40

## **CAPITULO 4: DIMENSIONAMIENTO DE UN ENLACE EN ANILLO REDUNDANTE DE FIBRA ÓPTICA CON TECNOLOGIA SDH.**

### **4.1. Introducción.**

La necesidad de nuevos planteamientos en las comunicaciones surgió en países telefónicamente avanzados, en los que su red exigía soluciones a problemas de saturación, y cuya solución era conseguir medios de mayor capacidad que los existentes. Anteriormente, cuando se necesitaba un medio de transmisión de gran capacidad de tráfico se acudía a la instalación de cable coaxial o radioenlaces de mayor capacidad. Ya que al aumentar el número de enlaces necesarios por demanda de tráfico, se requería un mayor ancho de banda del portador, lo que, a su vez, requería el empleo de frecuencias cada vez más altas y, en consecuencia, mas repetidores en las rutas de cables coaxiales, causando mayor atenuación de las señales y gran volumen de cables.

Los sistemas de comunicaciones, y la fibra óptica como medio de *transmisión constituyen el desarrollo tecnológico más importante de las últimas décadas*; los logros obtenidos con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor velocidad de transmisión y disminuir casi en su totalidad los ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

El proyecto esta basado en diseñar un sistema SDH en anillo bidireccional (full- Duplex) intersalas de las centrales de la empresa, que permita la transmisión de información, a través de un anillo redundante de fibra óptica como medio de físico, constituido por terminales ópticos y equipos de última generación en configuración (1+1), distribuidos entre las salas de las centrales principales de la empresa CANTV.

El contenido de este capítulo se refiere a los cálculos del enlace a proponer, equipos SDH por instalar, conexión y configuración del enlace, localización de equipos entre las salas.

#### **4.2. Estructura de un sistema de transmisión por fibra óptica.**

El principio básico de un sistema de transmisión, es convertir la señal eléctrica en óptica en la fuente del transmisor a la fuente óptica, la señal saliente del transmisor, se propaga por la fibra óptica hasta llegar al detector del receptor en el cual se convierte la señal óptica nuevamente a eléctrica para la transmisión de información ya sea voz, datos o video, como se observa en figura 4.1.

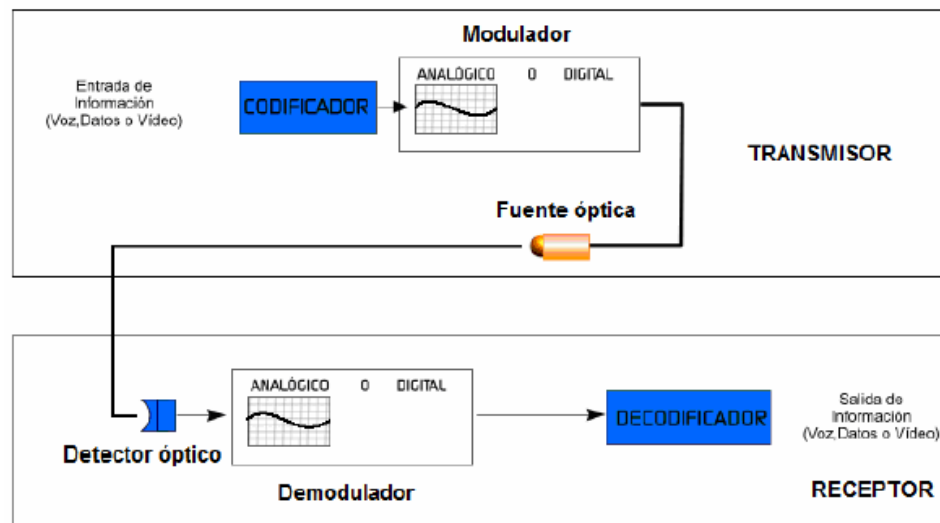


Figura. 4.1. Estructura de un Sistema de Transmisión Digital por Fibra Óptica.[7]

En resumen, se puede decir que este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED'S (diodos emisores de luz) y láser.

### 4.3. Configuración redundante de una red por fibra óptica.

#### 4.3.1. Anillos Bidireccionales.

Cada fibra divide su capacidad en partes iguales y la dedica a llevar tráfico principal y de protección. La transmisión entre dos nodos se realiza siempre sobre la ruta más corta utilizando la parte de tráfico normal. Cuando ocurre un fallo en la red (por ejemplo una rotura en la fibra que une A y C) el

tráfico de salida de A es puentado sobre el tráfico de protección del otro anillo; el nodo remoto, C, extrae ese tráfico en su enlace de salida y lo reenvía por la parte de tráfico normal de entrada, como se muestra en la figura 4.2.

Cada vez que se realiza una reconfiguración en la topología, el maestro envía una notificación a todos los conmutadores, a fin de que borren sus tablas de conmutación y comiencen nuevamente con el nuevo aprendizaje de las direcciones hasta tanto se repare el enlace averiado

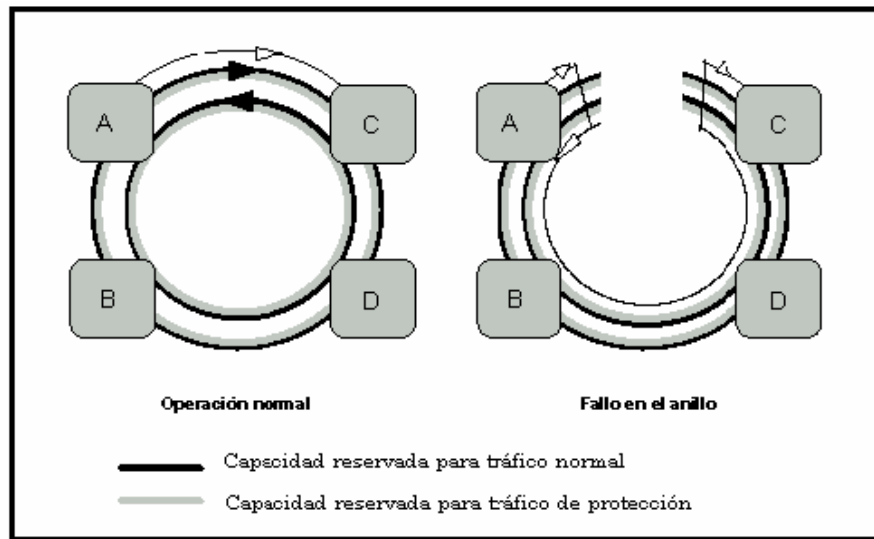


Figura. 4.2. Estructura anillos bidireccionales. [12]

#### 4.4. Requerimientos básicos para el diseño de un enlace sdh de fibra óptica.

Los parámetros fundamentales que tienden a ser el criterio de diseño serán nombrados a continuación.

- Velocidad binaria de transmisión B en Mbps o frecuencia.
- Distancia de transmisión o longitud del enlace L.
- Parámetros de la Fibra Óptica (F.O).
- Apertura Numérica (AN).
- Perfil del Índice de Refracción (n).
- Longitud de Onda de Operación y Corte.
- Dimensiones del núcleo y revestimiento.
- Diámetro del Campo Modal Atenuación o Pérdida de la Fibra Óptica.
- Ley de Acumulación de la Atenuación.
- Dispersión Modal y Cromática.
- Ancho de Banda.
- Parámetros Mecánicos del cable de Fibra Óptica.
  - Tipo de cables de Fibra Óptica.
  - El número de Fibras Óptica

- Largo del tramo del cable.
  - Calidad de las uniones.
  - Margen del cable.
- Parámetros de los Terminales de Línea.
- Potencia de emisión óptica
  - Ancho espectral de la fuente
  - Conector de salida
  - Margen del equipo (Me).
- Elementos Ópticos y Eléctricos del Enlace con Fibra Óptica.
- Los conectores ópticos.
  - Conectores usados por el equipo ADX 2500

#### **4.5. Características de las fibras ópticas normalizadas y más utilizadas por la ITU-T.**

Antes de tomar una decisión de la fibra óptica a instalarse en un enlace de fibra ya sea monomodo o multimodo, se deben tener en cuenta las ventajas y características de cada una de ellas:

##### **4.5.1. Ventajas de un sistema de fibra óptica Multimodo**

- Esta fibra se acopla a distancias por debajo de los 2 Km.

- En un sistema con fibra óptica multimodo el ancho de banda es más dependiente de la longitud del enlace. Con longitudes por encima de los 2 Km se utiliza la fibra estándar 62,5/125 FDDI, y es posible alcanzar un régimen de datos de 100 Mbps.
- El equipamiento óptico para esta fibra es más económico que el de la fibra monomodo.
- El cable de fibra óptica para multimodo es mas caro que el de la fibra monomodo, aunque para distancias cortas el ahorro en el equipo óptico puede equilibrar el costo.
- La fibra multimodo 62,5/125 es la estandar para las comunicaciones de las LAN, asi como Ethernet, Token Ring y FDDI.
- La fibra multimodo es adecuada para longitudes de onda de 850 y 1313 nm.

#### **4.5.2. Ventajas de un sistema de fibra óptica monomodo.**

- La fibra óptica monomodo transmite la mayor capacidad de ancho de banda posible y son usadas para enlaces de larga distancia.
- Esta fibra tiene la atenuación mas baja que las fibras multimodo.
- Su costo es inferior en comparación con otros cables.



- Las fibras monomodo están disponibles para longitudes de ondas ópticas de 1310 y 1550 nm.

#### **4.6. Características y beneficios de la red anillo redundante.**

Principalmente se ha elegido la fibra óptica como sustituto del enlace existente de cable coaxial entre los edificios, este presenta beneficios que lo hacen muy rentable para los requerimientos de la empresa, con una capacidad insuperable por el cable coaxial, aunque el cable coaxial su uso es aun importante e indispensable a cortas distancias como características básicas de un enlace de fibra óptica tenemos:

- Los anillos poseen diversidad de rutas en caso de interrupción de un enlace.
- Son enlaces que interconectan equipos terminales para permitir la comunicación de otros equipos distantes.
- Son enlaces de fácil instalación.
- Usan menor cantidad de conexiones entre equipos.
- De conectorización sencilla y rápida.
- Tienen la capacidad de incrementar su tráfico por medio de interfaces de mayor velocidad a través de la misma fibra.
- Simplicidad de arquitectura y facilidad de configuración.

- Los datos tienen la facilidad de fluir por caminos diferentes y tomar el más óptimo para llegar a su destino.
- Los anillos son más confiables y poseen disponibilidad de tráfico a diferentes velocidades por medio de equipos ADMs.

#### **4.7. Ventajas del sistema SDH.**

Los sistemas SDH en conjunto con la fibra óptica dan mayor ancho de banda, confiabilidad y permitiendo mayor rendimiento en las redes. Entre las ventajas de estos sistemas tenemos.

- Menor cantidad de pasos de multiplexación.
- Menos interfaces de transmisión.
- Tributario único estandarizado para cualquier velocidad.
- Posibilidad de mezclar diferentes señales PDH en un único STM-1
- Canales de O&M integrados.
- Estos sistemas tienen compatibilidad entre equipos de diferentes marcas.
- Reducen de costos y mantenimiento.
- Reducción del *stock* de repuestos.
- Mayor confiabilidad y disponibilidad para futuras implementaciones.

- Estos sistemas tienen las ventajas de crecimiento modular.

#### **4.8. Diseño de la nueva plataforma de enlace SDH a través de cable de fibra óptica**

El nuevo enlace que se propone instalar en la empresa CANTV, es un sistema en anillo con redundancia intersalas en la sede de Puerto La Cruz en la Av. Municipal, donde proveerá comunicación a través de fibra óptica a equipos terminales interconectados en las Salas de Datos, Transmisión, PCM y Conmutación, transmitiendo la información de voz, dato, video, Internet etc en baja y alta velocidades, por la nueva red en anillo redundante, aumentando la capacidad de transmisión a 2.5 Gbits, creando un sistema con menos probabilidad de fallas con un sistema de respaldo, y neutralizando el crecimiento de la red de cables coaxiales entre las salas, permitiendo la comodidad de interconexión de equipos y incrementado la capacidad de procesamiento de los diferentes servicios.

A continuación se especifican las características técnicas de los equipos empleados para formar el enlace de anillo.

##### **4.8.1. Descripción del equipo multiplexor ADR 2500 Sagem a utilizar con tecnología SDH.**

La finalidad de este proyecto es instalar una nueva red con equipos de Nueva generación (NG) ADR 2500, y ADR 155C, marca SAGEM, para

ofrecer servicios con mayor capacidad de transporte con disponibilidad para futuras expansiones de los sistemas digitales.

El ADR 2500 de la marca SAGEM, es un equipo de multiservicio de nueva generación con plataforma SDH, multiplexor óptico (Add/Drop) inserción/extracción, capaz de transmitir 2 tramas de STM-16 y 378 tributarios y E1 simultáneamente. Es un soporte para protección de Hardware (redundancia de tarjetas), compatible con Ethernet y Gigabit Ethernet, ha sido fabricado para proporcionar a sus clientes una plataforma flexible y de acceso a la red de servicio, empleado en configuraciones punto a punto, eslabones, STM-4, STM-16 en redes de anillos ofreciendo una larga variedad de interfaces, habilitando todo tipo de servicio al extremo del cliente en la figura 4.3 se muestra la parte frontal del equipo ADR 2500.



Figura. 4.3. Equipo Multiplexor ADR 2500. [14]

En la siguiente figura 4.4. Se muestra la composición de la arquitectura del equipo ADR 2500.

Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH	Acces PDH
PSU-2G	PSU-2G	PSU-2G	63*2M (Protección) o 4 STM1 o STM4 o GFP150	4STM1 o STM4 o STM16 o GigE	63*2M 3*34/45 o 4TM1 o STM4 o GFP150	63*2M 3*34/45 o 4TM1 o STM4 o GFP150	Aggr. STM16	Switch HO/LO	Switch HO/LO			
CCU-2G	Aux	Aux	CTRL 2G	3*34/45 (Protección) o 4TM1 o STM4 o GFP150	4TM1 o STM4 o STM16 o GFP150	63*2M 3*34/45 o 4TM1 o STM4 o GFP150	63*2M 3*34/45 o 4TM1 o STM4 o GFP150	Aggr. STM16				
FAN extra												

Figura. 4.4. Arquitectura del Equipo Multiplexor ADR 2500. [14]

Este equipo tiene la capacidad de transmisión de SMT-4 o SMT-16, con el cambio de interfaces se puede ir de una capacidad de menor velocidad (622Mbps) a (2048Mbps), de ser necesario sin la interrupción de tráfico.

Permite protección SDH requerida para garantizar calidad de servicio con (SNCP, MSP y MS-Spring), contiene tarjetas de protección y protección tributaria, ofreciendo flexibilidad en la configuración, y su tamaño compacto lo hace fácil de instalar.

**4.8.1.1. Sistemas de Protección de los Equipos ADR 2500.**

Estos equipos tienen para la protección de los sistemas en caso de falla.

- **MS-Spring** (Anillos de Protección Compartida de la Sección de Multiplexación): La conmutación de protección es iniciada a nivel de sección de modo similar a la protección lineal para la sección de multiplexación; ante un evento de falla en el sistema, todo el tráfico de la sección es conmutado. Este mecanismo se puede llevar a cabo salvando una importante cantidad de capacidad frente al mecanismo de anillo de protección dedicado, permitiendo al operador incrementar el número de circuitos activos en el anillo.

Para la protección del sistema en anillo del proyecto el método de (MS-Spring) es el que mejor se adapta para la protección del enlace por sus ventajas de conmutación en caso de falla del sistema principal.

#### **4.8.1.2. Ventajas que ofrece el ADR 2500 en sistemas SDH.**

- Un transporte seguro sobre estándares SDH.
- Plataforma flexible, escalable y totalmente protegida.
- Interfaces de datos innovadores con funciones avanzadas de Ethernet Switch.
- Puede trabajar Unidireccional o bidireccional.

- Compatibilidad con redes existentes Sistemas PDH/ SDH.
- Datos a baja y altas velocidades de transmisión.
- Conexión de STM-1 eléctrico.
- Atenuación G.957 recomendada por la ITU-T, aplicable entre las interfaces Tx y Rx para una tasa de error BER  $10^{-10}$ .
- Flexibilidad para la configuración y gestionable en sistema Windows XP.
- Compacto y solución de bajo costo.

#### **4.8.1.3. Características y Beneficios del equipo ADR 2500.**

Características altamente innovadora integra todas las características de un Switch Ethernet y hace posible soluciones de Ethernet completa; beneficios SDH y protección de mecanismos (de conmutación en menos de 50 ms) este equipo tiene compatibilidad con otras redes existentes. [15]

El equipo ADR 2500 puede ser usado como, Multiplexor Terminal con máxima capacidad de 1 STM-16, 4 STM-4, 16 STM-1 o 252 E1 tributarios o 18 E3 / DS3 tributarios con (tarjetas E3DS3FA) y con tributario de línea con protección MSP 1+1.

