

**DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN
LA TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS
POR SDSL-COBRE EN LA RED DE CARTAGENA DEL CONVENIO DUCTEL
DEL CARIBE-TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES**

**JUAN CARLOS RÍOS GÓMEZ
URÍAS EDUARDO BARRIOS ARRIETA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS**

2005

**DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN
LA TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS
POR SDSL-COBRE EN LA RED DE CARTAGENA DEL CONVENIO DUCTEL
DEL CARIBE-TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES**

**JUAN CARLOS RÍOS GÓMEZ
URÍAS EDUARDO BARRIOS ARRIETA**

**Monografía, presentado para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

Director

**GONZALO LÓPEZ VERGARA
Ingeniero Electrónico, con magíster en telemática.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS**

2005

Cartagena, Agosto del 2005

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

La ciudad.

Ref: entrega monografía como requisito para optar título profesional

Cordial saludo.

Con toda la atención me dirijo al comité con el objetivo de hacer entrega formal de la monografía titulada **“DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN LA TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS POR SDSL-COBRE EN LA RED DE CARTAGENA DEL CONVENIO DUCTEL DEL CARIBE - TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES”** como requisito para optar por el título profesional en Ingeniería Electrónica.

Agradecemos de antemano la atención prestada.

Atentamente.

Juan C. Ríos Gómez

Cartagena, Agosto del 2005

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

La ciudad.

Ref: entrega monografía como requisito para optar título profesional

Cordial saludo.

Con toda la atención me dirijo al comité con el objetivo de hacer entrega formal de la monografía titulada **“DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN LA TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS POR SDSL-COBRE EN LA RED DE CARTAGENA DEL CONVENIO DUCTEL DEL CARIBE - TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES”** como requisito para optar por el título profesional en Ingeniería Electrónica.

Agradecemos de antemano la atención prestada.

Atentamente.

Uriás E. Barrios Arrieta

Cartagena, Agosto del 2005

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

La ciudad.

Cordial saludo.

Con toda la atención me dirijo al comité con el objetivo de hacer entrega formal de la monografía titulada “**DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN LA TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA MILLA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS POR SDSL-COBRE EN LA RED DE CARTAGENA DEL CONVENIO DUCTEL DEL CARIBE - TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES**” como requisito para optar por el título profesional en Ingeniería Electrónica, la cuál fue realizada por los estudiantes URÍAS EDUARDO BARRIOS A. y JUAN CARLOS RÍOS G., a quien asesoré en su ejecución.

Atentamente.

Gonzalo López Vergara

Ingeniero Electrónico, con magíster en telemática.

Cartagena Agosto del 2005

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Juan Carlos Ríos Gómez**, identificado con número de cédula 3.811.782 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

Juan C. Ríos Gómez

Cartagena Agosto del 2005

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Urías Eduardo Barrios Arrieta**, identificado con número de cédula 73.183.632 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

Urías E. Barrios Arrieta

ARTÍCULO 105

La Universidad Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, y no se pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

Nota de aceptación

Firma de presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena agosto del 2005

DEDICATORIA

Este es el momento para dedicarle mi triunfo a mi orgullo del alma, a mi hermano Juan Gabriel Ríos Gómez, a mi madre Luz Dary Gómez Naranjo, quien se merece todos mis mejores deseos por apoyarme con amor y cariño desinteresado y abnegado, como sola una madre lo sabe hacer.

A mi padre José Ríos Lombana por haber aportado su grano arena para el realizar mis estudios de educación superior, a el mis mas sinceros agradecimientos y respetos.

A mi hermano Cesar Augusto Navarrete Gómez.

A dios y a todos ellos les debo lo que soy hoy en día, siempre los tendré en mi corazón y en mi mente

Juan Carlos Ríos Gómez

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por permitirme cumplir con éxito todos estos años de estudio. A mi mamá y a mi papá, Isabel Arrieta violet y Urías Barrios Gaviria, por su apoyo incondicional y esfuerzos para brindarme mis estudios. A toda mi familia, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, dándome ánimos para seguir adelante.

Urías Eduardo Barrios Arrieta

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A nuestro director, **GONZALO LÓPEZ VERGARA** por su firme convicción y apoyo incondicional al depositar su entera confianza en nuestro trabajo.

A nuestro evaluador, **JOSÉ BARBA MERCADO** por su colaboración y apoyo en la valoración de nuestra monografía.

Al ingeniero, **WILLIAM CUADRADO** por brindarnos su apoyo y sugerencias para la elaboración de la presente monografía.

A la empresa **DUCTEL DEL CARIBE S.A.**, por su colaboración para facilitarnos la obtención de información de campo y la oportunidad de trabajar en ella para dotarnos de las herramientas necesarias para sacar adelante la información y a la vez la experiencia laboral para esta monografía.

A **TELECOM COLOMBIA-TELECOMUNICACIONES** y a su grupo de ingenieros y técnicos por su colaboración desinteresada y desmedida.

CONTENIDO

	pág.
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE ANEXOS	
GLOSARIO	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	27
1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.1 DESCRIPCIÓN DE L PROBLEMA	29
1.2 OBJETIVOS	30
1.2.1 Objetivos generales.	30
1.2.2 Objetivos específicos.	30

1.3 JUSTIFICACIÓN	31
2. SERVICIOS Y DESCRIPCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA	36
2.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA RED TELEFÓNICA	36
2.1.1 Elementos de planta externa.	36
2.1.2 Elementos activos para la transmisión SDSL.	38
2.1.3 Descripción de la red.	40
2.1.4 Construcción de la red.	41
2.1.5 Distribución de la red.	43
2.1.6 Simbología de la red (TELECOM COLOMBIA-TELECOMUNICACIONES).	47
2.1.7 Numeración de la red.	55
2.1.8 Planos de la red urbana.	66

2.2 ESCENARIOS Y CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LA TECNOLOGÍA SDSL-COBRE	85
2.2.1 Escenario general de distribución completa y sus variantes.	85
2.3 CONVERGENCIA DE REDES	92
3. ANTECEDENTES DE XDSL	96
3.1 CUATRO TÉCNICAS PRINCIPALES	96
3.1.1 HDSL.	96
3.1.2 ADSL.	105
3.1.3 VDSL.	107
3.2 CÓDIGOS DE LÍNEA	108
3.2.1 CAP.	108
3.2.2 DTM.	109

3.2.3 DWMT.	110
3.2.4 2B1Q.	111
4. FACTORES DE DESEMPEÑO EN LAS REDES	114
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS BIFILARES	114
4.1.1 Parámetros primarios.	116
4.1.2 Definición de fenómenos que afectan la transmisión SDSL.	124
4.2 STANDARD DE REFERENCIA PARA SDSL	135
4.3 MEDICIONES PRÁCTICAS	136
4.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE PARES	141
5. IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS	144
5.1 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE ORIGEN DE ANOMALÍAS	144
5.1.1 nodo SDSL.	144

5.1.2 Empalmes subterráneos.	150
5.1.3 Furgón o RSTU.	153
5.1.4 Punto de distribución o armario.	153
5.1.5 Cajas de dispersión.	155
5.1.6 Conexión al módem.	156
6. CONCLUSIONES	157
7. RECOMENDACIONES	159
BIBLIOGRAFÍA	160
ANEXOS	162

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Simbología tipo Telecom - Colombia Telecomunicaciones	50
Tabla 2. Numeración de bloques en armario	63
Tabla 3. Característica tecnología HDSL	97
Tabla 4. Característica tecnología SDSL	101
Tabla 5. Codificación de línea	103
Tabla 6. Característica tecnología ADSL	106
Tabla 7. Característica tecnología VDSL	108
Tabla 8. Codificación de Línea 2B1Q	112
Tabla 9. Referencia standard	135
Tabla 10. Protocolo pruebas eléctricas de cables multipares	138

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Sistema rígido	45
Figura 2. Sistema red flexible	46
Figura 3. Sistema semi-rígido	47
Figura 4. Numeración empleada por Telecom - Colombia	
Telecomunicaciones	57
Figura 5. Plano de red directa	58
Figura 6. Plano de red primaria	61
Figura 7. Plano de red secundaria	65
Figura 8. Plano del distribuidor general	70
Figura 9. Plano de canalización	75
Figura 10. Plano esquemático de numeración de empalmes	82
Figura 11. Plano esquemático de la red troncal y de interconexión	84
Figura 12. Escenario general de distribución completa	85
Figura 13. Patch panel	86
Figura 14. Bastidor de distribución primaria y secundaria	87
Figura 15. Regleta de distribución	87
Figura 16. Empalmes troncales o muflas	88
Figura 17. Furgón o RSTU	88

Figura 18. Armario o punto de distribución	89
Figura 19. Caja de dispersión en postería	90
Figura 20. Módem tecnología SDSL	90
Figura 21. Escenario de red completa sin furgón RSTU	91
Figura 22. Escenario de red directa	91
Figura 23. Escenario de red directa con armario intermedio	92
Figura 24. Escenario de red directa con furgón RSTU	92
Figura 25. Convergencia	94
Figura 26. Trama- <i>mapping</i>	98
Figura 27. Estructura de la trama HDSL	99
Figura 28. Bloques para carga útil Trama HDSL	100
Figura 29. Configuración de referencia	102
Figura 30. Transmisión bidireccional	104
Figura 31. Sistema SDSL: densidad espectral de potencia	105
Figura 32. Espectro multitono discreto	109
Figura 33. Espectro multitono discreto <i>wavelet</i>	111
Figura 34. Valores de nivel pico 2B1Q configuración de un solo par	112
Figura 35. Equipo de medición <i>Megger</i>	121
Figura 36. Cable con aislamiento de papel	122
Figura 37. Fenómeno de atenuación	125
Figura 38. Atenuación paradiafónica	126
Figura 39. Atenuación paradiafónica acumulada	127
Figura 40. FEXT o Telediafonía	127

Figura 41. Red general con ubicación de puntos de anomalías	144
Figura 42. Acumulación de partículas	145
Figura 43. Cordones de parcheo (patch cord)	145
Figura 44. Desgaste en la superficie de contacto de la toma y la clavija	147
Figura 45. Ponchado por impacto en regletas de pares	147
Figura 46. Ubicación de pérdidas en dB por empalmes e inserciones	150
Figura 47. Empalmes subterráneos	151
Figura 48. Regleta porta empalme	151
Figura 49. Robo de cable multipar	152
Figura 50. Sellamiento de cámaras	152
Figura 51. Daños por obras civiles	153
Figura 52. Armario	154
Figura 53. Caja de dispersión	155
Figura 54. Conexión al módem	156

LISTA DE ANEXOS

pag.

Anexo A. Ductel del caribe s.a.

Anexo B. Generador de tono

Anexo C. Amplificador inductivo

Anexo D. Numeración por código internacional de colores

Anexo E. Características eléctricas cables telefónicos CENTELSA

GLOSARIO

GLOSARIO DE ACRONIMOS		
Acrónimo	Termino en inglés	Termino en castellano
2B1Q	Two binary, one Quartery	Dos binario uno cuaternario
ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line	Línea de Abonado Digital Asimétrica
AM	Amplitude Modulation	Modulación Amplitud
ANSI	American National Standards Institute	Instituto Americano de Normalización
ATU-C	ADSL Terminal Unit Central	Unidad terminal central ADSL
ATU-R	ADSL Terminal Unit Remote	Unidad terminal remota ADSL
BER	Bit Error Rate	Tasa de Error por Bit
bps	Bits per second	Bits por segundo
CAP	Carrierless amplitude and phase	Amplitud y fase sin portadora
CBR	Constant Bit Rate	Tasa de Binaria Constante
CCITT	International Consultative Committee on Telegraphy and Telephony	Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico
CDMA	Code División Múltiple Access	Acceso Múltiple por División de Código
CSMA	Carrier sense múltiple Access	Acceso Múltiple por Detección de Portadora
CSMA/CA	Carrier sense multiple Access/Collision Avoidance	Acceso Múltiple por Detección de Portadora/ Prevención de Colisión
CSMA/CD	Carrier sense multiple Access/Carrier Detection	Acceso Múltiple por Detección de Portadora/ Detección de Portadora
DMT	Discrete MultiTone	MultiTono Discreto
DS	Digital Signal	Señal Digital
DSL	Digital Subscriber Line	Línea Digital de Abonado
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Multiplexor de Acceso por la Línea Digital de Abonado
DWDM	Dense Wavelenght División Multiplexing	Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa
DWMT	Discrete Wavelet Multi-Tone	Multitono Discreto Wavelet
E1		Estándar ETSI a 2 Mbps
E3		Estándar ETSI a 34 Mbps
EFM	Ethernet First Mille	Ethernet hasta la Primera Milla
FDM	Frecuency División Multiplexing	Multiplexación por División en la

FDMA	Frequency División Múltiple Access	Frecuencia Acceso Múltiple por División en la Frecuencia
FM	Frequency Modulation	Modulación en Frecuencia
FR	Frame Relay	---
GHz	GigaHertz	Gigahercios
HDSL	High speed Digital Subscriber Line	Línea Digital de Abonado de Alta Velocidad
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line de RDSI	Línea Digital de Abonado de RDSI
ISP	Internet Service Provider	Proveedor de servicios de Internet
ITU	International Telecommunication Union	Unión Internacional para Telecomunicaciones
KHz	KiloHertz	Kilohercios
LAN	Local Area Network	Red de Área Local
MF-TDMA	MultiFrecuency TDMA	TDMA multifrecuencia
MHz	MegaHertz	Megahercios
POTS	Plain Ordinary Telephone Service	Servicio Telefónico Analógico
PSTN	Public Switch Telephone Network	Red Telefónica Publica Conmutada
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Modulación de Amplitud en Cuadratura
QoS	Quality of Service	Calidad de servicio
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying	Modulación por desplazamiento en fase en Cuadratura
RADSL	Rate Adaptive Digital Subscriber Line	Línea Digital de Abonado de velocidad adaptativa
RDSI	Integrated Services Digital Network	Red Digital de Servicios Integrados
RIC	---	Red Interior de Cliente
RTB	---	Red Telefónica Básica
RTC	---	Red Telefónica Conmutada
RTP	---	Red Troncal Primaria
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line	Línea Digital de Abonado Simétrica
SHDSL	Symmetric High speed Digital Subscriber Line	Línea Digital de Abonado Simétrica de Alta Velocidad
T1		Estándar ANSI a 1.544 Mbps
TDM	Time Division Multiplexing	Multiplexación por División en el Tiempo
TDMA	Time Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División en el Tiempo
VDSL	Very high speed Digital	Línea Digital de Abonado de muy

xDSL	Subscriber Line x-Digital Subscriber Line	Alta Velocidad x- Línea de abonado digital
------	----------------------------------------------	-----------------------------------------------

RESUMEN

La presente monografía describe la topología e identifica las anomalías en la tecnología de última milla para la transmisión de datos por sdsI-cobre en la red de Cartagena del convenio DUCTEL DEL CARIBE-COLOMBIA TELECOMUNICACIONES”.