- Multiplexador STM-16 Add/Drop (insertar/extraer), con máxima capacidad de 2 STM-16 de línea y 252 E1 tributarios o 18 E3/ DS3 tributarios con (tarjetas E3DS3FA) ó 32 STM-1 ó 8 STM-4.
- Repetidor con capacidad de regeneración de 1 ó 2 STM-16 de línea.
- También puede ser usado como multiplexador STM-4 Add/Drop con máxima capacidad de 2 STM-4 de línea y 252 E1 tributarios o 18 E3/ DS3 tributarios con (tarjetas E3DS3FA) ó 32 STM-1 ó 8 STM-4 ó 2 STM-4 tributarios.
- Puede ser utilizado con Cros-conector circuitos virtuales VC4 -16c, VC4 - 4c, VC4, VC3, VC12.
- En LAN sobre VC12 y VC3 interconectando punto a través de tarjetas GFP150 extra, esta tarjeta de tráfico de datos es compatible con tarjetas del equipo ADR 155C.
- Gigabit Ethernet sobre transporte SDH a través de tarjetas GIG-E.



#### 4.8.1.4. Características Técnicas del Equipo ADR 2500 Sagem.

Tabla 4.1 Características del equipo ADR 2500. [14]

Equipo	ADR 2500 Sagem
<b>Capacidad de servicio</b>	STM-4, STM-6, bajo la normalización ITU-T G.957.
<b>Señales Tributarios</b>	TDM (Multiplexación por División del Tiempo): E1; E3/DS3 G.703; STM-1 G.703-G.957, STM-4 / 4 c, STM-16 / 16 c G.957. LAN (Redes de Area Local): Ethernet 100 baseT, Ethernet 1000 SX, LX, ZX.
<b>Especificaciones mecánicas</b>	ETS 300 119-3, ETS 300 119
<b>Suministro de poder</b>	-48 VDC (-36V hasta -72V)
<b>Potencia de consumo</b>	400 Watios
<b>Ambiente de trabajo</b>	Rango de temperatura de operación: +5°C hasta 45°C
<b>Dimensionamiento</b>	Esta diseñada para instalarse en rack de 19" de 14 U, sus dimensiones son 300mm de profundidad por 450mm de ancho y 620mm de alto.
<b>Señales auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interfase TMN: Ethernet Rj 45.</li> <li>○ Interfase F: Ethernet Rj 45, Canales digitales V.11</li> </ul>

#### 4.8.1.5. Características de transmisión de las Señales ópticas del ADR 2500

Tabla 4.2. Transmisión de señales del equipo ADR 2500. [14]

	Tipo de tarjeta	Longitud de onda	Atenuación (dB)	Distancia (Km)
<b>Señal óptica ADR 2500.</b>	L-16.1	1300nm	0-24	0 - 58
	L-16.2	1550nm	10-24	35 - 80
	L-16.2+	1550nm	13-27	50 - 100
	U-16.2	1550nm	25-39	100 - 155
	S-4.1	1300nm	0-12	0 – 28
	L-4.1	1300nm	10-24	22 - 58
	L-4.2	1550nm	10-24	35 – 92
	S-1.1	1300nm	0-12	0 – 28
	L-1.1	1300nm	10-28	22 - 68

#### 4.8.1.6. Especificaciones Recomendada por el Fabricante del Equipo ADR 2500

##### 4.8.1.6.1. Interfase monomodo:

Para un correcto funcionamiento del equipo y del sistema se debe tener en cuenta las consideraciones del fabricante del equipo ADR 2500, el cual

recomienda la Fibra óptica Monomodo en la ventana (1310 nm ó 1550 nm) según especificado en IUT-T G 652 Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Características: Standard UIT-T G 957 (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Esta Recomendación especifica los parámetros de las interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona (SDH) para permitir la compatibilidad transversal. (Publicado en la contribución CON 15 139).

#### **4.8.1.7. Especificaciones de la interfaz del equipo ADR 2500**

El equipo óptico ADR 2500 tiene una interfaz especificada para el buen funcionamiento de los sistemas. A continuación se describen en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Especificaciones de la interfaz recomendada por el fabricante del equipo óptico. [14]

Interfases	n*S1.1 (n= 1.2 ó 4)	S4.1	L.4.2
Longitud de Onda	1310 nm	1310 nm	1550 nm
Velocidad	155,52 Mbit/s ±20 ppm	622.08 Mbit/s ±20 ppm	622.08 Mbit/s ±20 ppm
Atenuación	0-12 dB	0-12 dB	10 - 24 dB
Poder de transmisión	-15 a -8 dBm	-15 a -8 dBm	-3 a 2 dBm
Sensibilidad a $10^{-10}$	-28 dBm	-28 dBm	-28 dBm
Máximo poder de recepción	-8 dBm	-8 dBm	-8 dBm
Rango de Distancia	0 - 28 Km	0 - 28 Km	22 - 58 Km
Penalidad óptica	1dB	1dB	1dB

#### 4.8.1.8. Especificaciones técnicas del equipo ADR 2500

Tabla 4.4. Especificaciones técnicas del equipo.ADR 2500. [14]

ADR 2500	Interfaz Óptica	Conector	Tipo de Fibra Óptica	Longitud de Onda	Fuente óptica
	STM-4 STM-6	ST/PC	Monomodo	1310 nm ó 1550 nm	Diodo Láser

#### 4.8.1.9. Requisitos Mínimos para la Configuración del Equipo ADR 2500.

El equipo puede ser operado desde una PC equipada con un VT100 sistema de emulación y un web browser, es la mínima configuración como se define en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Mínima configuración de operación del equipo ADR 2500.[15]

Descripción	Configuración 1	Configuración 2	Configuración 3
Proceso	Pentium 266 MHz		
Memoria	32MB	64MB	128MB
Despliegue	800*600 256 colores (1024*768 recomendado)		
Interfase	RS232 serial interfase Ethernet 10 Base T tarjeta de redes		
Sistema de operación	Windows 95 / 98	Windows NT4 / 2000	Windows XP
Aplicaciones	Hyper terminal de Windows HTTP browser : Internet Explorer 5.0 (*)		

(\*) La operación con PC puede ser equipado con Windows explorer (5.5 o 6.0 ) descargado con Windows XP.

#### 4.8.2. Descripción del equipo ADR 155c Sagem a instalar Sala de Conmutación.

El equipo **ADR 155C** es un multiplexor de la marca SAGEM, de tecnología SDH de nivel STM-1 a una velocidad de 155Mbps, con capacidad de transporte y acceso.

Este multiplexor integra todos los conocimientos técnicos adquiridos por SAGEM, ofreciendo en un solo equipo flexibilidad, calidad de servicio garantizado y una solución económica a los sistemas de comunicaciones, utilizando las ventajas inherentes de la tecnología SDH. En la figura 4.5. Se muestra la parte frontal del equipo ADR 155C.



Figura. 4.5. Parte frontal del equipo ADR 155C. [15]

El equipo óptico ADR 155C puede ser usado como:

- Multiplexor Terminal.

- Multiplexor add – drop.
  - Repetidor.
  - Cross conector.

El modelo 155C proporciona flexibilidad en términos de su despliegue y en términos de transporte de información, elementos vitales en una red de acceso; esto significa que puede dar cabida no sólo a los tableros tradicionales ( $E_1$ ,  $E_3$  /  $DS_3$ , STM-1) si no también a los tableros de acceso LAN (10 y 100 Ethernet para transportar las secuencias de datos (IP, ATM, etc.), a través de la infraestructura SDH, esta innovación cubre todas las anchuras de banda a partir de 2 a 155 Mbits / seg).

El 155C ofrece excepcionalmente una alta calidad para el transporte de datos ópticos, gracias a su mecanismo en tiempo real de la protección del tráfico. Además este equipo se puede manejar usando el SNMP (Simple Network Managerent Protocol) o protocolo simple de gestión de red, que permite una integración sencilla a las redes existentes.

#### **4.8.2.1. Características y beneficios del equipo ADR 155C.**

- Arquitectura flexible.
- Capacidad de interconexión para ampliaciones futuras.
- Longitud de onda óptica: 1310 nm ó 1550 nm.

- Datos a baja y alta velocidad.
- Señalizaciones agregadas STM-1 G. 957.
- Garantía de atenuación recomendada en la G. 957 de la ITU-T aplicable para transmisión y recepción, para una tasa de Bits de error BER  $10^{-10}$ .
- LAN: Ethernet 10 / 100. V.21 / x. 24.
- De fácil acceso y montaje.
- Compatible con otras marcas.



#### 4.8.2.2. Características Técnicas del Equipo ADR 155C Sagem.

Tabla 4.6. Características técnicas del equipo 155 C. [15]

Equipo	ADR 155C Sagem
<b>Capacidad de servicio</b>	STM-1, velocidad de transmisión 155 Mbit/s, bajo la normalización ITU-T G.957.
<b>Señales Tributarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TDM: E1, E3/DS3 - STM-1 G.703 - G.957</li> <li>•</li> <li>• Ancho de banda disponible para tráfico de LAN: hasta 100 Mbit/s entre cada estación</li> </ul>
<b>Especificaciones mecánicas</b>	ETS 300 119 – 3 y 119 – 4.
<b>Suministro de poder</b>	-48 V Dc (-36V hasta -72 V), +220 / 110 V Ac
<b>Potencia de consumo</b>	400 Watios
<b>Ambiente de trabajo</b>	Rango de temperatura de +5 ° hasta 40° C.
<b>Dimensionamiento</b>	Esta diseñada para instalarse en rack de 19" de 14 U, sus dimensiones son 90 mm de alto, 450 mm de ancho y 300mm de profundidad.
<b>Señales auxiliares</b>	Interfase TMN: Ethernet Rj 45. Interfase F: Ethernet Rj 45, Canales digitales V.11
<b>Sistemas que Soporta</b>	Sistemas lineales de dos fibras. Sistema en anillo.
<b>gestión</b>	Basado sobre plataforma Windows

#### 4.8.2.3. Especificaciones técnicas del equipo ADR 155C

En la siguiente tabla, se muestran las especificaciones técnicas del equipo

Tabla 4.7. Especificaciones técnicas del equipo ADR 155C. [15]

ADR 155C	Interfaz Óptica	Conector	Tipo de Fibra Óptica	Longitud de Onda	Fuente óptica
	STM-1	ST	Monomodo	1310 nm ó 1550nm	Diodo Láser

Para el buen funcionamiento del equipo se deben cumplir con los requisitos recomendados por el fabricante del equipo óptico.

#### 4.8.2.4. Atenuación del equipo Óptico ADR 155C:

En la siguiente tabla 4.8, se especifica la atenuación que soporta el equipo ADR 155C.

Tabla 4.8, Atenuación garantizada por equipo ADR 155C.

Atenuación garantizada G.957 del UIT-T aplicable entre Tx y Rx interfaces para un BER =10	Tipo Tarjetas	Longitud de onda	Atenuación dB	Distancia Km
Señales Ópticas	S-1.1	1300 nm	0 a 12	0 a 28
	L-1.1	1300nm		22 a 65
	IC-1.2	1550nm	0 a 28	0 a 100
		1300 nm	0 a 12	0 a 28
		1300 nm	10 a 24	22 a 58

### 4.8.3. Cálculo de la Atenuación de la Nueva Plataforma de Enlace SDH a través de Cable de Fibra Óptica.

#### 4.8.3.1. Atenuación del enlace.

El objetivo de calcular la atenuación total de la señal óptica en la fibra óptica, antes que se requiera regeneración de la misma, es establecer la distancia a la cual se han de instalar los equipos y a su vez, el punto de red que permita la ampliación de la misma. Con la información que es proporcionada por el fabricante del cable de fibra óptica y la información correspondiente a la interfaz óptica del equipo multiplexor ADD/DROP (inserción/ extracción) a utilizar en la transmisión, se calcula el alcance máximo correspondiente para cada interfaz óptico y con dicho alcance máximo se calculará el Ancho de Banda correspondiente para cada interfaz. [9]

Finalmente, con la longitud real de cada enlace, se procede a calcular la atenuación del enlace.

Todos los parámetros que influyen en la atenuación total de un enlace de fibra óptica se presentan en la ecuación 4.1.

$$P_t - [N_c * A_c] - [N_e * A_e] - [A_{fo} * L] - M_c - M_e \geq P_r \quad \text{Ec. 4.1}$$

$$A_t = [(N_c * A_c) + (N_e * A_e) + (A_{fo} * L) + M_c + M_e] \quad \text{Ec.4.2}$$

Donde:

At = Atenuación del enlace.

Pt = Potencia de transmisión del láser de la interfaz en dBm.

Pr = Potencia de recepción mínima dBm

Ac = Atenuación debido al conector con el interfaz óptico en dB.

Nc = Numero de conectores.

Ae = Atenuación debido a empalmes en dB.

Ne = Numero de empalmes.

Afo = Atenuación debido a la longitud de la fibra óptica dB/Km.

Mc = Margen de seguridad del cable de fibra óptica dB.

Me = Margen del interfaz óptica de transmisión en dB

#### **4.8.3.2. Tipo de Conector SC/PC (Conector Cuadrado/ Pulido Convexo).**

El tipo de conector a utilizar es el (SC/PC), cordón de conexión y está compuesto por una longitud variable de cable monofibra monomodo, llevando a un extremo o los dos terminados con el conector de pulido convexo (SC/PC), está diseñado para cumplir la norma I-ETS 300 671, en cuanto a test de repetibilidad, impacto, tracción, etc. Este conector permite una alta densidad de conexión en repartidores frente a otros estándares, siendo empleados para interconexión en planta por compañías operadoras de todo el mundo en aplicaciones de CATV, telefonía, donde se requiera un excelente comportamiento de la conexión óptica, este conector es el recomendado por el fabricante del equipo multiplexor ADD/DROP inserción / extracción, con una pérdida máxima de señal de 0.5 dB y mínima de 0.15 dB, especificada por el fabricante del conector, ver figura 4.6. En el enlace no es

necesario empalmes ni repetidores, esto se debe a la corta distancia entre las centrales y por ende entre las salas.

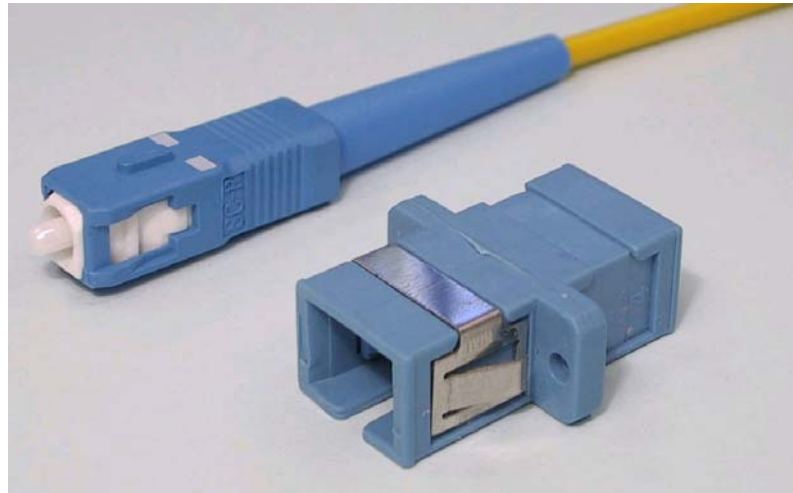


Figura.4.6. Conector SC/ PC para fibra monomodo. [12]

Tabla 4.9. Características del conector SC/PC. [17]

Característica	Máximo	Típico
Longitud de onda	----	(1.310 -1.550) nm
Pérdida de Inserción (P.I.)	<0.5 dB	0.15 dB
Pérdida de Retorno (P.R.) SC/PC	>30 dB	32 dB
Estabilidad de la PI entre -20°C y +70°C	<0.1 dB	0.05 dB
Estabilidad de la PI durante 24 h al 90% HR y 40°C	<0.2 dB	0.1 dB
Repetibilidad	P.I. < 0.1 dB en 1000 conexiones	
Vida operativa mínima	1000 conexiones/desconexiones	
Resistencia mecánica: caída, impacto y vibración	<0.10 dB	-----
Resistencia a la tracción sin degradación		8 kg

#### 4.8.3.3. Características de la interfaz del equipo óptico ADR 2500.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del interfaz óptico del equipo ADR 2500. Multiplexor ADD/DROP, se muestran a continuación en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Características técnicas del interfaz óptico del equipo Multiplexor para realizar los cálculos de la atenuación.

Fibra óptica	Monomodo Estándar 9/125
Interfaz óptica	Tarjeta L16.2
Longitud de Onda	1550 nm
Velocidad de Transmisión	2488,32 Mbit/s $\pm$ 20 ppm
Tipo de transmisor	Láser
Atenuación	10-24 dB
Potencia de transmisión	-2 a +2 dBm
Sensibilidad a $10^{-10}$	-28 dBm
Poder recepción	-8 dBm
Rango de Distancia	0 - 85Km
Penalidad óptica	1dB

##### 4.8.3.3.1. Características comunes:

- Standard UIT-T G957.

- Código: (NRZ) Sin retorno a cero, esta señal se caracteriza porque la duración del pulso será la totalidad del intervalo significativo.
- Fibra óptica: monomodo en las ventanas de 1310nm o 1550nm, recomendada por UIT-T G652.
- Conector: SC/PC

#### **4.8.4. Cálculo de la Atenuación del Enlace de Transmisión por Fibra Óptica entre Salas.**

Para el cálculo de la atenuación del enlace de fibra óptica se tomarán tramos entre salas para determinar su atenuación.

##### **4.8.4.1. Cálculo en el Tramo N°. 1. entre (Sala Datos y Sala PCM)**

Cálculo de la Atenuación del enlace entre la Sala de Datos Central Anz- I Piso 1, y la sala PCM Central Anz –II Piso 1, con una longitud entre las salas de 200 metros, empleando una longitud de onda de  $\lambda = 1550nm$  y una velocidad de transmisión de (2488.32 Mbit/s); para el enlace se utilizará un cable de 12 fibras, de las cuales se usarán solo cuatro (4); donde tendrá dos activas y dos de protección con las mismas características de la ruta principal, y las restantes para futuras ampliaciones del sistema. En el siguiente esquema de la figura 4.7 se muestra la nueva interconexión de los equipos entre la Sala de Datos y la Sala PCM.

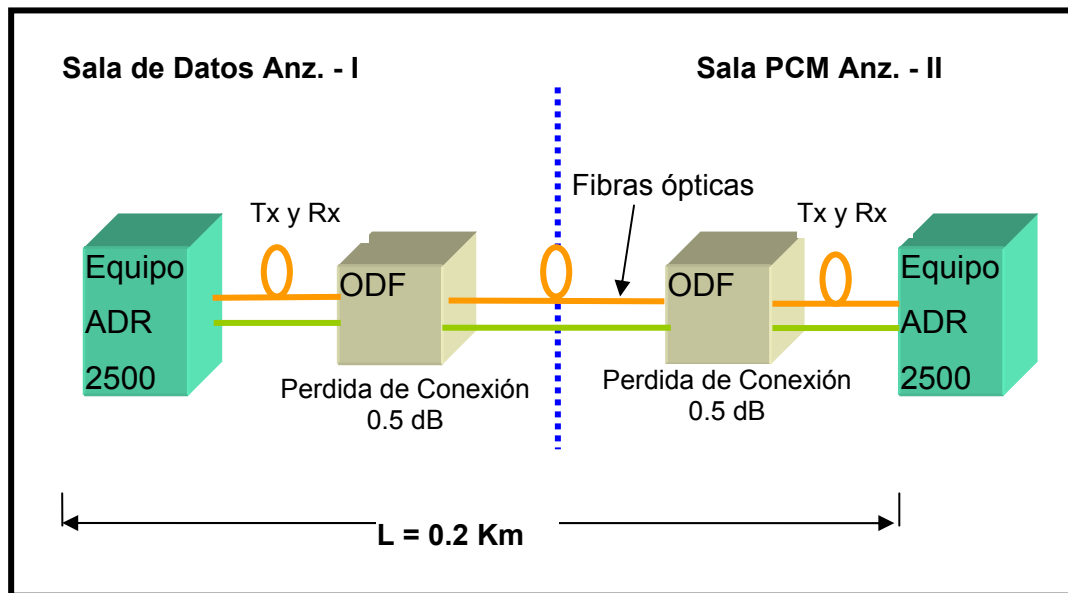


Figura. 4.7. Enlace entre la Sala de Datos y la Sala PCM. Fuente Propia

**Leyenda:**

 : Enlace principal de fibra óptica para transmisión y recepción (Tx y Rx)

 : Enlace de reserva en caso de falla del enlace principal

**Equipo ADR 2500 1 y 3:** Multiplexor ADD/DROP (inserción /extracción).

**ODF:** Distribuidor de conexión de fibra óptica

El esquema muestra el recorrido que tendrá el enlace y las conexiones esenciales para la correcta instalación del sistema entre salas.

Para el cálculo de la atenuación del enlace, se debe tener en cuenta la distancia y el tipo de fibra a seleccionar, para el enlace se eligió la fibra óptica



Monomodo Standard (ITU-T G.652) recomendada por el fabricante del equipo óptico y aprobado por el personal de la empresa, por ser la fibra óptica con mas ventajas de transmisión; para comprobar si es la indicada y si cumple con las exigencias del enlace se realizarán los cálculos preliminares para el proyecto. La fibra monomodo Standard (ITU-T G.652) tiene un coeficiente de atenuación ya establecido por el fabricante de 0.5 dB/Km en la ventana de 1550 nm, el cual se usará para realizar los cálculos siguientes.

$$At = [(Nc * Ac) + (Ne * Ae) + (Afo * L) + Mc + Me] \quad Ec.4.2$$

Donde:

At = ?

L = 0.2 Km

Pt = -2 dBm

Pr = -28 dBm

Nc = 4

Ac = 0.5 dB

Ne = 0 por no necesitar empalmes por la corta distancia del enlace.

Ae = 0 dB

Afo = 0.5 dB / Km. Especificada en la fibra a ser elegida.

Mc = 2 dB / Km por posibles cortes.

Me = 2 dB margen del equipo óptico.

Teniendo los datos calculamos la atenuación total del enlace.

Sustituyendo los valores.

$$At = [(4 * 0.5) + (0 * 0) + (0.5 * 0.2) + 2 + 2]$$

$$At = [2 + 0.1 + 4]$$

$$At = 6,1$$

$$At_1 = 6,1dB$$

La atenuación total del tramo Sala Datos y Sala PCM, será de  **$At_1 = 6,1$  dB**. Este valor es satisfactorio ya que la atenuación máxima permitida del interfaz del equipo óptico es de 24 dB, conservando aun un margen de 17.9 dB.

Como el sistema es redundante, no es necesario calcular la atenuación del cable de reserva ya que tiene las mismas especificaciones que el calculado  $At_1$ .

Para el diseño del enlace, la fibra óptica Monomodo Standard (ITU-T G.652), cumple con las exigencias del enlace y también con la atenuación máxima del interfaz especificado por el fabricante del equipo óptico; por tal razón, se eligió esta fibra óptica, como el medio de transmisión más adecuado para el enlace.

A continuación en la siguiente tabla se presenta las características de la fibra óptica Monomodo (ITU-T G.652) propuesta para el proyecto.

Tabla 4.11. Fibra Monomodo Standard (ITU-T G.652).

Características de la Fibra Óptica	Valor
Longitud onda corte	1,18 a 1,27 $\mu\text{m}$
Diámetro del campo modal	9,3 (8 a 10) $\mu\text{m}$ (tolerancia 10%)
Diámetro del revestimiento	125 $\mu\text{m}$ (tolerancia 3 $\mu\text{m}$ )
Recubrimiento de silicona Coating	245 $\mu\text{m}$ (tolerancia 10 $\mu\text{m}$ ). Acrilato curado con UV
Error de circularidad del revestimiento	2%
Error de concentricidad del campo modal	1 $\mu\text{m}$
Atenuación	de 0,4 a 1 dB/km en la ventana 1300 nm
Atenuación	de 0,25 a 0,5 dB/km en la ventana 1550 nm
Dispersión cromática 1285-1330 nm	3,5 ps/km.nm
Dispersión cromática 1270-1340 nm	6 ps/km.nm
Dispersión cromática en 1550 nm	20 ps/km.nm

Como la fibra elegida muestra una atenuación aceptable para el enlace se procederá a realizar los cálculos para los siguientes tramos del enlace 2, 3.y 4.

#### Resultados de la Atenuación de los tramos (1,2,3,4)

Tramo n#1 Salas (Dx vs PCM) L=0.2 Km	Tramo n#2 Salas (Dx vs Tx) L=0.15 Km	Tramo n#3 Salas ( Tx vs PCM) L=0.12 Km	Tramo n#4 Salas ( PCM Cx) L=0.125 Km
6.05 dB	6.03 dB	6.03dB	6.031 dB

La atenuación calculada total del tramo Sala de Datos y Sala de Transmisión será AtdB, este valor es satisfactorio ya que la máxima atenuación permitida del interfaz según el fabricante es de 24 dB.

#### **4.8.5. Consideraciones de la Fibra Óptica a utilizar.**

Cabe destacar que en el proyecto esta contemplado el tendido del cable de fibras óptica; pero por indicación del personal de la empresa CANTV, se conoció que, actualmente hay disponibilidad en la fibra óptica instalada distribuidas entre las diferentes Salas de las Centrales Anz-I y Anz-II, de las cuales se asignarán un número de fibras para la realizaciones de este proyecto. Teniendo en cuenta el costo de la fibra óptica y el costo de instalación, con esto se logrará disminuir el costo en material e instalación para este proyecto, en la empresa CANTV.

#### **4.9. Diseño de Comunicaciones por Fibra Óptica a Proponer entre las Salas de Datos, Transmisión, PCM y Conmutación.**

El enlace de comunicaciones entre las salas Datos, Transmisión, PCM y Conmutación se realizará teniendo en cuenta las sugerencias e indicaciones por el personal de la empresa, y el espacio disponible en cada una de las salas, el equipo ADR 2500 multiplexor es de fácil instalación y será ubicados en Racks de 19”.

En la Sala de Conmutación se instalará un equipo ADR 155C multiplexor de menor capacidad pero compatible con los multiplexores de las otras salas, también está previsto instalar un Rack de 19", en dicha sala para la instalación del equipo con sus respectivas escalerillas y conexiones de energía y a puesta a tierra.

En la figura 4.8 se muestra la interconexión de los equipos ADR 2500 en cada sala formando un anillo redundante, el cual neutralizará el crecimiento de los enlaces de cable coaxial, este nuevo sistema SDH de transmisión digital intersalas entre Datos, Transmisión, PCM y Conmutación, garantizará una nueva visión de interconexión entre equipos terminales evitando que los técnicos tengan que ir de una sala a otra con cientos de metros de cable coaxial haciéndose difícil el traslado del mismo por los ductos y escalerillas que conectan las diferentes salas, que es como se viene haciendo actualmente.

Esta nueva red tendrá la capacidad de recibir la información proveniente de la red troncal y de acuerdo a los requerimientos de los servicios, la información será procesada por el equipo ya sea a una velocidad de 155 Mbits, 2 Mbits, (STM-1).

El enlace de comunicaciones propuesto en este proyecto, entre Centrales de Anz-I y Anz-II CANTV de Puerto La Cruz; conformada por las Salas de Datos, Transmisión, PCM y Conmutación, abarca la instalación de equipos de nueva generación ADR 2500 y ADR 155C, con capacidad de inserción y extracción de tarjetas para proveer mayor capacidad de banda ancha, confiabilidad y rendimiento en la red SDH, estos equipos van a estar distribuidos en cada una de las salas, interconectado por medio de cable de

fibra óptica específicamente cuatro fibras en una configuración en anillo redundante con protección 1+1, excepto el 155C que estará instalado en la Sala de Conmutación interconectándose al equipo ADR 2500 a través de la sala PCM, formando una red con gran capacidad para nuevas instalaciones y con disponibilidad para futuras expansiones, este todo esto con el fin de acabar con el caos generado por las instalaciones de cable coaxial.

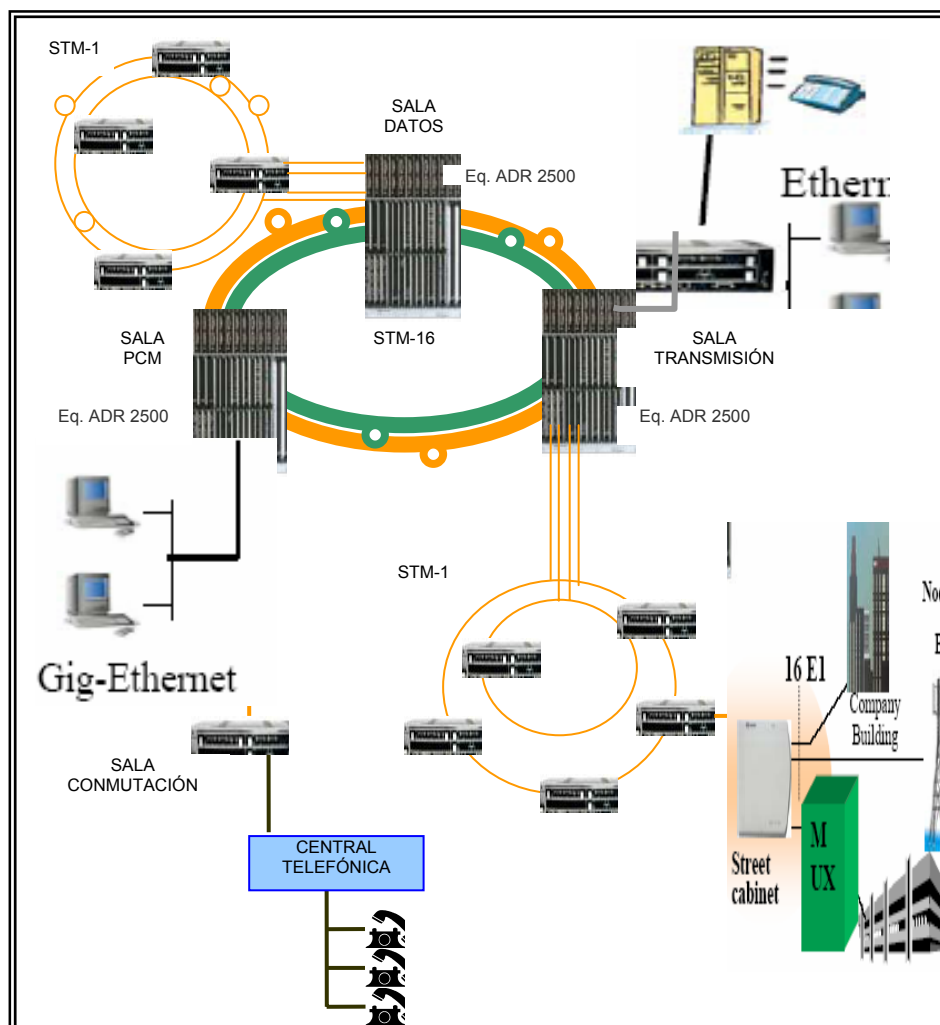


Figura. 4.8 Diseño de la Nueva Plataforma de Red a implementar en CANTV P.L.C.

Fuente Propia

Con esta propuesta se pretende garantizar el tráfico y cobertura en mayor ancho de banda, transmisión de voz, dato, video, a altas velocidades, con la interconexión de estos equipos de última generación, logrando la disminución de las fallas en los sistemas, mayor flexibilidad de los servicios dependiendo de las necesidades de conexión, rendimiento en la red y flexibilidad para realizar reparaciones en los enlaces e instalación de las nuevas conexiones de los servicios ahorrando tiempo y dinero a la empresa.

#### **4.9.1. Canalización del Enlace de Comunicaciones a Proponer.**

La gran demanda del servicio, así como las constantes fallas del sistema, han ocasionado saturación tanto en el servicio, como en el peso y espacio en las canalizaciones existentes entre los edificios, esto condujo a lo propuesto en este proyecto.

En las salas, las fibras ópticas realizarán el recorrido protegidas con un tubo flexible corrugado, normalmente de color anaranjado, resguardando la fibra óptica de daños externos como inducciones eléctricas, roedores, humedad, etc; en la siguiente figura 4.9, muestra el tubo corrugado y en la figura 4.10, se muestra el paso por escalerillas metálicas, quede acuerdo a las normas de la empresa, son indispensables para la protección de la fibra óptica en su recorrido.



Figura. 4.9 Tubo corrugado flexible. Fuente CANTV.



Figura. 4.10 Escalerilla metálica de paso. Fuente CANTV



La figura 4.10 muestra las escalerillas metálicas de 30 cm de ancho, donde la fibra hace el recorrido ya sea en la misma sala o hacia otras salas.