La tecnología estandarizada SDSL de acceso al bucle/lazo local, trata de una tecnología de módem de acceso al lazo local, simétrica, punto a punto, con "acceso siempre activo" (con lo que se elimina la fase de establecimiento de la llamada) que transforma las líneas telefónicas de pares ordinarias de las redes *PSTN/RTC/RTB* instaladas en hogares y empresas en líneas digitales de alta velocidad para acceso Internet ultrarrápido, multimedia y comunicaciones de banda ancha.

Entre las implementaciones de esta tecnología podemos destacar principalmente aplicaciones comerciales como video conferencias, transporte de datos (*VPN*, aplicaciones bancarias, syga, sidunea) y navegación de Internet establecidos en enlaces punto a punto, punto multipunto y multipunto - multipunto.

INTRODUCCIÓN

La principal ventaja de la tecnología de transmisión de datos por SDSL-cobre es la utilización de los pares de cobre existentes en la red telefónica pública conmutada la cual brinda el acceso o última milla para la transmisión de datos de manera simétrica, siendo así una de las principales características de SDSL-cobre que podemos destacar entre los integrantes de la familia DSL, y que además ahorra inversiones adicionales en infraestructura de red. Esta capacidad, a lo largo de la década de los 90 ha sido el motor del desarrollo de una amplia gama de equipamientos relacionados con las tecnologías DSL.

En reglas generales, las diferentes variantes que comprende la familia DSL están destinadas a cubrir diversos tipos de servicios, con diferentes características, calidades de servicio, velocidades de transmisión, costos de servicio y cobertura urbana, en función del destino específico para el que fueron diseñadas. Es decir, se debe diferenciar claramente las necesidades y particularidades de una aplicación para un abonado domiciliario, al de un abonado comercial.

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos generales.

1.2.2 Objetivos específicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

SDSL-COBRE

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la solución última milla para la transmisión de datos por “pares aislados-cobre”, se producen diversas fuentes o situaciones que producen y/o provocan un mal estado y bajo rendimiento en las redes de comunicaciones para la transmisión de datos bajo la tecnología DSL tales como los siguientes.

- Antigüedad del cableado en la red, que actualmente está siendo reemplazados.
- Problemas típicos de resistividad.
- Sulfatación de los empalmes subterráneos.
- Acometidas internas de clientes en mal estado.
- Bajo aislamiento.
- Hibridación (cambios de calibre del cableado multipar en los empalmes).
- Robo de cableado.
- Condiciones ambientales.
- Exposición de armarios y empalmes aéreos a intemperie.
- Incorrecto aterrizaje de la pantalla del cable.

Estos son solo algunos de los puntos en el cual se enmarca la investigación esperando encontrar muchos más para describirlos en detalle al final de la investigación.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos generales.

- Describir la topología y sus variantes e identificar la mayor cantidad de anomalías que afectan la comunicación SDSL-COBRE en la red del convenio “DUCTEL DEL CARIBE S.A. - TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES”.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Identificar los sitios físicamente donde se encuentren los puntos de origen de las anomalías.
- Verificar los estados de puntos críticos de la red para comparar con la idealidad de estándares.
- Hacer mediciones para encontrar los límites y rangos en los que puede trabajar con normalidad un canal SDSL-COBRE en la red del convenio “DUCTEL DEL

CARIBE S.A. TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES” en cartagena.

- Recomendaciones para la escogencia de pares aislados, teniendo en cuenta las características del enlace como son, ancho de banda y distancia existente entre el nodo SDSL y el suscriptor de línea digital.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La inclinación hacia la investigación de nuestra temática, apunta a la situación cotidiana que ocurre cuando nos enfrentamos a un computador para navegar e utilizar Internet o transferir datos, nos preguntamos por qué estará lento el sistema o por qué se ha caído la conexión; Y en este trabajo queremos en una forma clara y sencilla mostrar a la persona del común la razón de esta situación.

Además, el por qué la tecnología SDSL-COBRE subsiste en el medio como una de las alternativas más económicas desde el punto de vista costo / beneficio. La implementación en recursos tecnológicos requiere de una inversión mínima por parte del operador y casi nula por parte del cliente ya que se encuentra implementada sobre una infraestructura existente (PLANTA EXTERNA).

La arquitectura que ofrece la tecnología SDSL es flexible con respecto a la implementación de otras tecnologías accediendo a velocidades de hasta 2 Mbps y

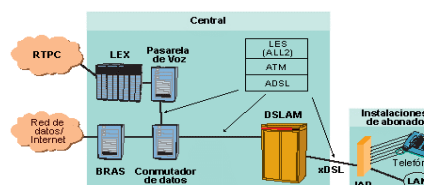
permite la utilización de servicios de voz, video y datos simultáneamente por comparación de ancho banda sin sacrificar uno u otro servicio.

2. SERVICIOS Y DESCRIPCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA

2.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA RED TELEFÓNICA

2.1.1 Elementos de planta externa.

- Central local.
- Red local.
- Distribuidor general.
- Red troncal.
- Central interurbana.
- Red de interconexión.
- Caja de dispersión.
- Red directa.
- Red primaria.
- Red secundaria.
- Armario.
- Red de dispersión.



2.1.2 Elementos activos para la transmisión SDSL.

- Multiplexor SDSL.
- Módem/Router.
- Nodo SDSL.

2.1.3 Descripción de la red.

2.1.4 Construcción de la red.

- **Canalizado.**
- **Mural.**
- **Aéreo.**

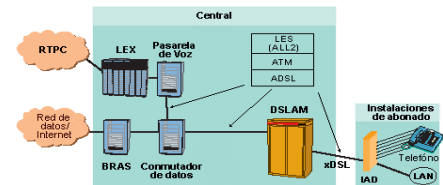
2.1.5 Distribución de la red.

- **Sistema rígido.**
- **Sistema flexible.**
- **Sistema semi-rígido.**

2.1.6 Simbología de la red (TELECOM COLOMBIA-TELECOMUNICACIONES).

2.1.7 Numeración de la red.

- **Distribuidor general.**
- **Red directa.**
- **Armario de distribución.**
 - **Bloques secundarios.**
 - **Bloques primarios.**



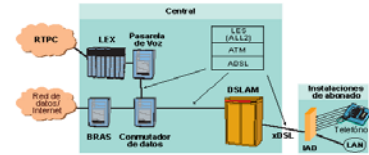
2.1.8 Planos de la red urbana.

- **Plano del distribuidor general.**
- **Plano de la red primaria.**
- **Plano de canalización.**
- **Plano de red directa.**
- **Plano de red secundaria.**
- **Plano de numeración y empalmes.**
- **Plano de red troncal de interconexión.**

2.2 ESCENARIOS Y CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LA TECNOLOGÍA SDSL-COBRE

2.2.1 Escenario general de distribución completa y sus variantes.

2.3 CONVERGENCIA DE REDES



2. SERVICIOS Y DESCRIPCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA

2.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA RED TELEFÓNICA

Para la transmisión de datos por tecnología SDSL es necesario tener un conocimiento básico acerca de la estructura de red telefónica, a continuación se describen cada uno de los elementos y configuraciones que intervienen en dicha red.

2.1.1 Elementos de planta externa. Los elementos que constituyen la planta externa, es todo el soporte necesario para identificar, sustentar y proteger el medio de transmisión, estos elementos son los siguientes: Los equipos de comunicaciones que pueden ser de conmutación, transmisión, energía, gestión, terminales, etc. Los medios de enlace que pueden ser cables de cobre ó de fibra óptica, radio, microondas y satélite.

La red telefónica local está conformada por ductos, cámaras, postes, armarios, cajas, entre otros. Pero especialmente por cables a través de los cuales se transmiten las comunicaciones tanto telefónicas como de datos por tecnología DSL.

- **Central local.** Equipo de comunicaciones al que se conectan los abonados permitiendo el intercambio, establecimiento ó conmutación de llamadas telefónicas entre ellos.
- **Red local.** Sistema de instalaciones exteriores de líneas de abonados y de circuitos de enlace entre ellos. Comprende desde el distribuidor general hasta el aparato de abonado el cual puede ser un teléfono, fax o computadora. También es llamada red externa ó red telefónica urbana.
- **Distribuidor general.** Órgano de conexión entre los cables de la red externa y los cables de la red interna que van hacia la central local.
- **Red troncal.** Sistema de cables que une las centrales locales en una ciudad.
- **Central interurbana.** Equipo de conmutación que permite establecer llamadas telefónicas de larga distancia, es decir, entre abonados ubicados en diferentes localidades.
- **Red de interconexión.** Cables que enlazan las centrales locales con una central interurbana.

- **Caja de dispersión.** Último punto de la red local a partir del cual se distribuyen los pares que van hacia los domicilios de los abonados. Por lo general tienen una capacidad de 10 ó 20 pares para igual número de usuarios.
- **Red directa.** Circuitos que unen el distribuidor general con las cajas de dispersión.
- **Red primaria.** Circuitos que enlazan el distribuidor con un punto de distribución de la red, llamado armario.
- **Red secundaria.** Circuitos que unen el armario con las cajas de dispersión.
- **Armario.** Órgano de conexión entre la red primaria y la red secundaria, con el cual se logra dar mayor flexibilidad a la red, como se verá posteriormente.
- **Red de dispersión.** Par telefónico que va desde la caja de dispersión hasta los domicilios de los abonados.

2.1.2 Elementos activos para transmisión de datos SDSL.

- **Multiplexor SDSL.** Es la piedra angular de la tecnología SDSL en el lado de la central. Concentra el tráfico de datos de múltiples enlaces SDSL para su

vinculación con el resto de la red. El multiplexor provee soporte para servicios basados en paquetes, celdas y/o circuitos a través de la concentración de líneas SDSL sobre salidas 10 Base –T, 100 Base –T, T1/E1, T3/E3, o ATM.

El multiplexor puede además suministrar funciones adicionales, como por ejemplo, la lectura de paquetes de datos cuando soporta direccionamiento IP, con el objeto de encaminar la información con el uso de protocolos *DHCP* (Dynamic Host Control Protocol).

- **Modem/Router.** Son los equipos en el lado del abonado, básicamente la conexión en el usuario es 10 Base – T, V.35, ATM o T1/E1, a veces también puede ser *USB*, IEEE 1394 (Firewire). También suelen estar diseñados para soportar puertos adicionales, como ser conectores RJ11 para servicios de voz, puertos para soporte de servicios de video sobre SDSL, *HomePNA* (Home Phoneline Networking Alliance) o interfaces de red inalámbricas como la 802.11 Ethernet Inalámbrica.

A menudo, estos equipos tienen características de *Plug and Play*, a fin de facilitar el trabajo de las operadoras. Los terminales de usuario DSL deben tener un alto grado de facilidad de administración por parte de los proveedores de servicio, y entre sus características deben a menudo incluir los siguientes ítem.