#### 4.9.2. Ubicación del Equipo ADR 2500 en la Sala de Datos

La sala de Datos, piso 1, Anz-I, es una sala de amplio espacio y con disponibilidad para varios Racks de 19"; por indicación del personal y para bajar costos del proyecto, se tomará uno de ellos para la instalación del equipo ADR 2500 multiplexor propuesto en este proyecto; en la figura 4.11, se muestra la posición del Racks en la sala de Datos.

El DDF (distribuidor de fibra óptico) con paneles para los conectores BNC de enlaces E1, será instalado en el racks que se encuentra al lado del equipo óptico ADR 2500, permitiendo una conexión sencilla en ambos equipos.

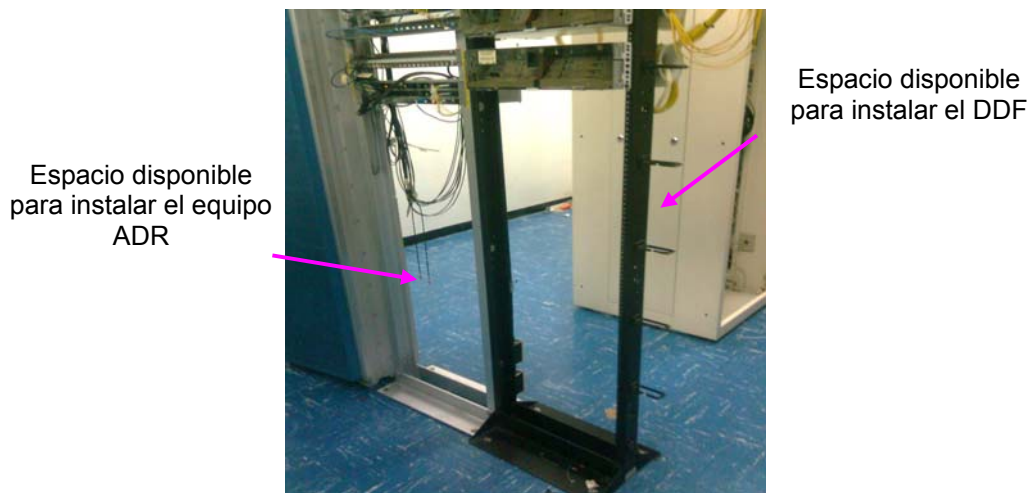


Figura. 4.11. Rack 19" Espacio sugerido para la instalación. Sala de Datos.

Fuente CANTV.

#### **4.9.2.1. Conexión del Equipo Multiplexor al ODF en la Sala de Datos**

Con el fin de interconectar los equipos ADR 2500 multiplexor, se debe realizar un tendido de cuatro (4) Pack Cord (cordón de corta distancia con conectores en los extremos) desde las tarjetas de línea (STM-4) del equipo multiplexor óptico propuesto a instalar, a través de conectores SC en un extremo, hasta la bandeja en el ODF (distribuidor de fibra óptica), en el otro extremo con conector ST.

Cabe destacar que en cada una de las salas hay instalados ODF con disponibilidad de fibras para este proyecto y otros proyectos, el cual fueron instalados hace poco tiempo previniendo futuras ampliaciones en los sistemas, y por sugerencia del personal de la empresa se asignará posiciones según SISE (servicio de instalación de nuevos servicios), para este proyecto, tanto en el ODF de la Sala de Datos como en el ODF de la sala de Transmisión en las mismas posiciones e identificadas con etiquetas en ambos extremos, como se muestra en la figura 4.12, muestra una bandeja de fibras ópticas disponibles. Luego de ser conectadas en las bandejas van protegidas por el tubo corrugado haciendo el recorrido por escalerillas aéreas verticales y horizontales entre las salas, pasando por los ductos que se encuentran entre las centrales hasta llegar al ODF correspondiente de las otras salas, para ser nuevamente conectada en las bandejas por medio de (Pack Cord), logrando así la conexión de los equipos ópticos en configuración de Anillo, para cerrar el enlace.

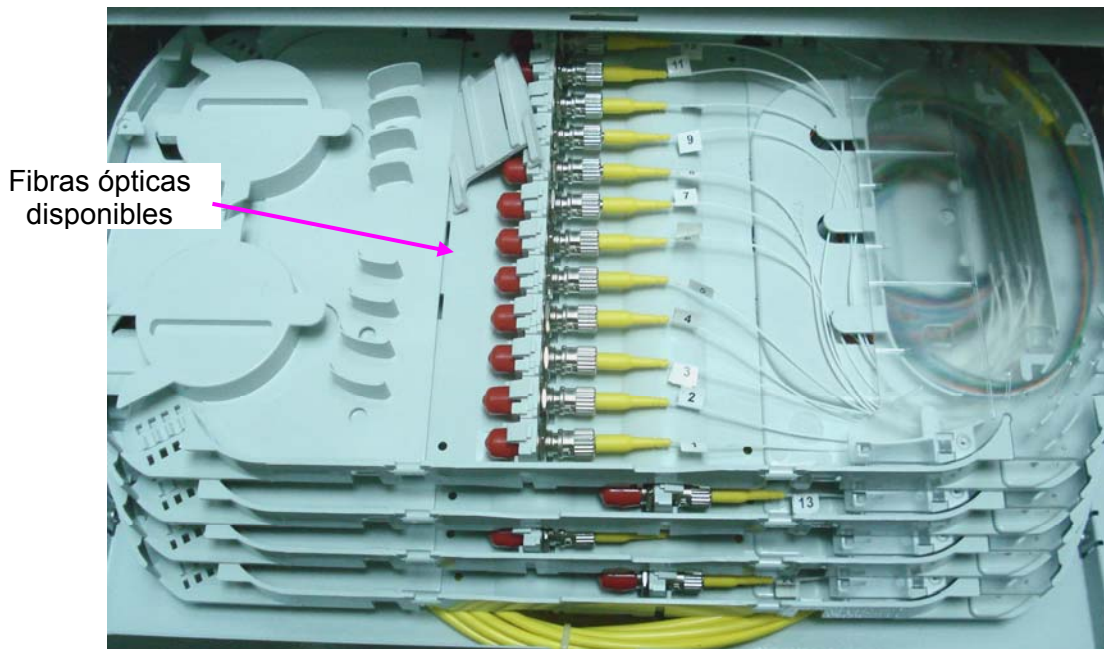


Figura. 4.12. Bandeja de Conexión de las Fibras ópticas en el ODF.  
Fuente CANTV.

#### 4.9.2.2. Energía y Puesta a Tierra Sala de Datos.

En los sistemas de comunicaciones es común la presencia de descargas atmosféricas las cuales pueden ingresar a las instalaciones a través de diversos medios, por impacto directo o por corrientes inducidas. Esta energía busca su propio camino para llegar a tierra, utilizando conexiones de alimentación de energía eléctrica, de voz y de datos. Para evitar esto se debe instalar dispositivos de protección coordinados que para el caso de sobretensiones superiores a las nominales, formen un circuito alternativo a tierra, disipando dicha energía. A través de un sistema de puesta a tierra apropiado que asegure una capacidad de disipación adecuada.

➤ **Energía DC.**

La alimentación del equipo y del modulo de ventilación será de  $-48$  VDC, suministrada desde el Panel de fusible marca Lucent, el cual se encuentra energizado desde el distribuidor de energía PDB, figura 4.13, existente en la parte superior del Racks, y será ejecutada de la siguiente manera.



Figura. 4.13. Panel de fusible. Fuente CANTV.

- **PANEL “A”:** Ya se encuentra energizado, esta propone en el proyecto las posiciones libres N° 5 sujeto a cambios, para la fuente 1 del equipo y la posición N° 6 para el modulo de ventilación.
- **PANEL “B”:** Se debe energizar con la posición asignada en el PDB (tablero de distribución de energía) existente en la misma sala, posteriormente se utilizara la posición N° 10 para la fuente 2 del equipo.

En las posiciones indicadas de la regleta, se coloca Fusibles de 10 Amp, y se deberá usar un tercer fusible como repuesto, el cable de alimentación debe ser de color rojo (positivo) y color azul (negativo), y tendrá

una longitud (lineal) aproximadamente 2 metros hasta el equipo óptico ADR 2500.

Para la alimentación del panel “B” se calculará el calibre a usar, la ruta de cableado. En la figura 4.14 se muestra el tablero de distribución de energía, (PDB: Poder de Distribución Box).



Figura. 4.14. PDB marca LORAIN Sala de Datos. Fuente CANTV.

#### **4.9.3. Selección del Calibre para el alimentador del equipo ADR 2500.**

Los criterios para la selección del conductor adecuado para la carga son: capacidad de corriente y caída de tensión. El cálculo para la selección del alimentador permitirá una caída de tensión máxima de 1 voltio, entre el

tablero de energía y la carga. El calibre mínimo recomendado para el alimentador garantizará que el nivel de tensión suministrado para el equipo en la ubicación considerada se mantenga dentro de los parámetros de diseño del sistema de energía de CANTV.

El cálculo del conductor por caída de tensión se realiza según la formula:

$$CM = A * (loop) * (K / VD), \quad \text{Ec. 4.5}$$

Donde:

CM: es el calibre del Conductor en Circular Mil.

A: Amper en DC.

K: Constante de Cobre.

Loop: Distancia entre equipos ida y vuelta en pies.

VD: Caída de tensión en Vdc.

La utilización de un calibre menor producirá una caída de tensión que puede afectar el funcionamiento de dicho equipos.

Utilizando la tabla 310.16 del Código Eléctrico Nacional (COVENIN 200), el calibre del conductor por Ampacidad para una corriente de 16 Adc es un # 12 AWG-THW, el cual es el mínimo calibre permitido.

El alimentador recomendado para el equipo ADR 2500 debe ser un (01) conductor por polo, con aislamiento termoplástico (TWH) de 600 voltios y 75°C, utilizándose el color rojo para el polo (positivo) y el color azul para el polo (negativo). El calibre recomendado del alimentador es un cable # 6 AWG-TWH, para un recorrido de 20 metros y una corriente 16 Adc, el cual garantizará una caída de tensión menor a 1 Voltio, para el buen rendimiento del equipo óptico.

Según requerimiento de la empresa todos los conductores que se utilicen en las instalaciones deberán tener impresas las siguientes características:

- Calibre del conductor.
- Tipo de aislante.
- Voltaje.
- Nombre del fabricante.

Los fabricantes de cables estandarizados por la empresa CANTV son los siguientes:

- ELECTROCONDUCTORES C.A. (ELECÓN).
- ICONEL.
- ARALVEN.

**NOTA:**

La empresa tiene como política suministrar e instalar el cableado mientras el suministro e instalación de las canalizaciones lo realiza una empresa contratista

**4.9.4. Recorrido del cable de alimentación DC.**

El recorrido del cable de alimentación hasta el Panel B, estará partiendo desde las posiciones asignadas en el PDB Lorain, los conductores deberán realizar su recorrido de unos 20 metros por escalerillas horizontales de 30 cm de ancho existentes en la sala para luego hacer el recorrido hasta llegar al panel B y luego bajar al equipo óptico a través de escalerillas verticales de 20 cm existentes.

Este recorrido deberá respetar en todo momento las siguientes normas generales.

- Los cables de alimentación deberán estar separados una distancia mínima de 30 cm. de los cables de conmutación, transmisión y comunicación.
- Los cables de alimentación deberán estar separados una distancia mínima de 10 cm. de los cables de puesta a tierra.
- Las canalizaciones de los cables de alimentación deberá realizarse por escalerillas de acero galvanizado de (20, 30 o 40 cm, de ancho) y



sujetadas a la misma mediante hilo bramante cada 1.5 metros, distancia mínima, en tramo de escalerilla.

- Los terminales para la conexión de los cables de energía al equipo y a la protección deberán ser de tipo a compresión de un hueco fijados mediante tonillos hexagonales de rosca corrida, con arandela plana de presión y tuerca. Para el caso en que requieran realizar la conexión con tornillos a presión no se usarán estos terminales.
  
- Tanto los conductores negativos como los positivos deberán estar identificados en extremos del recorrido mediante llaveros plásticos sujetos con hilo bramante (hilo grueso).

#### **4.9.5. Puesta a Tierra de los Equipos ADR 2500.**

La selección del calibre y canalización para la puesta a tierra del equipo multiplexor se debe realizar según el siguiente documento: “*NORMAS DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN CENTRALES TELEFONICAS DE TRANSMISIÓN*” de la empresa CANTV

##### **4.9.5.1. Punto de conexión al sistema de Puesta a Tierra.**

Para la puesta a tierra de rack que contendrá el equipo óptico ADR 2500, se propone instalar una guía que lo conectará con la barra de tierra en las posiciones disponibles.

Todo el proceso deberá estar supervisado por el personal de energía de la empresa CANTV, quienes certificarán los trabajos realizados.

En la siguiente figura 4.15 se muestra una barra de tierra donde se realiza la conexión a tierra del equipo asignado por SISE (Sistema de Instalación de Servicios Nuevos).

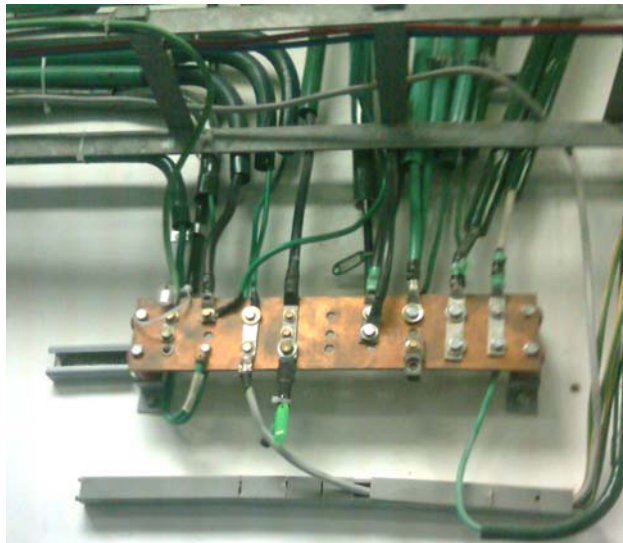


Figura. 4.15. Barra de Puesta a Tierra Sala Datos. Fuente CANTV

#### **4.9.5.2. Punto de conexión al sistema de Puesta a Tierra.**

Para la puesta a tierra de rack que contendrá al equipo óptico ADR 2500 se prevé instalar una guía # 57 con un conector C-TAP a una altura de 3.65 metros, luego se contempla la instalación de otra guía #58 derivándose de una guía # 40, con conector C-TAP, hasta llegar al rack que alojará al equipo ADR 2500.

#### **4.9.6. Sincronismo del equipo Multiplexor.**

Para la red de sincronismo se tiene un reloj Stratum 1 en el puesto central de control (PCC) conectado a uno de los nodos SDH que allí se encuentran. Este reloj se conoce como la referencia primaria de sincronía de toda la red. A partir de ahí la señal de sincronía se reparte junto con la trama SDH, haciendo que los siguientes equipos tengan referencias temporales degradadas o de Status inferior. La distribución de la referencia esta hecha de acuerdo a que no fueran a existir loops de sincronismo dentro de la red.

Para la sincronización de los equipos ADR 2500, se deberá tender un cable coaxial desde el equipo ADR2500; primero se debe conectar el cable de sincronización, desde el puerto SYNC de la tarjeta CCU 2G del equipo hasta el ultimo puerto del panel de 32 BNC a instalar al lado del equipo, en el Racks de 19", luego realizar el tendido de dos (2) cables coaxiales RG-59, desde el ultimo punto del panel de 32 BNC, parte frontal con conector BNC, hasta llegar al equipo BASTI-BIT que genera el reloj maestro de la central ubicado en la sala TANDEN, este reloj se conoce como la referencia primaria de sincronía de toda la red. A partir de ahí la señal de sincronía se reparte junto con la trama SDH, haciendo que los siguientes equipos tengan referencias temporales degradadas o de Status inferior. La distribución de la referencia esta hecha de acuerdo a que no fueran a existir loops de sincronismo dentro de la red.

La longitud aproximada entre el equipo que genera el reloj maestro para la sincronización del equipo ADR 2500, tiene una distancia de 20 metros

desde la Sala PCM; este proceso se repite en cada una de las otras salas para la sincronización de cada equipo en sus respectivas salas.

A continuación se debe tener en cuenta la siguiente tabla 4.12, para el sincronismo de los equipos ADR 2500

Tabla 4.12 Sincronismo de los equipos ADR 2500.

Nombre del equipo a Instalar	Central	Frecuencia	Características	Asignación					Dirección
				Shall	Slot	Tarjeta	Posición	Tipo De Conector	
ADR2500	ANZ-I y II	2MHz	75Ω	Maestro	T02	08	J8	3,4	Sala Cx

#### 4.9.7. Gestión de los equipos ADR 2500.

Las actuales redes de telecomunicación se caracterizan, por un constante incremento del número, complejidad y heterogeneidad de los recursos que los componen; que dificultan enormemente gestionar el rendimiento, encontrar y solucionar problemas, y planificar el crecimiento futuro de la red. Por ello, la gestión de red integrada, como conjunto de actividades dedicadas al control y vigilancia de recursos de telecomunicación, bajo el mismo sistema de gestión; se ha convertido en un aspecto de enorme importancia en el mundo de las telecomunicaciones.

Puesto que las tramas SDH incorporan información de gestión de los equipos, es posible tanto la gestión local como la centralizada de sus redes especificadas en (ITU-T G.784). La gestión local atiende a un control descentrado de los distintos nodos, mediante sistemas de operación local. La

centralizada, adecuada para entornos SDH puros sin PDH, se basa en el control de todos los nodos mediante un único sistema de operaciones central.

La gestión del equipo comprende tareas tales como configuración del elemento de red, puesta en servicio, prueba de fallos, medida de prestaciones o calidad (ITU-T G.821, G.826 y M.2100), alarmas, etc.

La información transportada entre los distintos equipos de una ruta SDH a través del denominado canal de comunicaciones de datos ó DCC (*Data Communication Channels*), tiene una estructura de los mensajes de gestión de red estándar; sin embargo, no ha habido un acuerdo en la definición del conjunto de mensajes a transportar y, por lo tanto, no hay interoperabilidad en la gestión entre los distintos vendedores de equipos SDH.

No obstante, a diferencia de la interfaz de gestión de red entre equipos, la interfaz desde el terminal de gestión a cada uno de los equipos sí es estándar; realizándose a través de interfaz Q en el caso remoto (conexión Ethernet) y de la interfaz F en el caso local (conexión serie). El protocolo de gestión utilizado es el protocolo de información de gestión común o CMIP (*Common Management Information Protocol*) de la familia de protocolos OSI estandarizados por la ISO.

Para realizar la conexión de la gestión, se deberá realizar el tendido usando un cable UTP desde los equipos ADR 2500 multiplexor propuesto hasta el equipo al que será conectado router Cisco 2600 con una dirección IP

asignada por SISE, que es la encargada de asignar las instalaciones y posiciones disponibles en los equipos, todo esto con el fin de poder supervisar los equipos involucrados en el anillo, desde la central del COR en Caracas; con esta gestión se observarán las alarmas, se realizarán pruebas de conectividad, entre otras; este proceso será el mismo para cada equipo del anillo. La siguiente tabla 4.13 se muestran los requerimientos a seguir para la instalación de la gestión de cada equipo.

Tabla 4.13. Pautas para la instalación de la gestión.

Nombre del equipo a Instalar	Central	Equipo al que será conectado DCN	Dirección IP	Mascara	Puertos asociados	Ubicación física del equipo DNC	Gateway	WAN
ADR Puerto La Cruz	P.L.C	?	10.121.24.66	255.255.255.192	0/6	Sala de Datos	10.121.24.65	10.124.194.61

#### 4.9.8. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Datos.

En la siguiente figura 4.16, se muestra con detalle la ubicación del equipo ADR 2500 en la Sala de Datos.

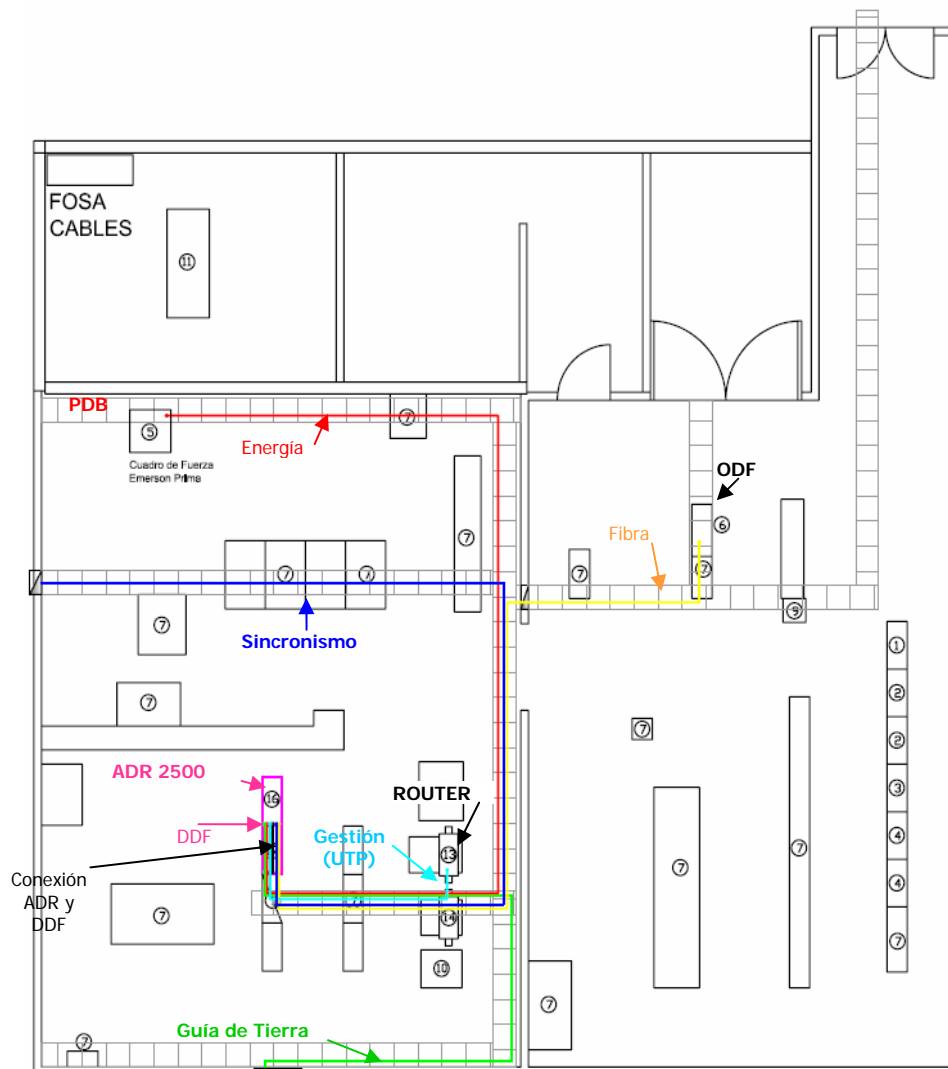


Figura. 4.16 Ubicación en el plano de la Sala de Datos. Fuente CANTV

Leyenda

Sincronismo	Cable de energía	Fibra Óptica	Cable UTP Gestión	Equipo ADR 2500	Cable de Tierra

#### 4.9.9. Ubicación de equipo: ADR 2500, Sala Transmisión, Piso 3, Central Anz-II.

El equipo Multiplexor ADD/DROP se colocará en un (1) Rack existente en la sala de Transmisión, piso 3 de la central ANZ-II, como se indica en la figura 4.17 y anexos. Al lado del Rack será instalado un DDF que contendrá paneles de conexión de 63 (E1) a una velocidad de 2 Mbits.

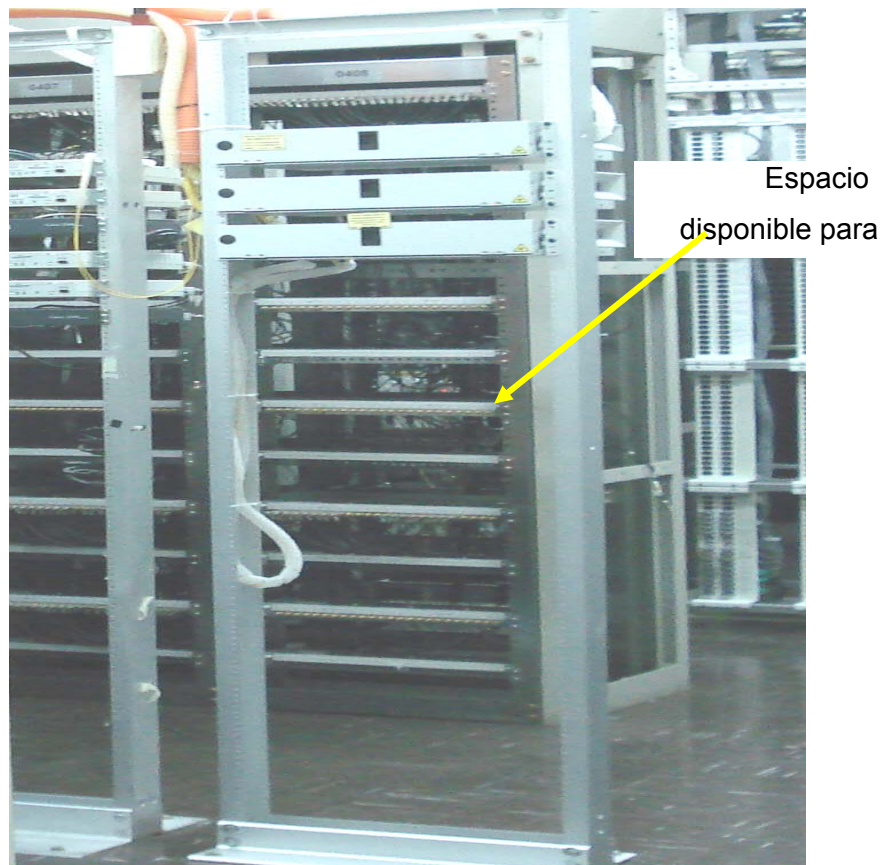


Figura. 4.17 Espacio disponible para la instalación. Sala de Transmisión.

Fuente CANTV.



El equipo ADR 2500 será conectado a la Barra de tierra ubicada en la sala de transmisión, la misma se muestra en la Figura 4.18.

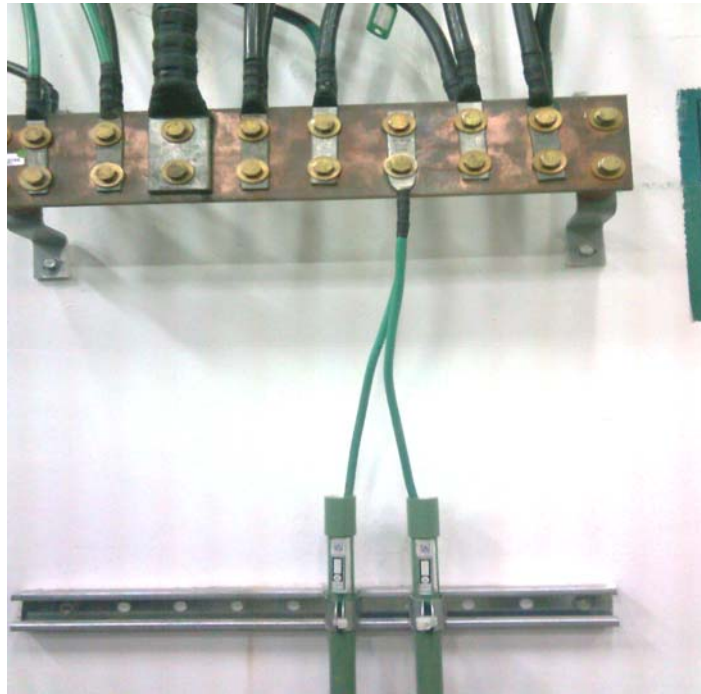


Figura. 4.18. Barra de tierra Sala Transmisión. Fuente CANTV

#### **4.9.9.1. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Transmisión.**

En el plano de la figura 4.19 se muestra la Sala de Transmisión por donde hace el recorrido de las conexiones propuesta para la instalación del equipo ADR2500.

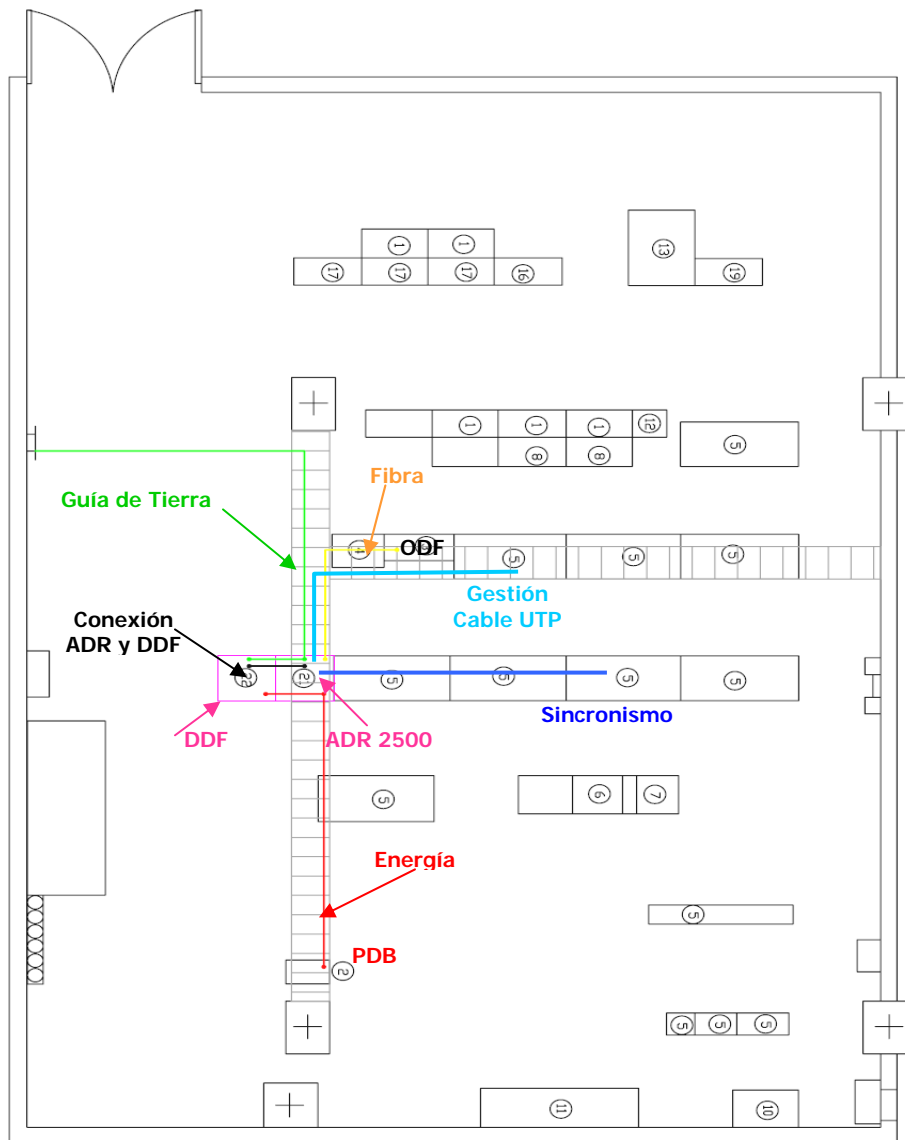








Figura. 4.19 Ubicación equipo ADR 2500 Sala de Transmisión. Fuente CANTV

Leyenda

Sincronismo	Cable de energía	Fibra Óptica	Cable UTP Gestión	Equipo ADR 2500	Cable de Tierra
					

#### 4.9.10. Ubicación de Equipo: Sala PCM Piso 1 Central Anz-II.

En la sala PCM el equipo ADR2500 será ubicado en un Racks de 19" este equipo estará interconectado con los otros dos equipos ADR 2500 a través de los ODF que se encuentran en cada sala. Ver Figura 4.20.