- Capacidad para suministrar administración de estadísticas de las capas 1 y 2, como por ejemplo la relación señal / ruido.
 - Interoperabilidad con terceras partes.
 - Capacidad para modificaciones de software remotas.
 - Dispositivos que permitan un monitoreo de performance y visibilidad extremo-extremo para rápida detección de fallas, aislamiento y corrección.
 - Capacidad para suministrar estadísticas de capa 3, como conteo de paquetes.
 - Dispositivos que permitan una completa administración por parte del proveedor de servicios, sin necesidad de personal en sitio.
- **Nodo SDSL.** Se encuentra ubicado en la central de conmutación telefónica interconectado a los paneles de distribución de red primaria o red secundaria dependiendo del escenario planteado, se debe aclarar que esta interconexión se encuentra aislada de la planta matriz de conmutación telefónica, este par de hilos no posee tono telefónico y es llamado par aislado.

2.1.3 Descripción de la red. La red local se inicia en el distribuidor general con cables de plástico de uso interior, generalmente de color gris claro de 100 pares; van al sótano de cables donde son empalmados ó unidos físicamente con cables de plástico de uso exterior de color negro. Estos últimos son cables que conforman la red directa ó la red primaria y normalmente son de mayor capacidad

en pares que los de uso interior. La unión de los cables internos con los de uso externo se realiza en un empalme llamado terminal, mufla ó corona. Los empalmes son elaborados para darles continuidad eléctrica a los conductores.

Los cables son llevados a través de un túnel ó cárcamo hasta la cámara principal (figura), consistente en una caja subterránea de registro fabricada en hormigón ó concreto, donde son distribuidos en diferentes direcciones a lo largo de trayectos de canalización.

Los cables primarios terminan en los bloques de armario, que son elementos de conexión donde se realizan puentes ó cruzadas con los cables secundarios, para seguir hacia las cajas de dispersión, de donde, como se ha mencionado, salen las líneas de acometida hacia los inmuebles de los suscriptores.

2.1.4 Construcción de la red. La construcción de la red debe cumplir con normas establecidas por organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT y por la propia administración telefónica. Los cables telefónicos pueden llevarse desde la central hasta los armarios ó hasta las cajas de dispersión de las siguientes formas.

- **Canalizado.** Cuando el cable se instala en forma subterránea empleando tubos de PVC, cámaras y en general la red de canalización. Los pasos

generales para la construcción de la canalización pueden resumirse de la siguiente manera.

- Apertura de la zanja y su adecuación.
- Construcción de cámaras para unir las canalizaciones.
- Tendido de ductos (tubos de PVC).
- Relleno de zanjas y reposición de placas superiores.
- Tendido de cables.

La instalación de los cables canalizados se realiza utilizando métodos como tracción manual, con winche ó por soplado de fluidos (aire ó agua).

- **Mural.** Cuando se lleva el cable clavado ó suspendido a las fachadas de las edificaciones. Algunos aspectos importantes a tener en cuenta en la construcción de la red mural son los siguientes.
 - Aseguramiento de los cables a las paredes con tornillos, clavos y otros herrajes adecuados para tal función.
 - Seguimiento de la red a los contornos arquitectónicos, evitando sitios que puedan causar daños a los cables.
 - Utilización en el centro de las grandes ciudades ó en casi toda la extensión de la red en pequeñas poblaciones.

- La baja capacidad de los cables, esto es, que no sobrepasen los 150 pares.
- **Aéreo.** Los cables van suspendidos sobre postes de concreto ó de madera, utilizando herrajes para la sujeción y retención de los primeros. Los principales aspectos a tener en cuenta son los siguientes.
 - Se deben emplear postes de concreto en la red urbana.
 - No se deben instalar cables con capacidades mayores a 200 pares.
 - Los postes deben ir enterrados una longitud de $L/6$, donde L es la longitud del poste que puede ser 8, 9 ó 10 metros.
 - La distancia entre postes no debe ser superior a 60 metros.
 - Los postes no deben obstruir puertas, garajes, ventanas, etc.
 - Los postes deben identificarse con franjas de colores vivos como naranja ó amarillo y negro.
 - En lo posible, la red aérea debe tenderse por el costado opuesto al ocupado por la red de energía, en la calle.

2.1.5 Distribución de la red. La construcción y el mantenimiento de la planta externa representa dentro de la red de comunicaciones, quizás la mayor inversión que debe realizar una administración telefónica. Por lo expuesto, deben escogerse mano de obra y materiales de buena calidad con el fin de preservarla, garantizando a la vez una buena prestación del servicio. Asimismo, el diseño de la

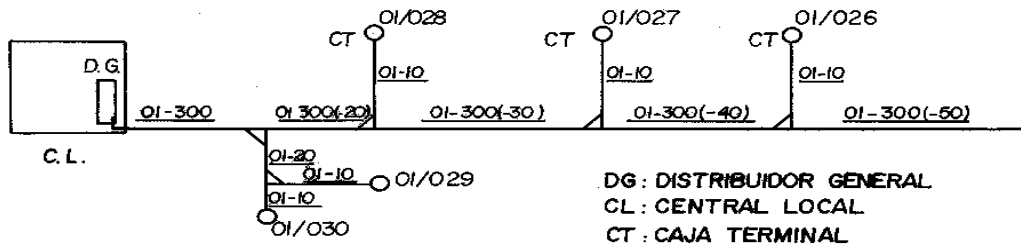
red debe hacerse teniendo en cuenta parámetros importantes como la densidad telefónica, situación socioeconómica, etc.

Al elaborar un proyecto es esencial darle a la red externa, la flexibilidad necesaria que permita adaptarla a situaciones imprevistas como por ejemplo, en caso de requerirse utilizar ciertos pares provenientes de una central en diferentes puntos de distribución. Basados en lo anterior, se han concebido diferentes tipos de redes que presentan un mayor ó menor grado de adaptación.

A continuación se mencionan las clases de distribución redes que se presentan con mayor frecuencia en las grandes ciudades y poblaciones pequeñas.

- **Sistema rígido.** En este tipo de red todos los pares quedan establecidos directamente entre el distribuidor general y las cajas de dispersión. Se le denomina también red directa. Para prolongar los cables se utilizan los empalmes, consistentes en uniones físicas de los conductores de dos ó más cables. De allí resulta una red en estrella, como se muestra en la Figura 1.

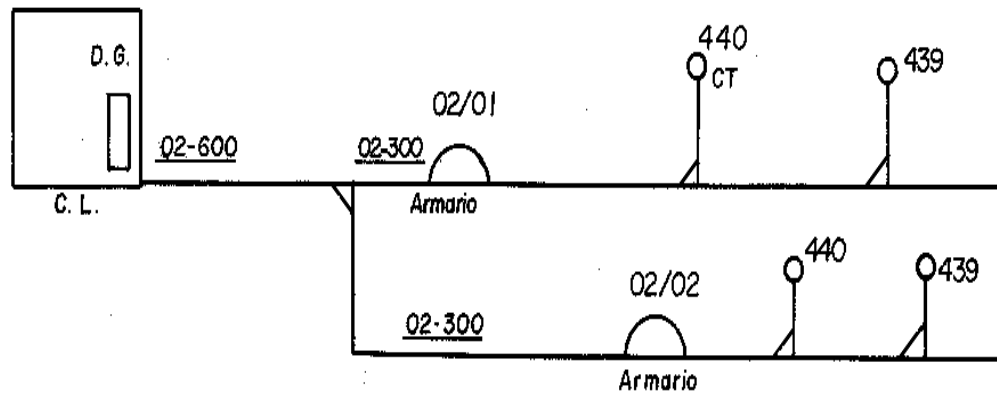
Figura 1. Sistema rígido



Las redes rígidas son económicas en sitios donde la densidad telefónica sea reducida ó las distancias entre el distribuidor y los abonados sean cortas. Debido a esto, son adecuadas en localidades pequeñas ó también en los alrededores de las centrales locales de las grandes ciudades.

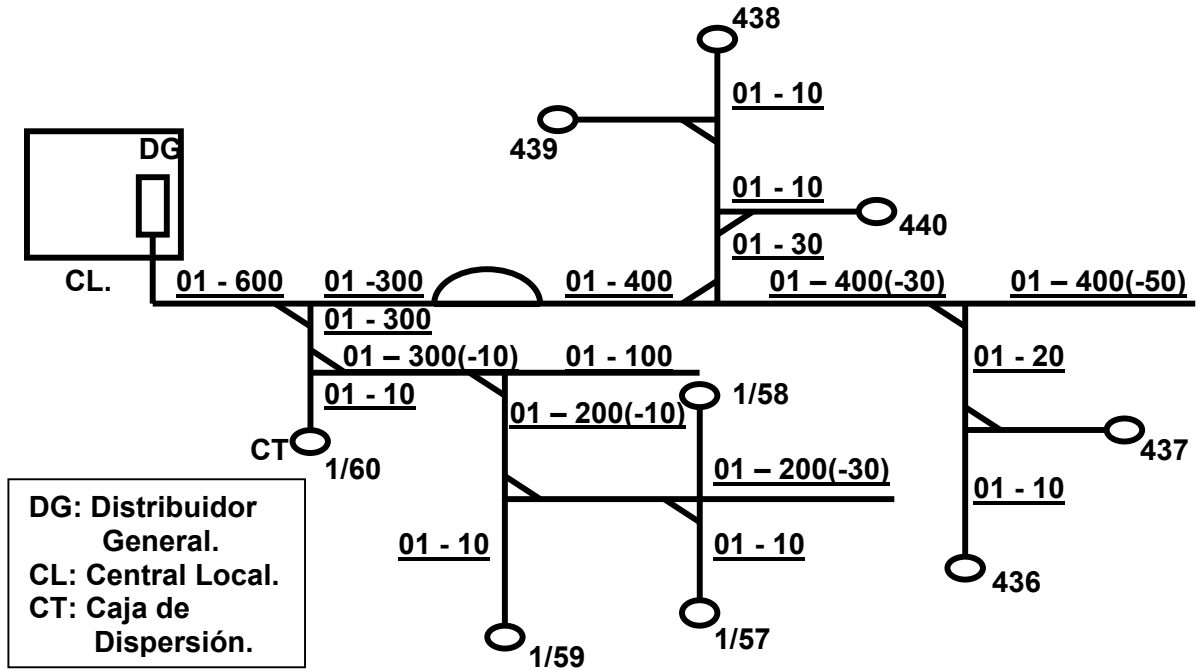
- **Sistema flexible.** En una red flexible, los cables telefónicos salen del distribuidor general, se conectan a los armarios y de allí salen hacia las cajas de dispersión. Con este sistema se configura una red de tipo radial. Ver figura 2.

Figura 2. Sistema red flexible



- **Sistema semi-rígido.** Es la combinación de los dos tipos de red mencionados en los numerales anteriores, integrado básicamente por una parte rígida y otra flexible. Es decir, posee cables enlazados directamente entre el distribuidor general y las cajas de dispersión y también cables conectados del distribuidor a los armarios antes, de llegar a las cajas de dispersión. La continuidad de los conductores, como en los dos casos anteriores, es lograda a través de empalmes. En la Figura 3, de la pagina siguiente se muestra el esquema de una red semi-rígida.

Figura 3. Sistema semi-rígido



2.1.6 Simbología de la red (TELECOM-COLOMBIA TELECOMUNICACIONES).

La empresa nacional de telecomunicaciones TELECOM-COLOMBIA

TELECOMUNICACIONES utiliza para sus redes externas un tipo de simbología especial.

En la Tabla 1 de la pagina 24 aparecen los símbolos más usados, así como la descripción correspondiente a cada uno de ellos. En ésta simbología empleamos signos sencillos, normalmente acompañados por números que expresan características del elemento ó la numeración correspondiente al mismo.

En el cuadro se aprecian tres columnas indicando la situación actual del elemento

que se está describiendo, que puede ser existente ó en proyecto y una descripción del mismo. Por ejemplo, inicialmente se especifica el símbolo de una central local existente correspondiéndole un rectángulo sombreado, cuando ésta se encuentra en servicio. Si se tratare de una central en proyecto ó próxima a entrar en funcionamiento, el rectángulo se dibujará sin relleno, es decir, sin sombreado.

Como se menciona en la parte introductoria de éste módulo, es posible encontrar elementos de la red que serán retirados del servicio. Si éste fuere el caso, el símbolo empleado será el mismo para el mencionado como existente, adicionándole un segmento de recta diagonal sobre el elemento, esto es cruzando dicho símbolo.

Seguidamente se observan los símbolos utilizados para describir los límites entre centrales telefónicas y los límites entre distritos, el armario de distribución número 04 / 02, los postes de ocho metros de longitud, las subidas al poste y al muro con sus distancias, los trayectos de canalización de cuatro ductos ó vías, la ampliación en tres ductos para otro tramo de canalización y dos tipos de riendas ó retenidas muy empleadas en redes de planta externa.


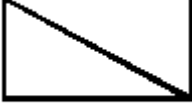


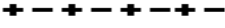
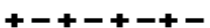


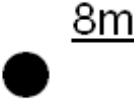
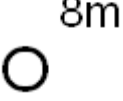
A continuación se presentan los símbolos empleados para las cajas terminales de dispersión ubicadas en poste (número 101), en muro (105), dentro de un edificio (323) y protegida (02), la cual incluye dispositivos utilizados contra descargas atmosféricas ó inducciones de corriente y voltaje. Los diferentes tipos de cable

también se muestran incluyendo especificaciones de los mismos, como por ejemplo clase de instalación, trátase de un cable canalizado, mural clavado ó suspendido, sobre postería ó enterrado; así mismo su numeración, capacidad (número de pares) y el diámetro ó calibre de cada uno de sus conductores.