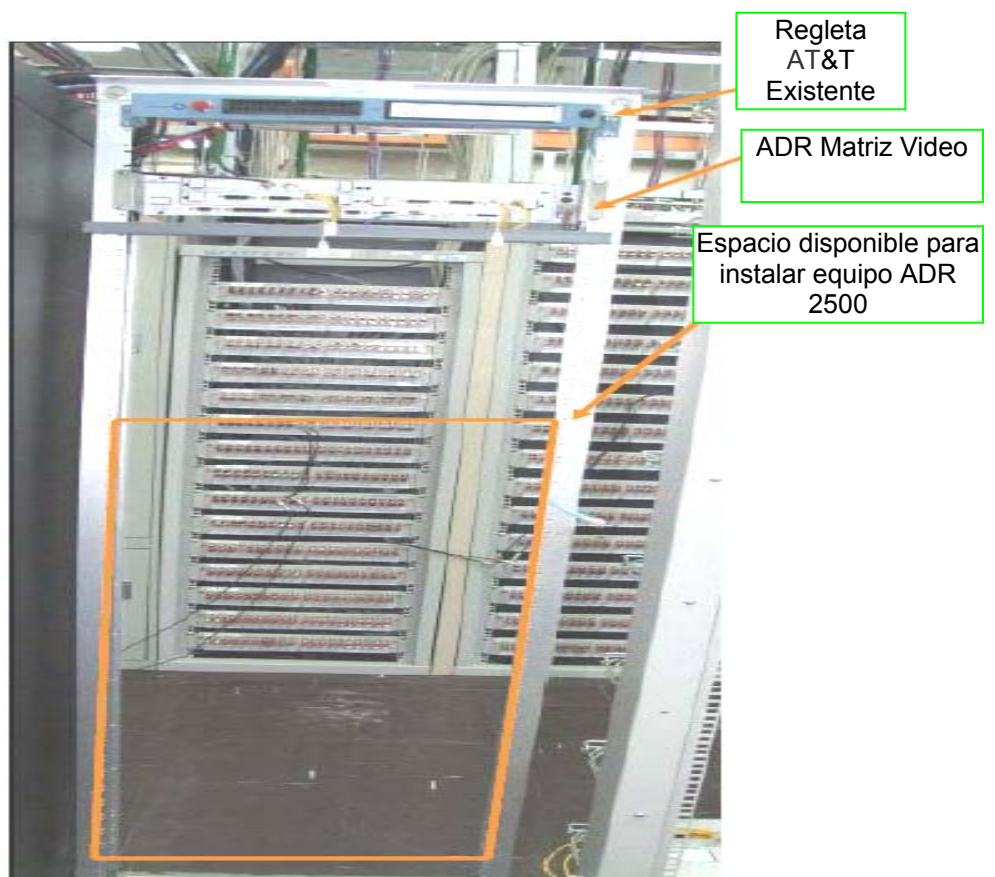


Figura. 4.20. Rack 19" Espacio disponible para la instalación. Sala de PCM.

Fuente CANTV.

**4.9.10.1. Conexión detallada del equipo ADR 2500 a instalar en la Sala PCM.**

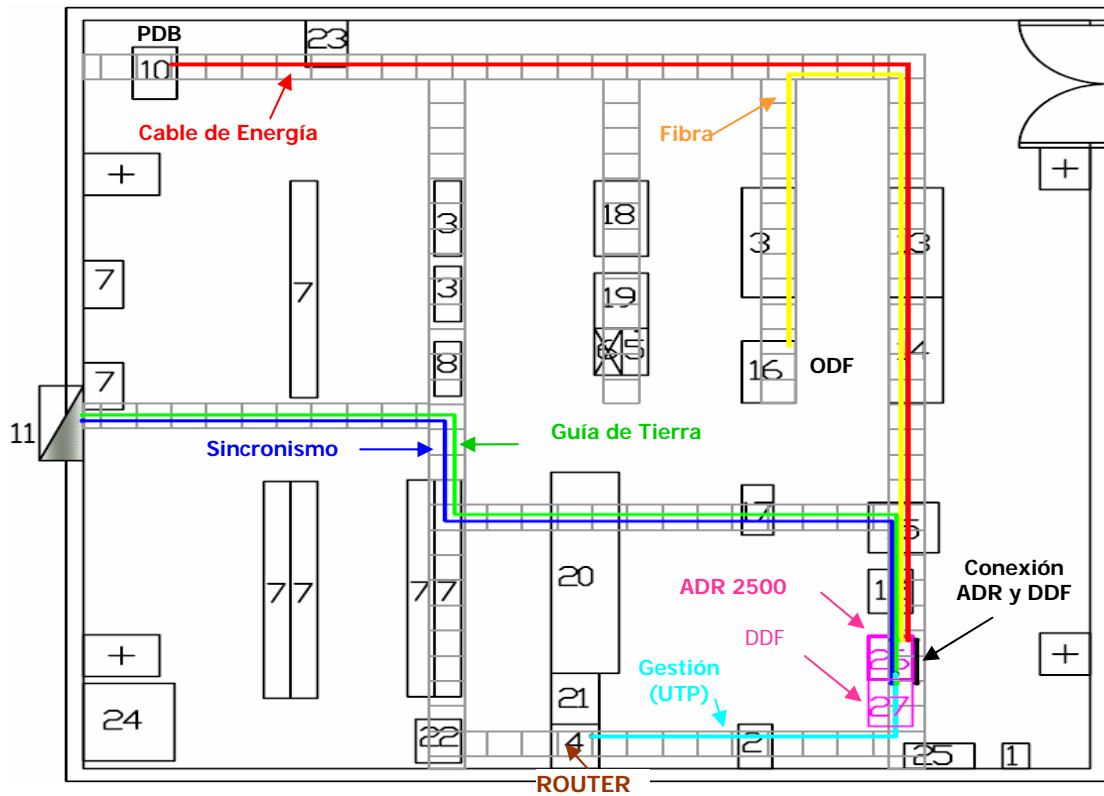


Figura. 4.21. Ubicación de equipo ADR 2500 Sala PCM. Fuente CANTV

**Leyenda**

Sincronismo	Cable de energía	Fibra Óptica	Cable UTP Gestión	Equipo ADR 2500	Cable de Tierra

➤ **Distribuidor de Alimentación de energía PDB.**

En la siguiente figura se muestra el PDB el cual tiene una capacidad de 20 Amperios, donde se tomara la alimentación para los equipos a instalar en dicha sala.



Figura. 4.22. PDB. Fuente CANTV.

➤ **Barra de Tierra en la sala PCM.**



Figura. 4.23. Barra de Puesta a Tierra. Fuente CANTV

#### 4.9.11. Ubicación de equipo: Sala Conmutación Piso 3 Central Anz-II.

Se propone colocar un rack 19" para la instalación del equipo óptico 155C figura 4.24, el cual será ubicado el equipo óptico y al panel de conexión (ODF)



Figura. 4.24. Espacio disponible para el equipo. Fuente CANTV

#### **4.9.12. NORMAS de la Empresa.**

La empresa contratista deberá de realizar los trabajos según las últimas publicaciones de las normas que se indican a continuación.

- COVENIN.
- Código Eléctrico Nacional.
- Especificaciones de la empresa CANTV.
- Normas de Diseño e Instalación de los Sistemas de Puesta a Tierra en Centrales Telefónicas y Estaciones de Transmisión.

##### **4.9.12.1. Normas Generales Calibre del Conductor, Canalización y Conexión**

En la instalación de la puesta a tierra deberán respetarse en todo momento las siguientes normas generales vigentes exigidas por CANTV:

- Los conductores deberán estar debidamente canalizados a través de tubería plástica rígida marca PAVCO o TUBRICA, del diámetro exigido por las normas, de acuerdo al calibre del cable a instalar.
- La tubería deberá estar totalmente cubierta con pintura de esmalte verde acrílico para tubería plástica (# de parte B53GV40, Ítem ID

85002971), con su respectiva capa previa de fondo promotor de adhesión para plástico.

- La tubería plástica deberá instalarse de manera firme con los accesorios de fijación adecuados a pared, techo y/o escalerillas, evitando el pandeo de la misma a lo largo de todo su recorrido. Para ello deberán respetarse las distancias de separación máximas permitidas entre los puntos de fijación de las tuberías, dependiendo del diámetro de las mismas. Para tuberías de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro se exige una distancia máxima de separación de 1,20 metros, mientras que para tuberías de 1" de diámetro se debe respetar una distancia máxima de 1,50 metros.
- Se deberá respetar en todo momento una separación de 30 centímetros entre las Guías de puesta a tierra y los cables de conmutación y transmisión, así como una separación de 10 centímetros entre estas Guías y los conductores de energía.

#### **4.9.13. Identificación para Guías de Puesta a Tierra.**

La Identificación de las guías se realizará con llaveros plástico de color verde sujeto al conductor mediante hilo bramante en sus extremos.

Nota importante para el suministro de energía en -48 DC y sistema de Puesta a Tierra.



Todos los conductores y protecciones correspondientes a este proyecto deberán ser debidamente etiquetados. Se deberá cumplir con las normas de seguridad, instalación y construcción establecidas por CANTV estipuladas en las “Normas de Diseño e Instalación de los Sistemas de Puesta a Tierra en Centrales Telefónicas y Estaciones de Transmisión” y las normas contenida en el “Código Eléctrico Nacional”.

## **CAPITULO 5: PLAN PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA NUEVA PLATAFORMA EN ANILLO DE FIBRA ÓPTICA BASADO EN ESTANDARES SDH.**

### **5.1. Introducción**

El presente capitulo esta basado en el plan de migración de la infraestructura existente e instalación de la nueva plataforma de enlace de telecomunicaciones entre las centrales ANZ-I y ANZ- II, Puerto La Cruz, el cual estará integrado por (3) tres equipos óptico ADR 2500 SDH multiplexores los cuales formaran el enlace digital intesalas, conectados entre si bajo la topología en anillo redundante por medio de cable fibra óptica y un cuarto equipo óptico ADR 155C SDH multiplexor, conectada al anillo.

Logrando así crear una red mas fiable, rentable y con mayor capacidad de trafico y cobertura de los servicios actuales y futuros, mejorando la calidad de de la infraestructura de las redes, haciéndola mas accesible y con gran disponibilidad de expansión para futuras ampliaciones sin la necesidad de tendidos de cables, disminuyendo en costo y espacio.

Este nuevo enlace tendrá la ventaja de redundancia en el caso de falla de un enlace, tendrá la disponibilidad de enrutar el servicio por la ruta de

reserva activándose, sin interrupción del tráfico, hasta que se solventa la falla del enlace principal.

Este proyecto innovador tiene como finalidad la actualización de los sistemas actuales y futuros en la empresa CANTV, creando una nueva plataforma de enlaces entre salas de centrales adyacentes, aumentando la capacidad de transmisión del tráfico, confiabilidad de los sistemas ópticos con equipos última generación y disminuyendo o neutralizando la aglomeración de tendidos de cables entre las Centrales ANZ-I y ANZ-II, pues, por la fibra óptica tiene la capacidad de transportar una gran cantidad de información.

## **5.2. Alcance del proyecto.**

El alcance del proyecto está basado en el diseño de un nuevo enlace que cubrirá la demanda y la migración de servicios actuales de la zona Oriental, integrado conjuntamente con el resto del sistema de las centrales, el cual transmitirá un tráfico de 2.5 Gbits, con capacidad de expansión; con este enlace se podrá configurar en cualquier nodo para proveer servicio y mayor utilización del ancho de banda y disponible en los nodos del anillo. Para la realización de la instalación de la nueva plataforma se deberá cumplir y regir por las normas y procedimientos exigidos por la empresa CANTV.

### 5.3. Equipamiento básico para integrar la nueva plataforma de red

Para lograr la interconexión de las Salas de Datos, Transmisión, Conmutación y PCM se requiere un conjunto de equipos ADR 2500 extra, fibras ópticas, distribuidor de fibra óptica (ODF), distribuidores de cables coaxiales (DCC), tarjetas de interfaces, indicados a continuación en las tablas 5.1, y 5.2.

Tabla 5.1. Equipo ADR 2500 a instalar en la sala de Datos, Central Anz-l.

EQUIPO ADR 2500 SDH					
Cant.	Equipos	Slot (ranura)	Racks	Observaciones	
1	Chasis ADR 2500		Disponibles Racks 19" en la Sala de Datos	A instalar en el Racks de la sala	
2	Tarjetas matrix HO/LO				
1	Tarjeta CCU- 2G				Suministro de poder y acceso a las alarmas, al control remoto y acceso al sincronismo.
1	Tarjeta de control (CTRL 2G).				Indicador de Alarma de estatus del servicio, acceso a las tarjetas inteligentes
2	Tarjetas STM-4 L4.2 Óptico de línea	Trib. 2 y 4			Unidad de acceso a SDH, interfaz óptica. STM-4
1	Tarjeta 4*STM-1 S.1.1 óptico (servicio)	Trib. 1			Unidad de acceso a SDH, interfaz óptica. STM-1
2	PSU				Fuente de alimentación
1	Cable de alimentación ADR 2500				Con pinado para 2 fuentes de alimentación
4	Cordones ópticos SC-PC/ ST-PC				Conectado desde las tarjetas STM-4 del equipo hasta el ODF. Para conexión del enlace anillo
1	cable de sincronismo para el ADR 2500				
1	Panel para 32 BNC				
1	Cordón STM-1e (coaxial).				
3	Fusible BK de 10 Amp				

Tabla 5.2. Equipo ADR 155C a instalar en la sala de Conmutación Central Anz.-II.

EQUIPO ADR 155C SDH				
Cant.	Equipos	Slot (ranura)	Racks	observaciones
1	Chasis ADR 155C		Existente	A instalar en el Racks de la sala
2	Tarjetas CMU controladora	12		
1	Modulo de ventilación			Ubicado en la parte inferior del equipo.
2	PFU	13 y 14		Fuente de alimentación
2	Tarjetas LXS 1/4 STM-4/1SFP S/módulos SFP	9 y 10		
1	Modulo óptico STM-4 SFP (S-4.1) En las tarjetas LXS	9 y 10		
1	Tarjeta NS01Q 4 puertos para módulos SFP	4		
1	Modulo eléctrico STM-1 SFP			En el puerto n° 1 de la tarjeta NS01Q.
1	Panel para 32 BNC y 2 cordones STM-1e (coaxial)			
4	Cordones ópticos SC-PC/ ST-PC			Desde las tarjetas LXS equipo ADR 155C hasta el ODF.
3	Fusible BK de 10 Amp			
1	Cordón STM-1e (coaxial).			
3	Fusible BK de 10 Amp			

Los equipos ADR 2500 a instalar en las Salas de Transmisión, PCM, tienen las mismas especificaciones que se muestra en la tabla 4.1. Ubicado en la Sala de Datos.

#### 5.4. Confiabilidad del sistema actual

La **Confiabilidad** se puede decir que es la capacidad de un componente, equipo o sistema de no fallar durante un determinado periodo

de tiempo, existe una relación matemática entre la confiabilidad de cada una de las partes, componentes y el sistema completo.

La confiabilidad distingue 3 tipos de periodo de fallas:

- Fallas que ocurren al iniciarse el periodo de vida operativo y que suceden generalmente por defectos en la producción en el control de calidad o en la instalación.
- Fallas debido al desgaste y que dependen del mantenimiento preventivo.
- Fallas aleatorias distribuidas al azar y que no dependen de pruebas o del mantenimiento.

Esta función de confiabilidad es un criterio que esta en función del tiempo y se determina con la siguiente expresión.

$$R(t) = \lambda^{-\lambda * t} \quad \text{Ec. 5.1}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \text{Ec. 5.2}$$

Donde R(t): es la confiabilidad del sistema.

$\lambda$ : Tasa de fallas.

T: Tiempo de falla

MTBF: Tiempo medio de entre fallas

Quedando la formula de la siguiente forma:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{1}{MTBF}\right)t} \quad \text{Ec. 5.3}$$

#### 5.4.1. Calculo de la Confiabilidad del enlace actual por cable coaxial

Al transcurrir los años, la satisfacción de la creciente demanda de los servicios generó fallas en el sistema, estas fallas fueron observadas durante un tiempo, los cuales fueron tomados para hacer un promedio entre los años 2005 hasta el 2009, para estimar que tanto habrían fallado los enlaces. En la siguiente figura 5.1 se muestra un registro de fallas ocurridas en esos años.

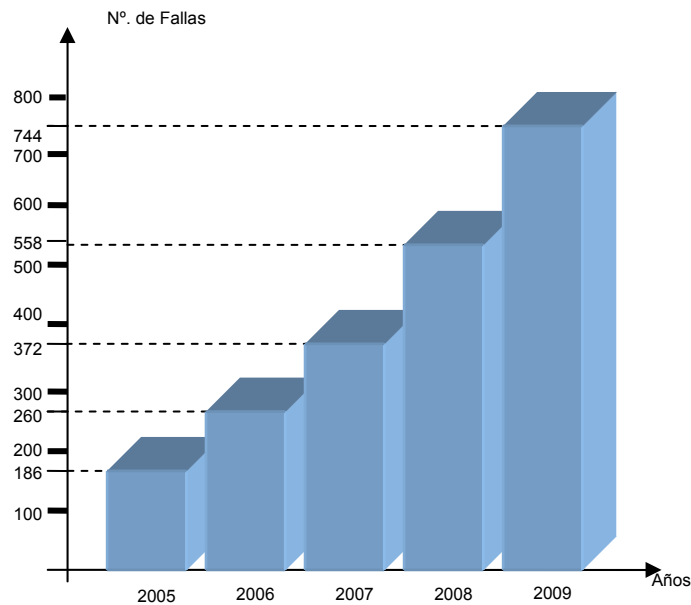


Figura. 5.1. Grafico de fallas del sistema de comunicación actual.