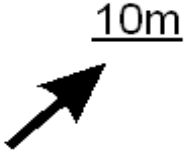
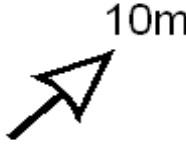

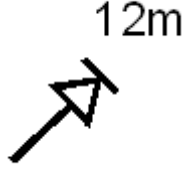
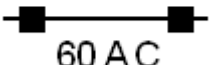
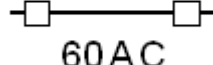
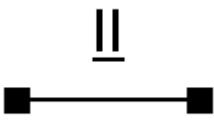
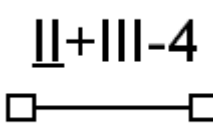
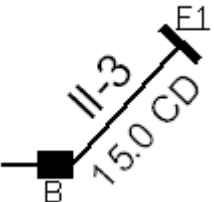
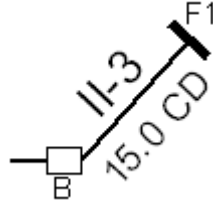
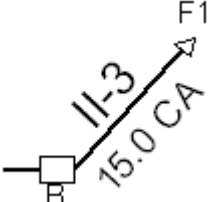
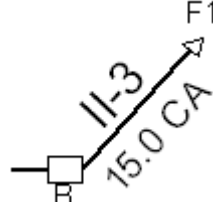
Un símbolo importante especialmente para labores de mantenimiento, aparece a continuación. Se trata del empalme ó unión de conductores que conforman el cable telefónico. Se detallan tres tipos muy comunes de empalmes como son el recto, en derivación y en doble derivación, indicando la forma como se unen los cables en un determinado trayecto de la red. Utilizando en parte símbolos de empalmes, se representan los llamados pares en reserva y pares muertos, conceptos que serán tratados posteriormente con detalle pero que básicamente se refieren a pares del cable que no se tienen en servicio, los primeros conectados entre los puntos terminales de la red y los segundos por el contrario, no conectados completamente entre dichos puntos sino en determinados tramos.

Por último, se representan diferentes terminales que se conectan regularmente a los variados medios de transmisión existente, como abonados télex, telefónica y módem, así como dos elementos, el centinela y el tapón de presión, empleados en sistemas de presurización de cables telefónicos.













Tabla 1. Simbología tipo Telecom – Colombia Telecomunicaciones

EXISTENTE	EN PROYECTO	DESCRIPCIÓN
		CENTRAL TELEFÓNICA LOCAL
		CENTRAL DE LARGA DISTANCIA
		LÍMITE DE AREA CENTRAL
		LÍMITE DE AREA DE DISTRITO
		ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN
		POSTE DE 8 METROS DE LONGITUD

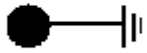
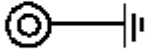

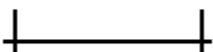
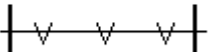
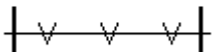
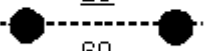
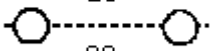
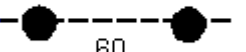
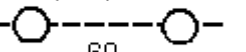
Continuación Tabla 1.

EXISTENTE	EN PROYECTO	DESCRIPCIÓN
		<p>SUBIDA DE 10 METROS A POSTE</p>
		<p>SUBIDA DE 12 METROS A MURO</p>
<p>B IV-4 B</p>  <p>60 AC</p>	<p>B IV-4 B</p>  <p>60 AC</p>	<p>CANALIZACIÓN DE 4 VIAS EN DUCTOS DE 4", LONGITUD DE 60 MTS ENTRE CAMARAS TIPO "B" SOBRE ANDEN CONCRETO</p>
 <p>II</p>	 <p>II+III-4</p>	<p>2 VIAS ANTES Y AMPLIACIÓN DE 3 VIAS EN DUCTO DE 4"</p>
 <p>II-3 15.0 CD</p>	 <p>II-3 15.0 CD</p>	<p>CANALIZACIÓN DE ACOMETIDA A MURO CON DOS VIAS EN DUCTO DE 3" TERMINADA EN CAJA F1</p>
 <p>II-3 15.0 CA</p>	 <p>II-3 15.0 CA</p>	<p>CANALIZACIÓN DE ACOMETIDA A POSTE CON DOS VIAS EN DUCTO DE 3" TERMINADA EN CAJA F1</p>

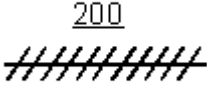



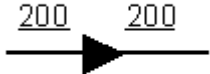
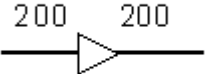


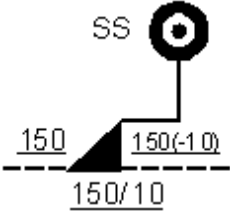
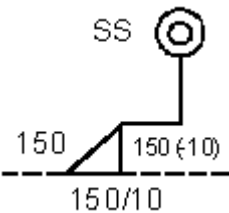


Continuación Tabla 1.

EXISTENTE	EN PROYECTO	DESCRIPCIÓN
		<p>RETENIDA O RIENDA</p>
 <p><u>101</u></p>	 <p>101</p>	<p>CAJA DE DISPERSIÓN 101 DE 10 PARES EN POSTE</p>
<p>105</p> 	<p>105</p> 	<p>CAJA DE DISPERSIÓN 105 DE 10 PARES A MURO</p>
		<p>CAJA DE DISPERSIÓN DE 20 PARES EN POSTE</p>
<p>10</p> 	<p>10</p> 	<p>BLOQUE (STRIP) DE DISPERSIÓN DE 10 PARES</p>
		<p>CAJA PROTEGIDA DE 10 PARES EN POSTE</p>

Continuación Tabla 1.

EXISTENTE	EN PROYECTO	DESCRIPCIÓN
		CAJA PROTEGIDA DE 10 PARES EN POSTE
<p style="text-align: center;"><u>02-600x0.4</u></p> <hr style="width: 100px; margin: auto;"/>	<p style="text-align: center;"><u>02-600x0.4</u></p> <hr style="width: 100px; margin: auto;"/>	CABLE 02 CANALIZADO DE 600 PARES CALIBRE 0.4
<p style="text-align: center;"><u>03-100-0.4</u></p> 	<p style="text-align: center;">03-100-0.4</p> 	CABLE 03 MURAL CLAVADO DE 100 PARES CALIBRE 0.4
<p style="text-align: center;"><u>03-100-0.5</u></p> 	<p style="text-align: center;">03-100-0.5</p> 	CABLE 03 MURAL SUSPENDIDO DE 100 PARES CALIBRE 0.5
<p style="text-align: center;">20</p>  <p style="text-align: center;">60</p>	<p style="text-align: center;">20</p>  <p style="text-align: center;">60</p>	CABLE AEREO DE 20 PARES SOBRE POSTERÍA, DISTANCIA INTERPOSTAL DE 60 MTS
<p style="text-align: center;">70(-10)x0.5A</p>  <p style="text-align: center;">60</p>	<p style="text-align: center;">70(-10)x0.5A</p>  <p style="text-align: center;">60</p>	CABLE AUTO-SOPORTADO DE 70 PARES CON 10 PARES MUERTOS CALIBRE 0.5

Continuación Tabla 1.

EXISTENTE	EN PROYECTO	DESCRIPCIÓN
		<p>CABLE ENTERRADO DE 200 PARES</p>
		<p>EMPALME RAMIFICADO DE UN CABLE DE 150 PARES CON UN CABLE DE 100 Y OTRO DE 50 PARES</p>
		<p>EMPALME DIRECTO (SIN RAMIFICACIÓN) DE DOS CABLES DE 200 PARES</p>
		<p>EMPALME RAMIFICADO, DOS ENTRADAS DOS SALIDAS</p>
		<p>EMPALME TIPO PICADO O SANGRÍA DE 150 PARES CON 150 (-10) Y 10 PARES, SOLAMENTE LOS 10 PARES SE CORTAN Y SE EMPALMAN</p>
		<p>50 PARES DE RESERVA DEJADOS DENTRO DEL EMPALME, 100 PARES DE RESERVA DEJADOS EN MUÑÓN (FUERA DEL EMPALME)</p>

2.1.7 Numeración de la red. Debido a la cantidad de pares y cables que conforman una red telefónica, se requieren parámetros que permitan un ordenamiento para facilitar la identificación de los abonados dentro de los cables y en los equipos de conexión, así como también de los demás elementos de la planta externa como cajas de dispersión, bloques ó listones, armarios entre otros.

Por lo general, cada empresa telefónica adopta un sistema de numeración para la red externa, según el tipo de tecnología usada en sus equipos. En el caso de TELECOM-COLOMBIA TELECOMUNICACIONES y algunas de sus empresas asociadas en convenio como DUCTEL DEL CARIBE, se dispone de una numeración especial la cual se describe a continuación.

- **Distribuidor general.** Como ya se ha visto, al distribuidor general le llegan de la calle, los cables de interconexión, cables troncales, primarios y de la red directa. Estos cables se numeran empleando dos dígitos y de acuerdo con el orden cronológico de instalación, por ejemplo cable 01, 02, 03, entre otros. Para facilitar su identificación, se recomienda marcarlos con una cinta plástica cerca al empalme terminal ó de corona, incluyendo información sobre su número, tipo, capacidad y diámetro de los conductores.

Los cables que llegan de la red externa se conectan a los bloques ó listones cuya capacidad generalmente es de 50 ó 100 pares. Los bloques se agrupan en columnas llamadas verticales, los cuales se numeran normalmente en

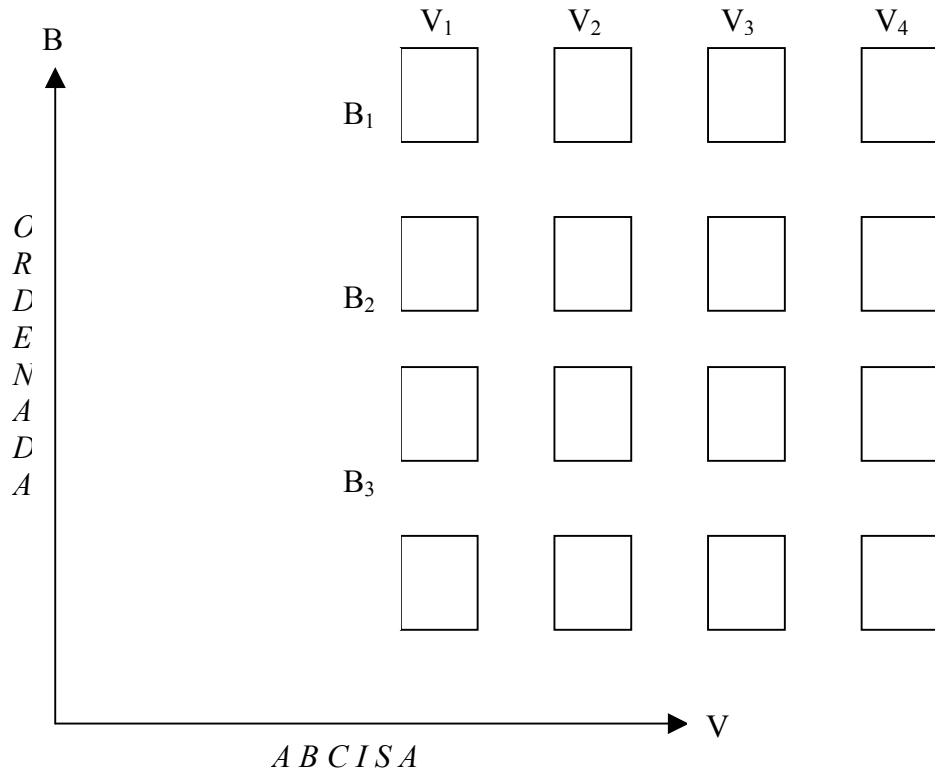
forma consecutiva de izquierda a derecha, según su construcción ó en el sentido hacia donde se realizan los ensanches.

Los bloques se numeran consecutivamente de arriba hacia abajo dentro del mismo vertical, reiniciando la numeración cada vez que se cambie de vertical. Los pares dentro de cada bloque se numeran entre 1 y 50 ó entre 1 y 100 en forma consecutiva según el caso. En consecuencia, todo punto en el distribuidor tendrá la siguiente numeración: vertical / bloque /par. Por ejemplo 02 / 05 / 17, identifica el par 17 del bloque 05, ubicado en el segundo vertical del distribuidor. A esta información se le conoce normalmente, como los puntos de conexión ó "vías" de un abonado.

En la Figura 4 se puede verificar la numeración empleada por TELECOM - COLOMBIA TELECOMUNICACIONES, para identificar los cables, verticales, bloques ó listones y los pares instalados en el distribuidor principal de sus redes telefónicas.

Figura 4. Numeración empleada por Telecom Colombia -

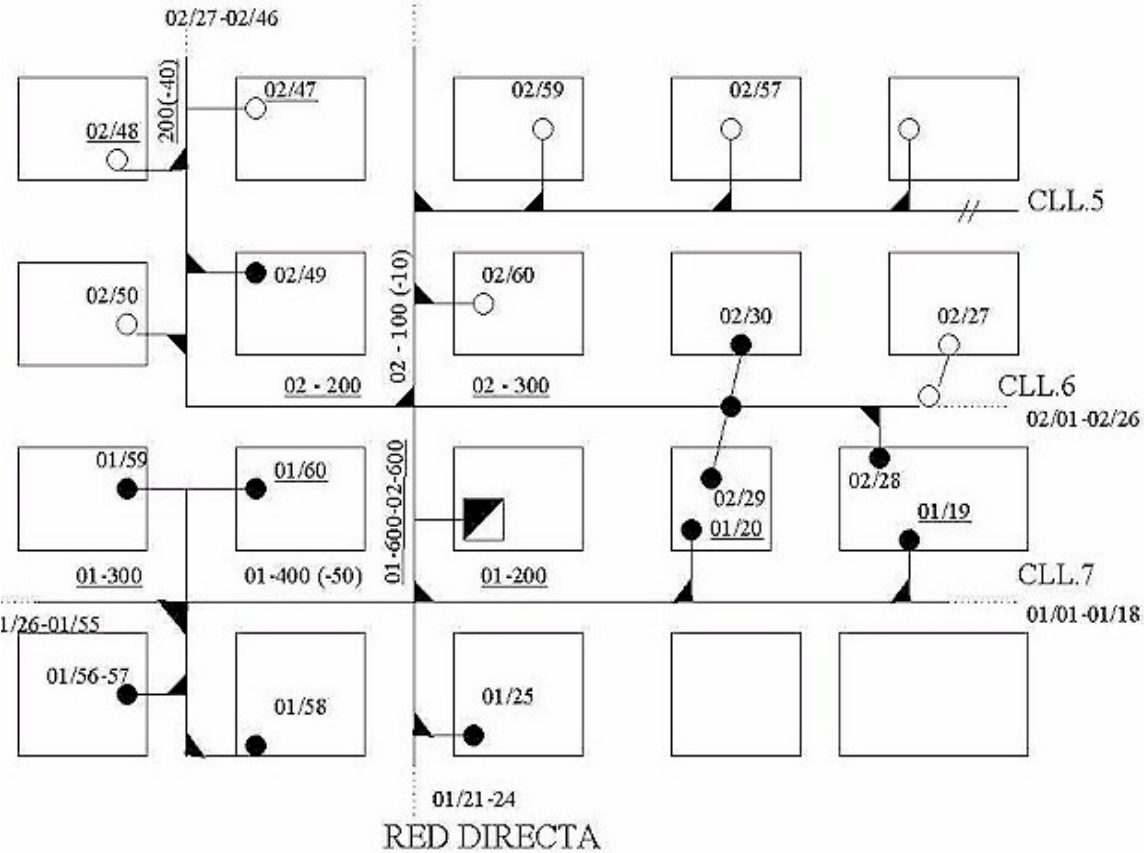
Telecomunicaciones



- **Red directa.** Las cajas de la red directa están conectadas por un lado al distribuidor general y por el otro a los domicilios de los suscriptores. Dentro de la caja de dispersión los pares se numeran de arriba hacia abajo, del par 1 al 5 al lado izquierdo y del 6 al 10 al lado derecho de la misma. La numeración de las cajas consta de dos partes que son: el número del cable al cual están conectadas y número de la caja dentro del respectivo cable, teniendo en cuenta que la caja 01 será la más distante del distribuidor y que la numeración se incrementa en forma consecutiva a medida que se acerca a la central. Por

ejemplo la caja 04 / 15 corresponde a la caja número 15 del cable 04 de red directa. Así mismo sí se tiene el cable 05 con capacidad de 600 pares, la caja 05/01 será la más lejana y la caja 05/60 la más cercana con referencia al distribuidor general. En el plano de red directa Figura 5 de la siguiente página se puede observar la numeración de los cables 01 y 02, así como la utilizada para las 60 cajas de dispersión que son alimentadas por cada uno de ellos.

Figura 5. Plano de red directa



Dicha numeración se debe tener escrita en la parte anterior de la caja y en el poste sobre el cual se instala si fuere el caso. En el distribuidor general los pares y cajas de red directa pueden ser ubicados fácilmente, ya que guardan correspondencia con su instalación en forma consecutiva en los listones y para ello se marcan con una cinta plástica indicando su numeración. En algunos sectores de la red donde la densidad telefónica es baja, es posible la existencia de cajas en paralelo ó en derivación. En éste caso, los diez pares son compartidos entre las dos cajas instaladas en paralelo.

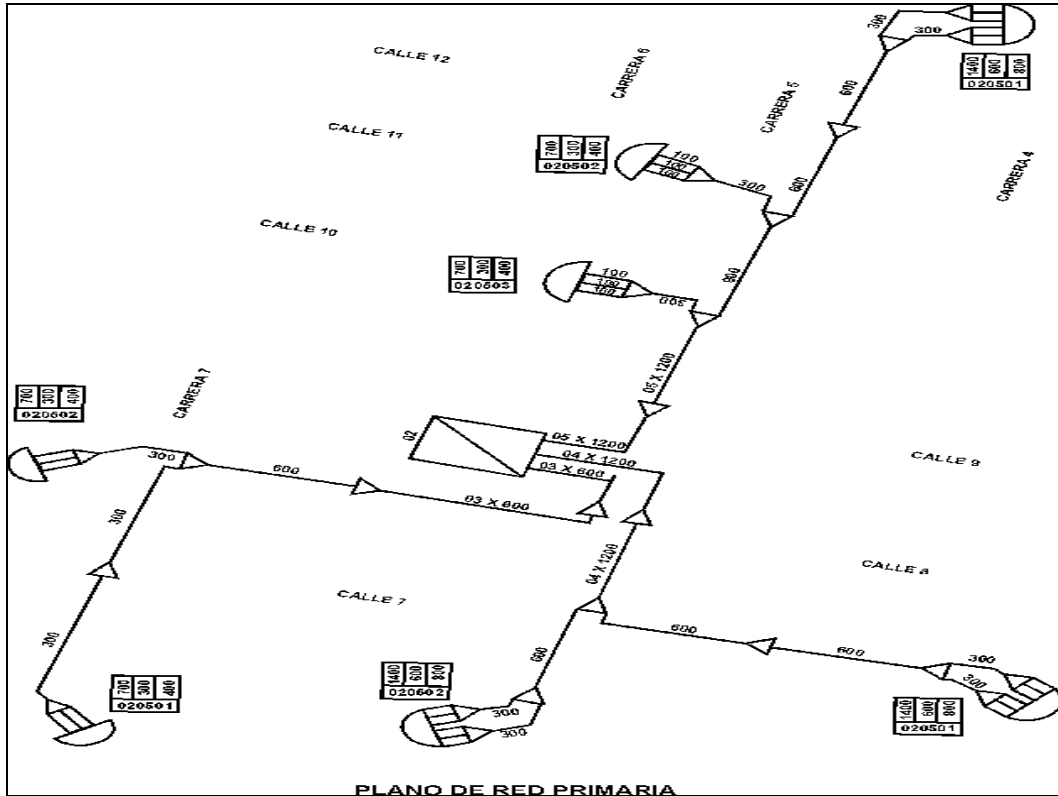
Con el fin de lograr su identificación la caja en paralelo empieza su numeración con el 9. Por ejemplo, la caja número 01 / 924 corresponde a la paralela de la caja 01/24.

- **Armarios de distribución.** Los armarios de distribución constan de dos tipos de bloques: primarios y secundarios. Estos se ubican alternadamente de arriba hacia abajo en el armario, iniciando con los bloques secundarios. Asimismo, tanto los bloques secundarios como los primarios, se numeran alternadamente iniciando con el secundario uno, luego el primario uno, luego el secundario dos, sigue el primario dos y así sucesivamente hasta completarse la capacidad del armario. Recordemos, que al armario le llegan por un lado a los bloques primarios, los cables del distribuidor general y salen de los bloques secundarios por el otro, los cables que van hacia las cajas de dispersión.

La numeración de los armarios se compone de dos partes a saber: número del cable primario que llega al armario y número del armario en el cable correspondiente.

Por ejemplo, el armario 0503 corresponde al armario 03 del cable 05. En el plano de la red primaria (Figura 6) puede observarse la numeración de los siete armarios, la cual se complementa con el número 02 inicial, que corresponde a la central telefónica a la que pertenece la red externa.

Figura 6. Plano de red primaria



- **Bloques secundarios.** Como se menciona anteriormente, de los bloques secundarios salen los cables que van hacia las cajas de dispersión; por lo tanto se debe tener correspondencia entre los números de las cajas conectadas y los bloques secundarios respectivos. La capacidad de éstos bloques generalmente es de 100 pares ó de 10 cajas, las cuales tienen su propia numeración dentro del bloque, dependiendo a cual de éstos están conectadas, como se menciona a continuación.

Las primeras diez cajas conectadas al bloque secundario 1 tienen la numeración definida entre 101 y 110 en forma consecutiva. El primer dígito corresponde al número del bloque y los dos siguientes al número de la caja. Las diez cajas siguientes tendrán la numeración 211 a 220, las siguientes la 321 a 330 y así sucesivamente. El primer dígito como en el caso mencionado inicialmente, corresponde al número del bloque y los dos dígitos siguientes continúan la secuencia que se llevaba en las cajas del bloque secundario 1.

En resumen, en un bloque secundario se tienen dos partes para definir la posición de un abonado: número de caja y número de par (de 1 a 10). Por ejemplo el abonado telefónico cuyo par secundario es el 5 de la caja 321, puede ser ubicado en la parte inferior izquierda de la primera caja del bloque secundario 3.

- **Bloques primarios.** La numeración de los bloques primarios al igual que en los secundarios, se efectúa de arriba hacia abajo en forma consecutiva así: primario uno, primario dos, primario tres.

Así mismo, como existe conexión y correspondencia uno a uno entre cada par del bloque primario y cada par del bloque en el distribuidor, la numeración de un punto en el bloque primario es igual a la numeración que

tiene ese punto en el distribuidor principal. En consecuencia, se tiene que la numeración dentro de los bloques primarios tiene tres partes a saber: vertical / bloque / par.

Por ejemplo el bloque primario 03 / 04 / 1-50 está conectado al vertical 03, bloque ó listón 04, pares del 1 al 50, en el distribuidor general. En la Tabla 3 de la siguiente pagina, se muestra un armario con capacidad de 700 pares, el cual incluye la numeración para bloques secundarios y primarios mencionados en los dos numerales anteriores.

Tabla 2. Numeración de bloques en armario

No del cable 33					No Armario04					
Clase de Bloque	Numeración de los Bloques Primario y Secundario									
S1	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
P1	04 01 01-50					04 02 01-50				
S2	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
P2	04 03 01-50					04 04 01-50				
S3	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
P3	04 05 01-50					05 01 01-50				
S4	01-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440