Fuente CANTV

En la grafica se observa, que las fallas, al transcurrir los años se hicieron mas frecuentes, ya fuese por desgaste o inadecuado mantenimiento.

Con estos datos calcularemos el valor de falla promedio en un año.

Resultando que:

Para el año (2005) ocurrieron	186 fallas.
Para el año (2006) ocurrieron	260 fallas.
Para el año (2007) ocurrieron	372 fallas.
Para el año (2008) ocurrieron	558 fallas.
Para el año (2009) ocurrieron	744 fallas.

Valor de Falla Promedio en un Año

$$VFP_{\text{año}} = \frac{186 + 260 + 372 + 558 + 744}{5} = 424 \text{ fallas/ año.}$$

Con este valor promedio calcularemos la Tasa de Fallas, que es la relación existente entre el valor promedio de fallas y el número de meses operativos de los equipos:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ fallas promedio}}{12 \text{ meses}} \quad \text{Ec.5.4}$$

Introduciendo los valores tenemos que la Tasa de Fallas es igual a:

$$\lambda(\text{hora}) = \frac{424 f}{8760 h} = 0.048 \text{ fallas / hrs}$$



Entonces con la tasa de falla podemos calcular la Confiabilidad del sistema de comunicaciones actual entre las centrales Anz-I y Anz-II.

$$R(t) = e^{-\lambda * t}$$

$$R(dia) = e^{(-0.048f / hrs) * 24hrs}$$

$$R(dia) = 31,3\%$$

Según los resultados obtenidos la confiabilidad del sistema actual es 31,3% muy bajo, para tan importante sistema de comunicaciones.

Lo que se espera del enlace digital es que tenga una confiabilidad del 99,99 %, que sea rentable y que posea una alta disponibilidad, para brindar un eficiente servicio a sus clientes, por ser una empresa de telecomunicaciones debe brindar y garantizar un buen servicio de calidad.

#### 5.4.2. Confiabilidad del Anillo de Fibra Óptica.

Considerando un anillo formada por N enlaces, en el que cada enlace tiene una confiabilidad  $P_{LNK}$  y una probabilidad de falla  $q_{LNK}$ , por medio de la distribución binomial se puede calcular la probabilidad de que en algún momento haya n enlaces averiados.[10]

$$P(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} q_{LNK}^n P_{LNK}^{(N-n)} \quad \text{Ec.5.5}$$

Si tanto  $P_{LNK}$  como  $q_{LNK}$  están calculadas sobre una base diaria, entonces  $P(n)$  es la probabilidad de que en un mismo día se hayan producido fallas en (n) enlaces. Cabe destacar que a los fines de este trabajo se ha asumido que un enlace dañado será reparado en un plazo no mayor a 24 horas, y que la caída de un único enlace no afecta la conectividad. Por lo tanto, la condición para que haya degradación en la conectividad es que dentro de algún periodo de 24 horas se produzcan fallas en dos o más enlaces. La probabilidad de que esto suceda, denominado  $q_{RING}$ , se calcula de la siguiente manera:

$$q_{RING} = P(> 1) = 1 - [P(0) + P(1)] \quad \text{Ec.5.6}$$

De este modo se puede estimar la periodicidad con que se espera que ocurra este tipo de averías, o sea el **Tiempo Medio entre Fallas del Anillo (MTBF)**.

$$MTBF_{RING} = \frac{1}{q_{RING}} \quad \text{Ec.5.7}$$

Si  $q_{RING}$ , es la probabilidad de falla en días,  $MTBF_{RING}$  estará expresado en días.

El punto de partida para los cálculos precedentes es la confiabilidad de un enlace  $P_{LNK}$ , o bien su probabilidad de falla  $q_{LNK}$ . Por lo tanto, es fundamental poder contar con una buena estimación de estos valores.

La confiabilidad de un enlace depende de la confiabilidad de sus componentes, de las condiciones de instalación, operación y mantenimiento.

La confiabilidad  $P$  y probabilidad de falla  $q$  de un cierto elemento se pueden obtener a partir del MTBF, según la siguiente formula

$$P = e^{-(T / MTBF)} \quad \text{Ec.5.8}$$

Donde

T: es el período de análisis considerado, expresado en las mismas unidades que el MTBF (días).

Luego se calcula la correspondiente probabilidad de falla con una ecuación más simple:

$$q = 1 - P \quad \text{Ec.5.9}$$

El **MTBF** es un parámetro habitualmente informado por los fabricantes de los equipos este valor viene expresado en horas.

**MTBF<sub>SFP</sub>: 218.200 hr.**

Según las condiciones planteadas para el presente análisis se consideran MTBF expresado en días y T a un día. Debido a que los valores de MTBF típicos son superiores a 1, también se puede aplicar una formula aproximada más simple para obtener la probabilidad de falla.

$$q = \frac{1}{MTBF} \quad \text{Ec.5.10}$$

Luego, calculamos la confiabilidad que es igual a:

$$P = 1 - q \quad \text{Ec.5.11}$$

Entonces la confiabilidad de un enlace se calcula a partir de la confiabilidad de sus componentes, considerando su disposición en serie de acuerdo con la siguiente formula:

$$P_{LNK} = P_{PC} * P_{FO}^2 * P_{SFP}^2 \quad \text{Ec.5.12}$$

Donde.

$P_{LNK}$ = confiabilidad del enlace

$P_{FO}$ = confiabilidad de la fibra óptica

$P_{PC}$ = confiabilidad de un patchcord

$P_{SFP}$ = confiabilidad de un modulo SFP

#### **5.4.3. Calculo de la confiabilidad de un enlace a partir de sus componentes**

A partir de las ecuaciones anteriores calculamos la confiabilidad de un enlace de fibra óptica, la siguiente figura 5.2



Figura.5.2 Módulo de enlace de fibra óptica. Fuente Propia.

Leyenda:



El tiempo medio entre falla (*MTBF*) del equipo ADR 2500 extra viene expresado en horas, con este valor se realizarán los cálculos para determinar la confiabilidad del enlace por fibra óptica y este valor es  **$MTBF_{SFP}$ : 218.200 hr.**

Usando *MTBF* en días nos da el siguiente resultado.

$$MTBF_{SFP} = 218.200hrs * \frac{1 \text{ dia}}{24hrs} = 9091 \text{ dias}$$

Con este valor expresado en días calculamos la probabilidad de falla  $q_{SFP}$  con la formula:

$$q_{SFP} = \frac{1}{MTBF_{SFP}} \quad \text{Ec.5.10}$$

$$q_{SFP} = \frac{1}{9091} = 1.1 * 10^{-4}$$

Teniendo el valor de probabilidad de falla  $q_{SFP}$ , calculamos la confiabilidad  $P_{SFP}$  del modulo  $SFP$ .

$$P_{SFP} = 1 - q_{SFP} \quad \text{Ec.5.11}$$

$$P_{SFP} = 1 - 1.1 * 10^{-4} = 0.99989$$

$$P_{SFP} = 0.99989$$

#### 5.4.4. Calculo de la confiabilidad de la fibra óptica

Para este cálculo de la confiabilidad de la fibra óptica se estima un valor de MTBF de 20 años, en base a los 20 años de garantía que ofrece AMP (AMP 2008) sobre sus productos incluyendo cables de fibra óptica y accesorios. Similar criterio se ha adoptado para los patchcords de fibra óptica.[10].

$$MTBF_{FO} = 20 \text{ años} * 365 \text{ dias} = 7300 \text{ dias}$$

Con el valor de  $MTBF_{FO}$  calculamos la probabilidad de falla de la fibra óptica

$$q_{FO} = \frac{1}{MTBF_{FO}} \quad \text{Ec.5.10}$$

$$q_{FO} = \frac{1}{7300} = 1.3699 * 10^{-4}$$

➤ **La Confiabilidad de la fibra óptica será**

$$P_{FO} = 1 - q_{FO} \quad \text{Ec.5.11}$$

$$P_{FO} = 1 - 1.3699 * 10^{-4} = 0.999863$$

$$P_{FO} = 0.999863$$

Como se asumió los mismos criterios para los cables patchcords tenemos que

$$P_{CP} = P_{FO} = 0.999863$$

Con los resultados obtenidos anteriormente podemos calcular la confiabilidad del enlace de fibra óptica con la siguiente formula.

$$P_{LNK} = P_{FO} * P_{PC}^2 * P_{SFP}^2 \quad \text{Ec.5.12}$$

$$P_{LNK} = 0.999863 * (0.999863)^2 * (0.99989)^2$$

$$P_{LNK} = 0.99936$$

$$P_{LNK} = 0.99936 * 100 \%$$

$$P_{LNK} = 99.93$$

Este será la confiabilidad de un enlace de fibra óptica  $P_{LNK} = 99.93$  es un valor aceptable para un enlace del anillo digital.

#### 5.4.5. Probabilidad de falla de un enlace del anillo

Para calcular la probabilidad que un enlace falle viene dado por la ecuación

$$q_{LNK} = 1 - P_{LNK} \text{ Ec.5.11}$$

Con el valor obtenido en la confiabilidad de un enlace obtenemos la probabilidad de falla en un día.

$$q_{LNK} = 1 - 0.99936$$

$$q_{LNK} = 6.40 * 10^{-4}$$

Con este resultado se puede decir que la probabilidad de falla de un enlace del anillo es muy pequeña, esto quiere decir que los enlaces digitales tienen grandes ventajas por ser más confiable y rentables.



Es de interés calcular el MTBF de un enlace ( $MTBF_{LNK}$ ) esto es por dos motivos; uno para poder compararlo con el MTBF del anillo, a fin de apreciar el beneficio de la redundancia prevista por esta topología; y el otro es la conveniencia de utilizar este valor para especificar la calidad del enlace y poder comparar distintas calidades de ellos.

$$MTBF_{LNK} = \frac{1}{q_{LNK}} \quad \text{Ec.5.13}$$

$$MTBF_{LNK} = \frac{1}{6.40 * 10^{-4}}$$

$$MTBF_{LNK} = 1562.5 \text{ dias}$$

Esto equivale en años

$$MTBF_{LNK} = 4.28 \text{ años}$$

### **5.5. Plan de actividades para la instalación de los equipos adr 2500 extra para la nueva plataforma de comunicaciones.**

El objetivo principal de este proyecto es presentar una solución que garantice una mayor confiabilidad y disponibilidad en el sistema de comunicaciones, para brindar nuevos y actuales servicios.

El presente plan considera una serie de actividades a cumplir, que permitan la planificación, adecuación, instalación y conexión de los equipos ópticos ADR 2500 SDH, para el buen desarrollo del proyecto, de una manera eficaz, confiable y cumpliendo con las normas de seguridad exigidas por la empresa CANTV.

#### **5.5.1. Etapas a Cumplir para la Implementación del Nuevo Enlace de Comunicaciones SDH.**

- **Etapa N° 1:** El proyecto deberá ser analizado y aprobado por personal calificado de la empresa CANTV.
  
- **Etapa N° 2:** El personal técnico encargado de la ejecución de los trabajos de instalación de equipos ópticos ADR 2500 SDH, deberán tener asignados documentos como soporte del proyecto, estos son:
  - Ingeniería de detalles preliminares.
  - Permisos de acceso a las instalaciones de la empresa.
  - Procedimientos de instalación de equipos.
  
- **Etapa N° 3:** Instalación en Racks existentes de 19" (tamaño estándar) de los equipos ADR 2500 SDH, respectivamente en las Salas Dx, Tx, PCM que integran el enlace.
  
- **Etapa N° 4:** Instalación de la Alimentación y Puesta a Tierra de los equipos ópticos ADR 2500. SDH.

- **Etapas N° 5:** Conexión de los equipos ópticos ADR 2500SDH, a través de cordones de conexión de corta distancia (Patch Cords) hasta los ODF (distribuidor de fibra óptica), en las Salas de Datos (Dx), Transmisión (Tx), PCM, y el equipo óptico ADR 155C SDH en la Sala de Conmutación (Cx), en los puertos asignados por SISE (sistema de instalación de nuevos servicios).
- **Etapas N° 6:** Tendido del cable de fibra óptica debidamente protegido con tubo corrugado, realizando el recorrido por escalerillas verticales y horizontales y ductos existentes entre las salas de las Centrales Anz-I y Anz-II, hasta llegar a las Sala de Datos, Transmisión, PCM y Conmutación.
- **Etapas N° 7:** Con el tendido de las fibras, se procederá a realizar la conexión de las mismas en cada sala a los ODF, para interconectar los equipos ópticos ADR 2500.SDH y el equipo óptico ADR 155C SDH en la Sala de Conmutación.
- **Etapas N° 8:** Se realizará un Protocolo de Pruebas relacionadas con los niveles de voltaje, de potencia, BER (Rata de Bit Erradas), Sincronismo de los equipos, pruebas en las alarmas, y pruebas de Sensibilidad para el correcto funcionamiento de los equipos ópticos 2500 SDH.
- **Etapas N° 9:** Ejecución de pruebas para las alarmas, y pruebas del nuevo sistema interconectado para el buen funcionamiento.
- **Etapas N° 10:** Construcción de la nueva plataforma SDH, con Red Principal de fibra óptica y vínculos redundantes.

- **Etapa N° 11:** Identificación de las fibras y los circuitos eléctricos por medio de etiquetas especificando ubicación de los equipos.
- **Etapa N° 12:** *ENTREGA DEL PROYECTO DEL NUEVO ENLACE DE COMUNICACIONES SDH POR FIBRA ÓPTICA CON REDUNDANCIA (1+1).*

### 5.6. Cronograma de ejecución de los trabajos a realizar para la instalación de los equipos.

Para la ejecución de estos trabajos, es muy importante que se tenga en cuenta un Cronograma de Trabajo para la correcta instalación del equipamiento. En la siguiente tabla 5.3.se especifica el cronograma a seguir según normas de la empresa.

Tabla 5.3. Tiempo de realización de trabajos (Información Suministrada por el Personal Técnico de la Empresa CANTV

Actividades a Realizar y Equipo a Implementar					
Actividades	Personal de Trabajo	Equipos	Materiales	Horario de trabajo	
				Diurno	Nocturno
Etapa N°1: Análisis de factibilidad detallado del proyecto de comunicaciones a implementar aprobación	Personal especializado de la empresa CANTV	Computador	Fotos de sitios, planos. Lápices, papel,	(2 Sem.)	

Etapa N°2: Personal a ejecutar los trabajo de instalación del equipo ADR 2500. SDH	Técnicos y Ayudante o contratista especializadas en Instalaciones	Kits de herramientas. Y reconocimiento del sitio de trabajo	Documento del proyecto a instalar, acceso a las Instalaciones debidamente supervisadas	(1 hora)	
Etapa N°3: instalación o montaje del equipo ADR 2500 SDH y ADR 155C SDH en los Rack en las Salas de Dx, Tx, PCM y Cx.	Técnico y Ayudante con supervisión del personal encargado de las Salas.	Chasis de ADR 2500. SDH en las Salas de (Dx, Tx, PCM) y ADR 155e en la Sala Cx.	Herramientas de instalación destornilladores pinzas, etc.	(2 horas)	
Etapa N° 4: Instalación de alimentación y Puesta a Tierra de los equipos	Técnico y ayudante supervisado por el personal de energía	Cable de conexión calibre 6 AWG Identificado	Herramientas de trabajo	(1 hora)	
Etapa N° 5: conexión de los equipos ópticos por cables Path Cord hasta los ODF	Técnico y ayudante supervisado por el personal de Tx.	Patch Cords de longitud de 3 metros	Conectores SC/PC	(1 hora)	
Etapa N° 6: tendido del cable de fibra óptica con protección corrugada	Técnico y ayudante supervisado por el personal de Tx.	Cable de 12 fibra óptica monomodo	Tubo corrugado , hilo enserado	(3 hora)	
Etapa N° 7: conexión de las fibras ópticas a los ODF	Técnico y Ayudante	Limpiador de la fibra óptica	Conectores SC/PC	(1 hora)	
Etapa N° 8: Realización de protocolo de prueba para el correcto funcionamiento de los equipos ADR 2500 SDH y ADR 155C SDH	Técnico y ayudante supervisado por el personal de Tx.	Computador portátil Atenuador y equipo medidor de potencia	Cables de pruebas	24 horas	
Etapa N° 9: Ejecución de pruebas de alarmas y conexión del sistema	Técnico y ayudante supervisado por el personal de Tx.	Computador portátil		(2 horas)	
Etapa N° 10: Construcción de la nueva plataforma SDH, con red principal y vínculos redundantes	Técnicos especializados de la empresa	Computador Portátil,		(1 hora)	

Etapa N° 11: Identificación de las fibras y los circuitos eléctricos por medio de etiquetas					
Etapa N° 12: Entrega del Proyecto del enlace de comunicaciones SDH por fibra óptica				2 Sem. Con 2 días	

### 5.7. Factores a tener en cuenta para la migración de los servicios actuales.

Para la realización de la migración de los servicios actuales, conectados por cables coaxiales, se deberán tener en cuenta una serie de actividades, ante el cambio al nuevo enlace SDH de fibra óptica en configuración anillo redundante, entre las Salas de Datos, Transmisión, PCM, Conmutación.