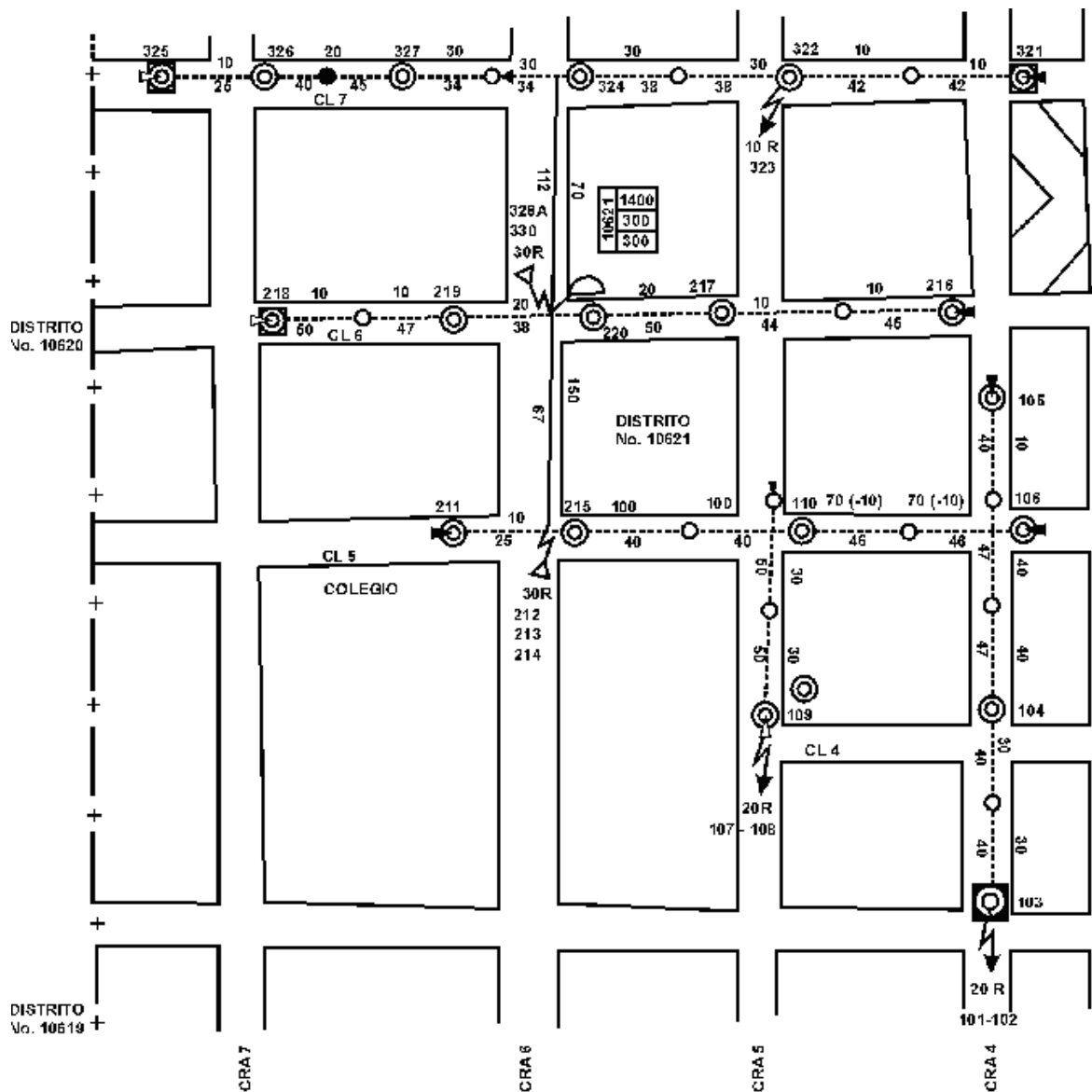
Las cajas de la red secundaria están conectadas por un lado a los bloques secundarios del armario y por el otro a los domicilios de los abonados. Por lo tanto, como existe correspondencia entre las cajas de dispersión instalada sobre los muros ó postes y los grupos de 10 pares de los bloques secundarios, su numeración será la misma que tienen tales grupos de 10 pares en el armario. Esto quiere decir que la numeración se inicia con la caja 101 que será la caja más distante del armario y se sigue incrementando la numeración hasta 110 para las nueve restantes que están conectadas al bloque secundario 1; luego las siguientes diez cajas conectadas al secundario 2 tendrán numeración entre 211 y 220 y así sucesivamente.

En el plano de la red secundaria Figura 7 de la siguiente pagina, se observa la numeración de las 30 cajas conectadas al cable de 300 pares que sale del armario. La caja más lejana con referencia al armario tiene el número 101 y la más cercana el número 330, incrementándose la numeración a medida que nos aproximamos al armario.

Para la identificación de las cajas en reserva, éstas llevan un número menor a la que está en servicio e instalada en el mismo poste donde se tiene ubicada la reserva, como puede observarse en el caso de las cajas 101 y 102, con respecto a la caja 103 la cual se encuentra en funcionamiento. Si se presenta el caso de existencia de cajas en paralelo la numeración de la

caja así conectada debe empezar por 9, reemplazándose el número del bloque secundario. Por ejemplo si la caja 323 tiene una caja en paralelo, la numeración de ésta última es 923.

Figura 7. Plano de red secundaria



2.1.8 Planos de la red urbana. Una de las ayudas más importantes para la construcción, interventoría, recibo, mantenimiento e incluso para el diseño de futuros ensanches de las redes telefónicas, la constituyen los planos. En los planos generalmente es necesario presentar las unidades de planta contenidas en la red, indicando su situación geográfica, la dimensión de cada unidad y en los casos necesarios, la numeración y escala empleadas.

Las dimensiones de los planos dependen de la red ó área a cubrir, siendo muy frecuente encontrarlos en el tamaño de 50x70 centímetros, como sucede con los elaborados para las instalaciones realizadas por TELECOM-COLOMBIA TELECOMUNICACIONES.

Los planos de redes ó áreas muy grandes, se pueden dividir en dos ó más, indicándose claramente la sección de corte, de tal forma que se facilite juntarlos cuando se requiera. Por lo general se utilizan colores oscuros como el negro ó el azul para el dibujo de los planos y color amarillo, sobre elementos de la red ó trayectos que vayan a ser retirados del servicio ó simplemente reemplazados.

Se requiere en todo plano incluir un rótulo, identificado como el rectángulo que aparece en la parte inferior derecha, generalmente de 5X13 centímetros, en donde se especifica el nombre de la empresa telefónica, el tipo de plano, la gerencia, división ó dependencia responsable del proyecto, la escala empleada, la fecha de

realización, el número del plano correspondiente, los nombres de los funcionarios participantes en el dibujo y la elaboración, la revisión y la aprobación del mismo.

La red se maneja normalmente con los siguientes planos.

- Plano del distribuidor general.
- Plano de la red primaria.
- Plano de canalización.
- Plano de la red directa.
- Plano de la red secundaria.
- Plano de numeración y empalmes.
- Plano de la red troncal e interconexión.

- **Plano del distribuidor general.** Este plano no requiere elaborarse con una escala determinada. En él se muestran todos los cables que entran de la calle hacia el distribuidor general, como son los de la red directa, la red primaria, la red troncal y de interconexión, y los aislados para servicios especiales. Es muy útil para ubicar los puntos de conexión ó "vías" de cada abonado, esto es el número del vertical, bloque y par al que está conectado ó para identificar a cada suscriptor en el distribuidor principal.

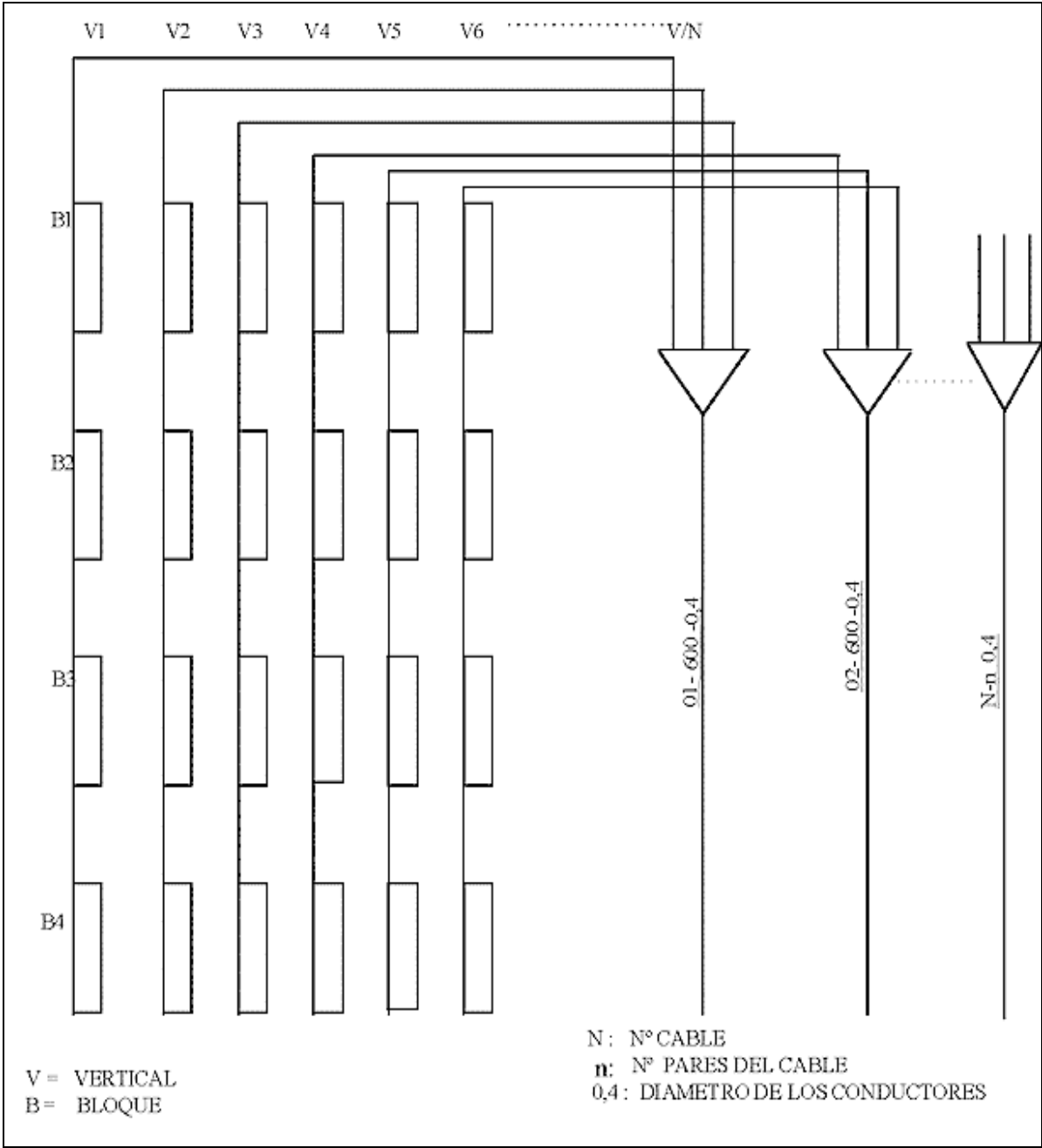
Esta información es necesaria en la instalación de nuevos abonados, la realización de pruebas, las labores de mantenimiento y para los controles estadísticos de la red. En el plano del distribuidor general deben aparecer los siguientes elementos.

- Las verticales, los bloques ó listones existentes y los que se tiene previsto retirar ó modificar.
- Las verticales, los bloques o listones incluidos en los proyectos de ampliación con su respectiva numeración.
- La capacidad de los cables y el diámetro de los conductores.
- Los empalmes terminales ó de corona.
- La distribución de los cables en los distintos bloques.
- Los pares en donde se conectan cada uno de los cables que llegan de la planta externa.

En la Figura 8 de la siguiente pagina, se muestra un modelo de plano de distribuidor general en el que se tienen instalados una serie de cables existentes (subrayados), numerados de izquierda a derecha desde 01 hasta N, con capacidad de 600 pares (cables 01 y 02) y conductores calibre 0.4 mm. En el mismo se tienen cuatro bloques por cada vertical nombrados como B1, B2, B3 y B4 y n verticales numerados de izquierda a derecha, como V1, V2, V3, hasta Vn. Asimismo se puede observar la distribución que se hace de cada

cable hacia los bloques ó listones del distribuidor, por ejemplo del cable 01 a los primeros doce bloques de 50 pares, para una capacidad total de 600 pares y del cable 02 también de 600 pares hacia los siguientes doce y así sucesivamente.

Figura 8. Plano de distribuidor general



- **Plano de la red primaria.** Recordando conceptos: La red primaria es aquella conformada por los cables que van desde el distribuidor principal hasta los armarios de distribución.

Es necesario elaborar un plano esquemático de la red primaria por cada central telefónica. En él se muestran todos los cables, que como se ha mencionado enlazan la central con los armarios de distribución. Normalmente no utilizamos en él una escala definida, sin embargo, es conveniente guardar la proporcionalidad con las distancias existentes en el terreno. En éste plano deben aparecer los siguientes elementos.

- La central telefónica.
- Los cables primarios con su numeración, capacidad y diámetro de los conductores.
- Los trayectos de los cables y las clases de instalación.
- Los armarios de distribución, con su numeración y capacidad.
- Los bloques primarios con su numeración.
- Los empalmes y derivaciones de los cables.
- Los límites de la central.
- El número de las centrales contiguas.

- Los pares muertos y los de reserva.
- Los nombres de los sitios importantes, las direcciones y los elementos urbanísticos relevantes.

En la Figura 6 de la pagina 34, se observa que de la central telefónica parten tres cables numerados como 03, 04 y 05, con capacidades de 600, 1200 y 1200 pares respectivamente, los cuales se distribuyen hacia siete armarios de dispersión, a través de empalmes de tipo recto y en derivación. La capacidad total de ésta red es de 3.000 pares, correspondientes a la suma de pares nominales de los tres cables primarios.

Normalmente entramos a cada uno de los armarios con cables de cien pares, en virtud a que los bloques primarios tiene generalmente ésta misma capacidad. En éste esquema, todos los cables son de gran capacidad de pares y por lo tanto canalizados, como se puede observar de acuerdo con la simbología utilizada por TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES.

Es de gran utilidad este plano, para tener una visión global de la distribución de la red de una población y por lo tanto para la ubicación de los cables primarios, armarios y empalmes realizados, quizás en la red más importante de las que existen en la zona urbana de una localidad.

- **Plano de la canalización.** La canalización se refiere a aquella infraestructura, en gran parte de tipo subterráneo, que se inicia con la apertura y adecuación de zanjas, continuando con la colocación de ductos, para finalizar con el tendido de cables telefónicos a través de estos últimos, empleándose cámaras para realizar la distribución de la red de acuerdo con la demanda ó requerimientos de comunicaciones de la localidad. Se dibuja normalmente un plano de canalización por cada zona de central, en escala 1:2000 ó 1:2500. Los elementos de la red que se incluyen en éste plano son los siguientes.

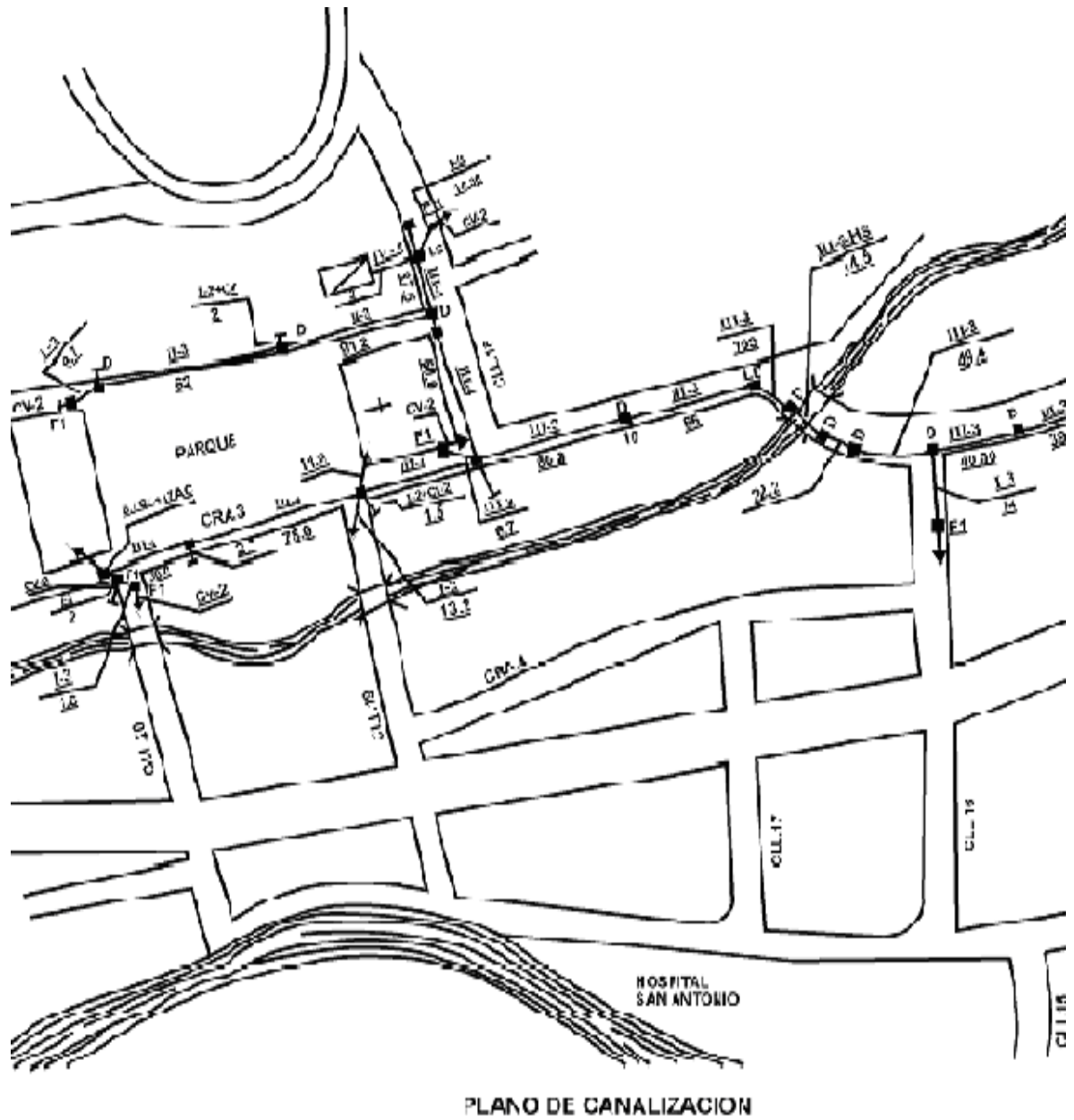
- La central telefónica.
- Las cámaras especificando su tipo.
- Los trayectos de canalización con número de ductos libres y en servicio.
- Los tipos de ductería empleada.
- La distancia entre cámaras con el tipo de terreno.
- Los armarios de distribución con su numeración y capacidad.
- Las subidas a poste y muro así como curvas con sus distancias.
- Los límites de la central y de los distritos.
- El número de los distritos ó las centrales vecinas.
- Las direcciones, manzanas y elementos urbanísticos importantes.

En la Figura 9 de la siguiente pagina, aparece un plano de canalización, en el cual se sale del edificio que alberga la central telefónica con cuatro ductos de cuatro pulgadas cada uno, en una distancia de dos metros, hasta la cámara principal tipo LC, para continuar con la distribución de la red en tres ductos de cuatro pulgadas y así sucesivamente hasta llegar a los extremos de la misma.

En el plano pueden observarse detalles como por ejemplo, curvas en una longitud de dos metros, cámaras del tipo D, LD Y F1, trayectos con uno, dos y tres ductos, tramos entre cámaras desde 37.6 hasta 91.2 metros, subidas a poste y a muro de 13.2 y 6.7 metros respectivamente, tipos de terreno como calzada concreto (cc) y andén concreto (ac), así como ductos en hierro galvanizado (hg) para cruce de puentes, etc.

El plano de la canalización es empleado para la ubicación e identificación de cámaras, ductos, subidas, etc. y para determinar las cantidades de mano de obra y materiales, requeridos en las obras civiles para realizar los ensanches en la red externa de una ciudad.

Figura 9. Plano de canalización



- **Plano de la red directa.** En el plano de la red directa aparecen todos los cables que salen del distribuidor y van directamente a las cajas de dispersión, sin pasar por los armarios. Normalmente se tiene la red directa en poblaciones pequeñas y en los alrededores de la central ó en zonas céntricas en localidades grandes.

Se utiliza por lo general escala 1:2000 ó 1:2500.El plano de red directa incluye los siguientes elementos.

- Los cables de red directa con su numeración, capacidad y calibre de los conductores
- Las formas de instalación de cada cable, esto es mural, aérea ó canalizada.
- Los trayectos de cable con sus distancias.
- Las cajas de dispersión numeradas, con su tipo de instalación (mural, en poste, protegida, etc.).
- Las cajas en reserva y los pares muertos.
- Los postes y retenidas si existieren.
- La numeración de los distritos vecinos.
- La nomenclatura urbana y los sitios importantes de la localidad.

En la Figura 5 de la pagina 32, se muestra un plano de la red directa, con las derivaciones de cables necesarias para la distribución de los pares a las cajas. En él se puede apreciar, que se sale del distribuidor con los cables 01 y 02 con una capacidad de 600 pares cada uno, los cuales se van distribuyendo hacia abajo y hacia arriba de la central. En total se reparte cada cable hacia sesenta cajas iniciándose con las cajas 01/01 y la 02/01 hasta llegar a las cajas 01/60 y 02/60 ubicadas éstas últimas en los alrededores de la central.

En la parte superior de cada cable se especifica su número, su capacidad y los pares muertos si fuere el caso. Para las cajas de dispersión se incluye el número correspondiente a cada una.

Los cajas de dispersión empleadas en el gráfico son de tipo mural en su mayoría y se dibujan dentro del cuadrado ó rectángulo que simboliza la manzana correspondiente. Los tipos de cable utilizado son canalizados y en un par de casos se encuentran 10 y 50 pares muertos que se representan con un signo menos encerrado entre un paréntesis.

Los puntos suspensivos con un número determinado, representan que a partir de ese extremo se continúa con la distribución de esa cantidad de cajas de dispersión, hasta llegar a la caja terminal que tendrá el número más pequeño de la serie, como es el caso de la caja 01/26.

- **Plano de la red secundaria.** Se dibuja normalmente un plano de red secundaria por cada distrito en escala 1:2000 ó 1:2500. En este plano se indica lo siguiente.

- El armario de distribución con su capacidad y numeración.
- Los cables secundarios que salen del armario hacia las cajas de dispersión, con su capacidad.
- Los trayectos de los cables con su tipo de instalación y distancias.
- Las cajas de distribución con su número y tipo de instalación.
- Las cajas en reserva y los pares muertos.
- Los postes y las retenidas si existen.
- Los límites del distrito.
- Los números de los distritos vecinos.
- Las direcciones y demás elementos urbanísticos importantes.

En la Figura 7 mostrada en la página 39, se muestra un plano de la red secundaria perteneciente al distrito 10621, el cual colinda con los distritos 10619 y 10620, por el lado izquierdo de la gráfica. En dicho plano puede observarse que del armario de distribución parte un cable de 300 pares y se empalma inicialmente a cuatro cables de 150, 70, 50 y 20 pares, dejando las cajas 328, 329 y 330 en reserva, con lo cual se completa la capacidad del

cable saliente. Así mismo se muestra que los cables utilizados son de tipo aéreo con excepción de los cables de 150 y 70 pares que son canalizados. Por su parte las cajas de dispersión ubicadas en los extremos de la red, identificadas con los números 103, 321 y 325 son protegidas y las demás son cajas corrientes de diez pares.

En la parte superior de cada cable se especifica su capacidad y en caso necesario, los pares muertos y en la parte inferior la distancia entre postes ó cámaras.

- **Plano de numeración y empalmes.** Los planos de las redes primaria, directa y secundaria, son complementados con esquemas de numeración y empalmes. Este tipo de esquemas no requiere una escala definida, pero sus dimensiones deben guardar proporcionalidad con las instalaciones que se tienen en el terreno. Se elabora generalmente un plano para la red primaria, uno para la red directa y uno por cada distrito.

Este tipo de plano es una herramienta de gran utilidad en labores de empalmería y en general del mantenimiento de la red, ya que presenta la disposición de todos los pares en los diferentes empalmes y en la ubicación de los mismos.

En éste esquema se debe indicar los siguientes elementos.

- La representación de todos los empalmes con sus derivaciones si existieren y tipo de instalación.
- En el caso de la red primaria, aparecerán todos los armarios con su numeración, capacidad y la forma como se conectan a los cables que vienen del distribuidor general.
- Los cables con su numeración, capacidad y diámetro de los conductores.
- Los trayectos de los cables con su tipo de instalación y distancias.
- En caso de distritos, para cada uno de ellos se elabora un plano en el cual se muestran tanto los bloques primarios, como los secundarios y la forma como se conectan a los cables que llegan del distribuidor y los que salen hacia las cajas de dispersión respectivamente.
- Las cajas de distribución con su numeración y tipo de instalación.
- Las cajas en reserva y pares muertos si existieren.
- La nomenclatura y elementos urbanísticos importantes.

En la figura 9 de la página siguiente aparece un plano esquemático de numeración y empalmes, el cual incluye un armario al que le llega el cable primario número 4 con capacidad de 400 pares con 50 muertos, que se empalma con cinco cables de 100 y 50 pares.

De los bloques secundarios parten ocho cables con capacidades de 100, 50, 30 y 20 pares hacia las cajas de dispersión numeradas con los sistemas

empleados por TELECOM COLOMBIA TELECOMINICACIONES y por ERICSSON, como se verá posteriormente. Pueden observarse así mismo, empalmes con capacidades de 400, 200, 150, 50 y hasta de 10 pares.

No requiere de una escala definida pero se debe guardar la proporcionalidad con respecto a las instalaciones reales. En éste plano se deben indicar los siguientes elementos.

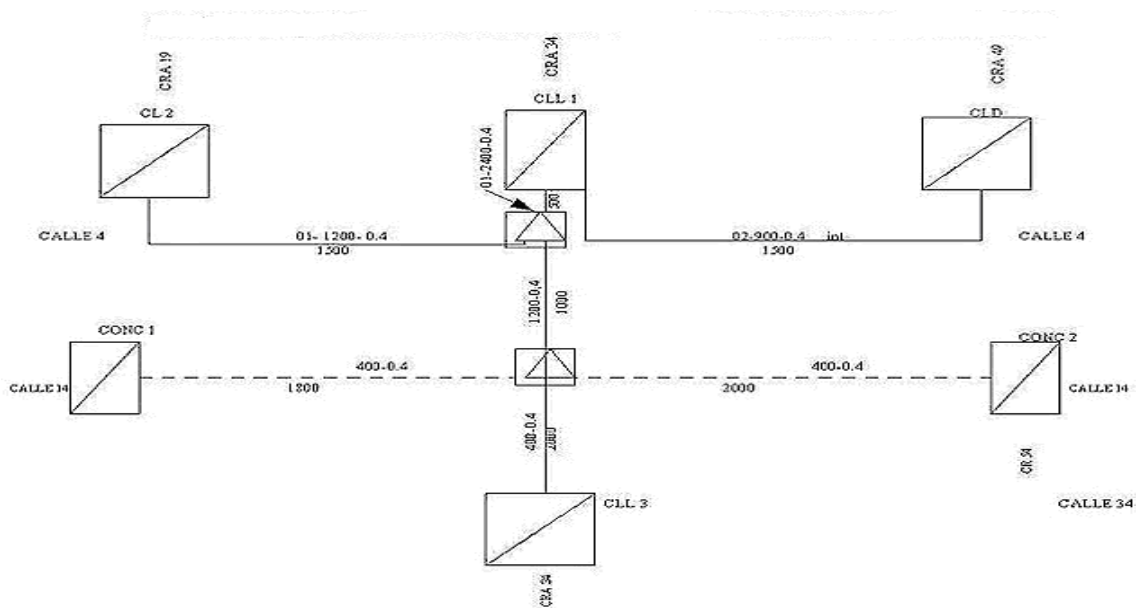
- Las centrales telefónicas y los concentradores si existieren.
- Los cables con su numeración, capacidad y diámetro de los conductores.
- Los trayectos de cable con su tipo de instalación y distancias.
- Los empalmes con su tipo de instalación (aérea ó canalizada).
- La nomenclatura y elementos urbanísticos importantes.