A continuación un número de etapas que se deben cumplir, según las normas exigidas por la empresa CANTV, antes de realizar cualquier migración de servicios.

- **Etapa N° 1:** La evaluación técnica administrativa de la migración de los sistemas por cables coaxiales debe ser estudiada y analizado, por personal especializado de la empresa CANTV, en este caso por Ingenieros en telecomunicaciones, Ingenieros Electricista.

- **Etapa N° 2:** Se realizará un estudio para cuantificar el gran número de servicios y tráfico, que se encuentran instalados actualmente por cables coaxiales, teniendo en cuenta su compatibilidad con el nuevo enlace.
- **Etapa N° 3:** Relacionar las asignaciones de las nuevas posiciones en el nuevo enlace según sea su ubicación de los equipos entre las salas.
- **Etapa N° 4:** Realización de un Cronograma de Transferencia de los servicios existentes para cada cliente, dependiendo de su estatus, a la nueva plataforma SDH de fibra óptica intersalas.
- **Etapa N° 5:** Realizar una solicitud de PDT ( Permiso de Trabajo) a través de las oficinas centrales del COR (Centro de Operaciones de la Red), para la migración de los servicios a los clientes de estatus Premium, por nombrar unos de ellos PDVSA, MOVISTAR INTERCABLE, BANESCO, CEMEX, etc., los cuales poseen sistemas de mayor tráfico en la red.
- **Etapa N° 6:** La empresa CANTV, notificará a sus clientes Premium por escrito sobre la migración de los servicios a una nueva red de enlace SDH por fibra óptica.
- **Etapa N° 7:** Una vez aprobado, la migración se realizará una evaluación técnica de los sistemas actuales de cada cliente, antes de realizar la transferencia, según el Cronograma; este trabajo se realizará para descartar cualquier eventualidad de uso o falla en el sistema antes de transferirlo a la nueva plataforma SDH.

- **Etapa N° 8:** Para la ejecución de los trabajos de transferencia de los servicios actuales el COR (Centro de Operaciones de Red), deberá abrir un ticket (ventana de trabajo), en el cual se realizarán las transferencias en horario nocturno según los reglamento de la empresa.

#### **5.8. Costos de los equipos que integrarán el anillo en el nodo de Puerto La Cruz.**

- El nuevo enlace en anillo redundante, se va a construir sobre la infraestructura de fibra óptica disponible en los distribuidores de fibra óptica que se encuentran en las diferentes salas, en la sede de CANTV de Puerto La Cruz, por lo que no será necesario realizar nuevas inversiones en la fibra óptica.
- En la siguiente tabla se muestra el costo total de la nueva red en anillo por fibra óptica en centrales son mayores que los gastos efectuados por equipamientos, lo que indica que la inversión se recupera de inmediato.



Tabla 5.4 Costo de la red en anillo redundante de fibra óptica.

DESCRIPCIÓN	Cant. PZA	Costo Unitario Bs.	Sub-Total Bs.	Sub-Total \$
Chasis ADR 2500 Matriz 32 VC4 control CCU	3	20.000	60.000	240.000
Tarjeta STM-4 S4.1 óptico	6	1.067,38	6.404,28	25.617,12
Tarjeta STM-4 L4.1 óptico (<60Km)	3	2.195,39	6.586,17	26.344,68
Tarjeta Matriz x conector 32 VC4 HO/LO	3	5.795,85	17.387,55	69.550,20
Tarjeta 4*STM-1 S1.1 óptico eléctrico (<100m RG59)	3	2.071,68	6.215,04	24.860,16
Tarjeta 4*STM-1 S1.1 óptico(<25Km)	3	1.771,41	5.313,42	21.253,68
Tarjeta 63E1 con LTU de 120 Ohm	2	2.993,53	5.987,06	23.948,24
Adaptación 120/75 ohm BNC 2.5 mts 22*E1 paneles	4	1.683,12	6.732,48	26.929,92
Cordon óptico SC-PC/ST-PC	36	95.54	3.439,44	13.757,76
Panel para 32 BNC	2	132.21	264,42	1.057,68
Cable de sincronismo ADR 2500	3	477.90	1.433,70	5.734,8
Cable de Alimentación ADR 2500	3	143.12	429,36	1.717,44
Convertidor 110/220 VAC/48VCD 11Amp	3	999.47	2.998.41	11.993,64
Equipo ADR 155C	1	15.000	15.000	51.000
SUBTOTAL SUMINISTRO DE EQUIPO ADR 2500:			132.192 Bs.	543.765 \$

## CONCLUSIONES

- La competitividad en los servicios de Telecomunicaciones que actualmente se da a nivel mundial, trae consigo la necesidad de disponer de una red escalable, adaptable, confiable gestionable y de mayor capacidad, como lo propuesto en este proyecto, que podrá brindar servicios con mayor calidad, protección y mayor rendimiento de la red.
- Con el nuevo sistema no será necesario la implementación de tendidos de cientos de metros de cables coaxiales entre las salas, este sistema en anillo de fibra óptica con redundancia, podrá comunicar equipos terminales de diferentes salas, tan solo conectando dichos equipo a la nueva red a una distancia reducida a pocos metros.
- La incorporación de equipos ADR 2500 extra y ADR 155e a los sistemas actuales garantizarán una nueva perspectiva de plataforma con grandes condiciones para la transmisión en bajo y alto trafico, y con capacidad de expansión a velocidades superiores, y tambien cuentan con sistemas de protección garantizados.
- Los anillos de fibra óptica con tecnología SDH que serán instalados, enlazarán las salas, Datos, Transmisión, y PCM, con 4 fibras, dos (2) transmitiendo información y dos (2) de protección, ampliando de manera considerable la capacidad de transmisión y logrando establecer diversidad de rutas (dos o más) para comunicar equipos distantes. Esto

hace que la red sea flexible y confiable debido a que en caso de una avería, la conexión se restablece **automáticamente** por otra ruta.

- Los enlaces de fibra óptica ofrecen cerca de 1000 veces más capacidad de Ancho de Banda, sobre distancias casi 100 veces mayores, que los sistemas de cobre tradicionales, y **los costos de los cables de fibra óptica** representan solo una décima parte de lo que costaría el **cable de cobre** necesario tan solo para transmitir la misma capacidad de canales de voz.
- Los sistemas SDH junto con los enlace en fibra óptica han demostrado ser sistemas confiables en condiciones de fallas y mejor en protección de la red.
- El nuevo enlace de fibra, óptica basado en tecnología SDH, multiplexión y demultiplexión más sencillas y flexibles, permite extraer e insertar circuitos, sin tener que desmontar la señal, garantizando así un suministro de tráfico con un mínimo de fallas y haciéndolo un enlace flexible de manejar para el personal calificado que labora en la empresa CANTV.
- Los anillos proveen mayor ancho de banda a la red para la demanda de servicio, esto incluye los servicios actuales y futuros. Actualmente, las nuevas aplicaciones en el campo de las computadoras requieren mayor velocidad para procesar los datos y más capacidad de transmisión. Estas son las razones que hacen necesario crear una red de transmisión que permita todas estas y otras aplicaciones.

- Esta red SDH de transmisión podrá evolucionar desde STM-1 y STM-4 hacia velocidades superiores en particular STM-16. Este aumento de velocidad de transmisión en la línea deberá ser posible mediante el simple cambio de tarjetas en los chasis sin modificación de la parte de multiplexación de inserción/extracción, otra ventaja sobre SDH es que sobre ella se pueden desarrollar otras soluciones del tipo Frame Relay o ATM.
  
- La empresa CANTV, responsable de la mayor parte del suministro de las telecomunicaciones en el país, debe estar siempre a la vanguardia en avances tecnológicos y garantizar a su clientela capacidad y seguridad, en el servicio ofrecido sin interrupciones durante todo el año.

## RECOMENDACIONES

- Con los últimos avances tecnológicos y la creciente demanda de los servicios actuales, recomiendo a la empresa CANTV, la implementación del proyecto, por las importantes ventajas de capacidad de transmisión que brinda SDH, la fibra óptica y el equipo ADR 2500, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la red de cable coaxial.
- Se recomienda en la implementación de la red de fibra óptica la importancia que se utilice las fibras especificada por el fabricante del equipo óptico, de acuerdo a las recomendaciones de la UIT-T en la norma G.957.
- Se recomienda realizar una evaluación técnica a los sistemas que integran la red de cable coaxial para cuantificar el número de servicios activos y los no activos.
- Se recomienda al personal que realizará los trabajos de instalación o desinstalación de los servicios, garantizar que no afectaran ningún servicio que no se contemple en los trabajos, deberán de manipular cuidadosamente los equipos y las tarjetas. Procurar no apoyarse de los equipos y tener cuidado al pasar al lado de los equipos para evitar desconectar algún cable, dañen o aflojen algún conector por accidente.
- Las fibras a conectar en los diferentes equipos deben ser debidamente certificadas antes de ser conectadas tanto a los ODFs como a las tarjetas, los valores deben estar en los rangos aceptables para cada

caso, dichos valores debe ser anotados y entregados al personal responsable del proyecto. Cabe destacar que las certificaciones deben hacerse con un equipo certificador confiable y con la presencia del personal de CANTV.

- Se recomienda el etiquetado tanto de la alimentación de los equipos, como la de las fibras óptica.
  
- Para el correcto funcionamiento del sistema, se deberá realizar un mantenimiento periódico del sistema de transmisión y del equipo óptico, permitiendo de esta manera un alto grado de confiabilidad del sistema.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANTECEDENTES**

- [1]. Vaquero, E. (2001). "Migración de Circuitos del Anillo de la Red Urbana SDH a la Red PDH en caso de Contingencia". Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electricista.
- [2]. Cordero, C. (2005). "Estudio de los parámetros básicos para la sustitución de la Red Urbana de Puerto La Cruz por una Red de Nueva Generación que transporte Voz, Video y Datos sobre IP." Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electricista.
- [3]. Noriega, J. (2008). "Propuesta de un Sistema de Telecomunicaciones por Fibra Óptica, para la Interconexión de la Sala de HF con el Centro de Control, de la Subestación Barbacoa". Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electricista.
- [4]. Urbaez, V. (2008). "Integración de la Tecnología de Conmutación DWDM; sobre la Infraestructura de Transmisión de las Redes SDH Oriente I y SDH Oriente II, del Sistema de Telecomunicaciones CANTV, Nodo Puerto La Cruz. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Electricista.

**LIBROS:**

- [5]. Herrera P., E., (1979). “Fundamentos de Ingeniería Telefónica”. Editorial Limusa, México.
- [6] Rubio M. (1994). “Introducción a la Ingeniería de la fibra óptica”. Primera edición. Addison – Wesley Iberoamericana.
- [7]. Sanz, J. (1996) “Comunicaciones ópticas” 3ra. Edición, Paraninfo S.A.
- [8]. Mendez, D. (2001) “Diseño de una Red Troncal SDH con fibra óptica para el Sur del Ecuador”.

**FOLLETOS:**

- [9]. Fuenmayor, C. (2001). “Conectorización, Empalme y Mediciones en Cables de Fibra Óptica”. Gerencia Corporativa de Formación CANTV.
- [10] Chávez, F. (2005). “Parámetros Técnicos para Redes de Datos”. Gerencia Corporativa de Formación CANTV.
- [11]. Sagem Communication. (2005). “Guía de Instalación del equipo ADR 2500”.



## PAGINAS DE INTERNET

- [12]. Friedrich, G. y Ardejnghi J. (2009). “Un Modelo para el análisis de la confiabilidad de Ethernet Industrial en Topología de anillo. ISSN; 1697-7912. Vol. 6, Num.3, p.p. 101-109”.  
Disponible en: [www.revista-riai.org](http://www.revista-riai.org)
- [13]. González, R. (2006) “Ampliación de la Red de Fibra Óptica y el Sistema SDH de Transporte de Información del Metro de Medellín”. Disponible en: <http://eav.upb.edu.co/banco/files/ysisfibraopyicametro.pdf>.
- [14]. Guía de instalación ADR 2500 extra SAGEM (2004). Disponible en: [http://www.crete.org.ua/DTR-ADR2500X%2088054178-01\\_Versión%20anglaise.pdf](http://www.crete.org.ua/DTR-ADR2500X%2088054178-01_Versión%20anglaise.pdf).
- [15]. Guía de ADR 155CSAGEM (2003). Disponible en: <http://www.microlink.hr/pdf/sagem/ADR155c-en.pdf>
- [16]. Corporación Mc Graw Hill. (1998). “Medios de Transmisión”. Disponible en: <http://platea.cnice.mecd.es/~jmarti2/mat-redes/ch07.ppt>.
- [17]. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) G.911 (1997). “Serie G: Sistemas y medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales”.

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	“ACTUALIZACIÓN DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES, MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE LA RED DE CABLE COAXIAL EXISTENTE, POR UN SISTEMA SDH DE FIBRA ÓPTICA EN TOPOLOGÍA ANILLO, EN EL NODO DE P.L.C DE CANTV”
SUBTÍTULO	

### Autor (es):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Herrera H. Josefina Del Valle	CVLAC: 13.690.809 E MAIL: josehing@gmail.com

### Palabras o frases claves:

fibra óptica  
 redundante  
 sdh  
 enlace  
 cable coaxial  
 cantv

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y ciencias Aplicadas	Electrónica y Comunicaciones

**Resumen (abstract):**

Con los avances Tecnológicos las comunicaciones están en constantes cambios, que requieren la aplicación de nuevas estrategias para proveer un servicio óptimo y de mayor capacidad de transmisión. La empresa CANTV posee una red de cable coaxial en sus instalaciones de las Centrales Anz-I y Anz-II, específicamente en las Salas: Datos, Transmisión, Conmutación y PCM; que se encarga de conectar equipos terminales entre ellas ; esta red de cable coaxial a sobrepasado su capacidad, debido a la acelerada demanda de servicio de voz, datos, video, Internet, etc. Generando desgaste y continuas fallas en los sistemas, por tal motivo el desarrollo de este proyecto para la implementación de una nueva plataforma de red por medio de fibra óptico formando un anillo con redundancia de tres equipos terminales ultima generación ubicados en las salas: Datos, Transmisión; PCM; los cuales a través de ellos se podrán comunicar equipos en diferentes salas, sin la necesidad de realizar tendido de enlaces de cientos de metros de cable coaxial. Esta red proveerá un mayor rendimiento de su capacidad, facilidad de conmutar a otros nodos de la red, y una disponibilidad para futuras expansiones sin tener que interrumpir el tráfico.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****Contribuidores:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Serrano, Enrique	ROL	CA	AS:	TU: X	JU
	CVLA:	2.938.637			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Peña, José B.	ROL	CA	AS	TU	JU: <u>X</u>
	CVLA:	8.0210584			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Hernández, Eulogio	ROL	CA	AS	TU	JU: <u>X</u>
	CVLA:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

2010	04	12
AÑO	MES	DÍA

Lenguaje: SPA.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****ARCHIVO (S):**

<b>_NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
Tesis. Fibra óptica doc	Application/ word

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K L  
M N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z . 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 .

**ALCANCE:****ESPACIAL:** Centrales de Operaciones, CANTV. Puerto La Cruz (OPCIONAL)**TEMPORAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Ingeniero Electricista  
\_\_\_\_\_**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Pregrado  
\_\_\_\_\_**ÁREA DE ESTUDIO:**Ingeniería Eléctrica  
\_\_\_\_\_**INSTITUCIÓN:**Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui  
\_\_\_\_\_

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****DERECHOS:**

“Los Trabajos de Grado son Propiedad exclusiva de la Universidad y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará en Consejo Universitario”

---

Herrera Josefina

**AUTOR**

---

Serrano Enrique

---

Peña José

---

Hernández

Eulogio

**TUTOR**

**JURADO**

**JURADO**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS**

---

**Mercado Verena**