En la Figura 11 de la pagina siguiente se muestra un plano esquemático de una red troncal y de interconexión. En la misma pueden observarse una central de larga distancia, tres centrales locales y dos concentradores enlazadas indistintamente a través de cables de 1200, 900 y 400 pares con empalmes acordes con estas capacidades. En la parte inferior de cada cable se especifica la distancia en metros entre empalmes.

Empleando este esquema es posible visualizar de manera global, la red que une todas las centrales en una ciudad y es muy útil para la localización de posibles fallas que se produzcan en la misma ó para ubicar puntos en los cuales se generen cortes en el importante servicio de telefonía local ó de larga distancia, cuyo enrutamiento se realiza a través de las redes troncal y de

interconexión respectivamente. Es conveniente reiterar la importancia de que cada localidad, tenga los planos aquí mencionados en perfecto estado, actualizados y con la posibilidad de estarlos revisando permanentemente con el fin de contar con ésta imprescindible ayuda para las labores rutinarias de mantenimiento, interventoría y para futuras ampliaciones que se requieran adelantar en las redes telefónicas urbanas.

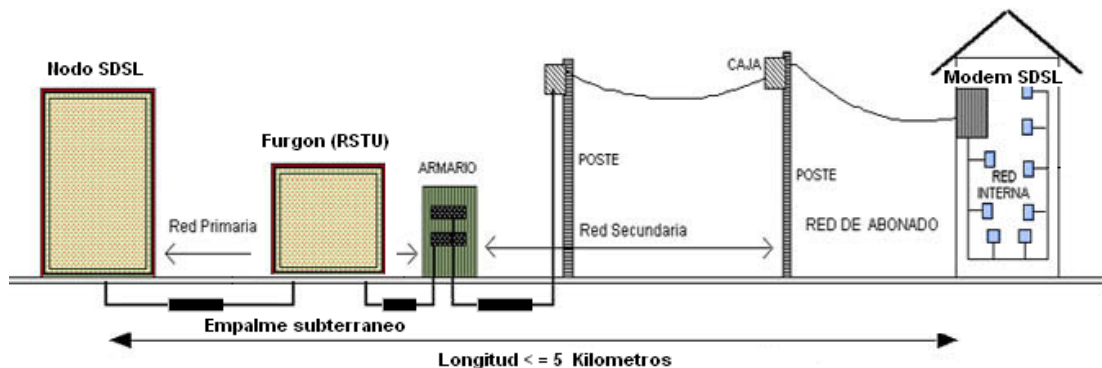
Figura 11. Plano esquemático de la red troncal y de interconexión



2.2 ESCENARIOS Y CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LA TECNOLOGÍA SDSL-COBRE

2.2.1 Escenario general de distribución completa y sus variantes. En el escenario que se ilustra en la Figura 12. La comunicación de datos pasa por todos los elementos que intervienen en una solución última milla en SDSL-cobre.

Figura 12. Escenario general de distribución completa



La comunicación se establece inicialmente en un nodo de distribución de datos que se encuentra físicamente al interior de las instalaciones de la planta telefónica (CENTRAL LOCAL). Este nodo puede ser propiedad de la empresa telefónica o de un proveedor de servicios de comunicación de datos y/o ISP (proveedor de servicios de Internet); en el caso los PSI y/o PSD, se instauran en estos puntos aprovechando la infraestructura de las redes telefónicas ya existentes por medios de acuerdos y/o negociaciones para la utilización de los pares telefónicos.

Una vez se requiere del uso de un par telefónico se procede a desconectar este par de la planta matriz de conmutación telefónica quedando sin ninguna clase de señal, a este par telefónico se le conoce en el medio de las telecomunicaciones como par aislado.

La conexión en el nodo, para el caso del escenario mostrado anteriormente, existe un punto (patch panel) como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Patch panel

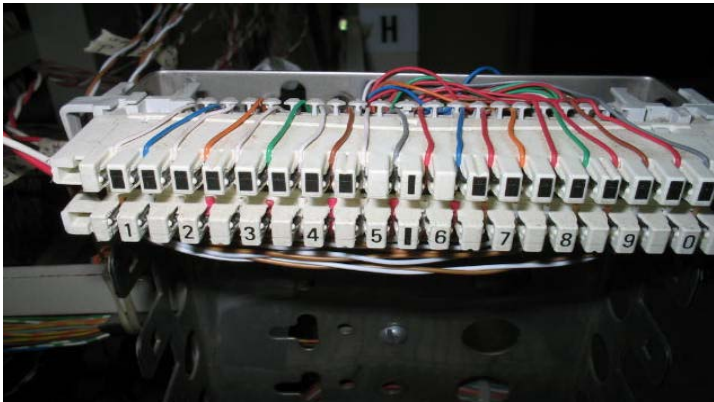


Conectado a los puertos de las tarjetas del nodo del proveedor de servicios de datos por medio de cordones de parcheo (patch cord) con terminales RJ-45, este a su vez posee una interconexión hacia el bastidor de las regletas de distribución primaria y secundaria. Ver Figura 14 y 15 de la página siguiente.

Figura 14. Bastidor de distribución primaria y secundaria



Figura 15. Regleta de distribución



La asignación de los pares aislados obedece a la técnica de jerarquización de las redes telefónicas, cuando se tiene información de la ubicación del par aislado se procede a realizar una interconexión por la parte frontal de la regleta del proveedor de servicio hasta la regleta de distribución primaria de la central local. Puntos

desde los cuales se distribuyen hasta los furgones o RSTU pasando por empalmes troncales. Ver Figura 16 y 17.

Figura 16. Empalmes troncales o muflas



Figura 17. Furgón o RSTU



Esta red de cables salientes de la central local hasta los furgones o RSTU se les llama red troncal y sigue conservando la nomenclatura primaria, desde este punto

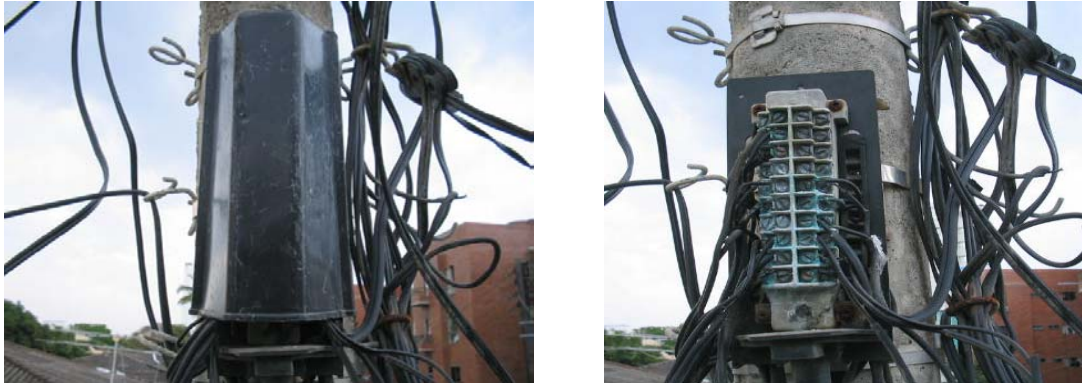
de distribución existen distribuciones de tipo primaria y secundaria; las distribuciones primarias terminan en un punto de distribución llamado armario. Ver Figura 18.

Figura 18. Armario o punto de distribución



En este punto se realiza la conexión entre la distribución primaria y secundaria por medio de alambres de pase de calibre 0.4 mm y 0.5 mm trenzado, no apantallado. La distribución secundaria que parte del armario por canalización subterránea es dirigida hacia las cajas de dispersión ubicadas en el sistema de postería, cada caja posee la capacidad para diez pares de cables. La ubicación de estas cajas está previamente definida para tener una cobertura de un área determinada. Ver Figura 19. Caja de dispersión en postería de la página siguiente.

Figura 19. Caja de dispersión en postería



La conexión realizada desde las cajas de dispersión hasta el cliente se hace por medio de cable neopreno para exteriores, en muchos de los casos el cliente posee una strip telefónico interno, para recibir la conexión e interconectarlo con la acometida interna o cableado estructural para acceder hasta el punto donde finalmente se conecta a un módem de tecnología SDSL. Ver Figura 20.

Figura 20. Módem tecnología SDSL



Figura 21. Escenario de red completa sin furgón RSTU

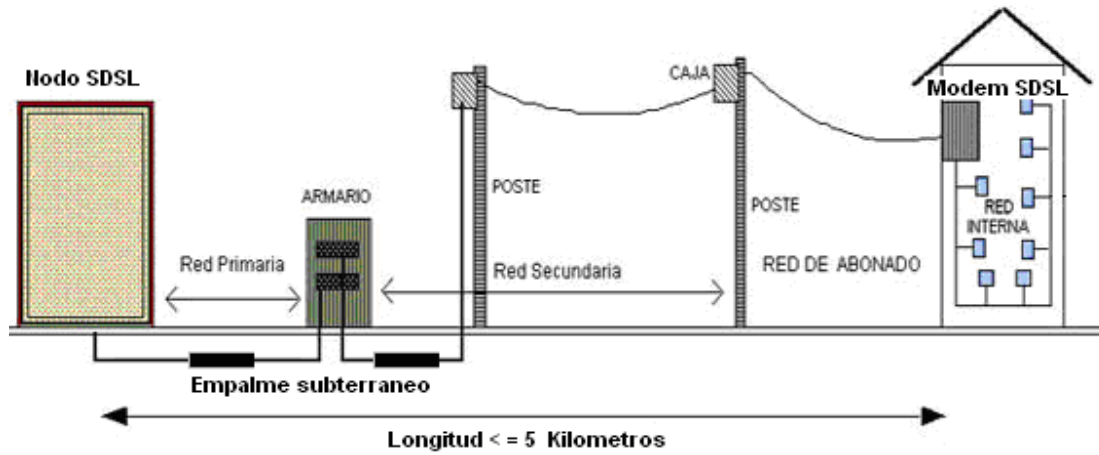


Figura 22. Escenario de red directa

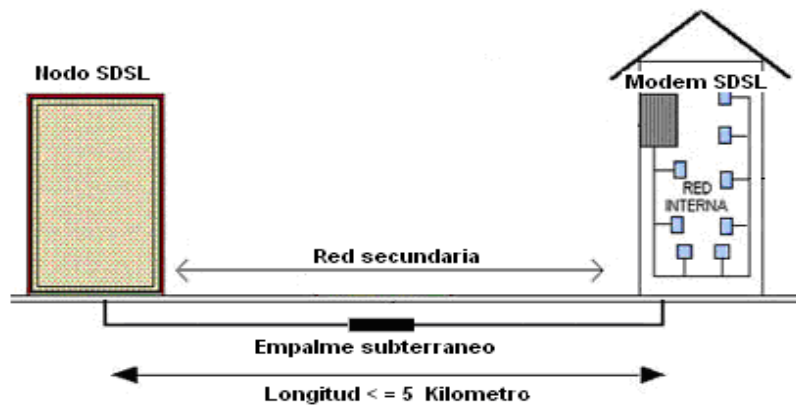


Figura 23. Escenario de red directa con armario intermedio.

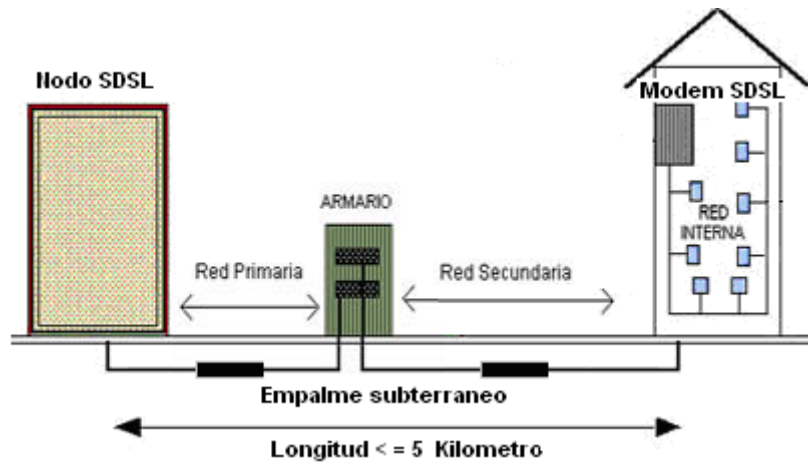
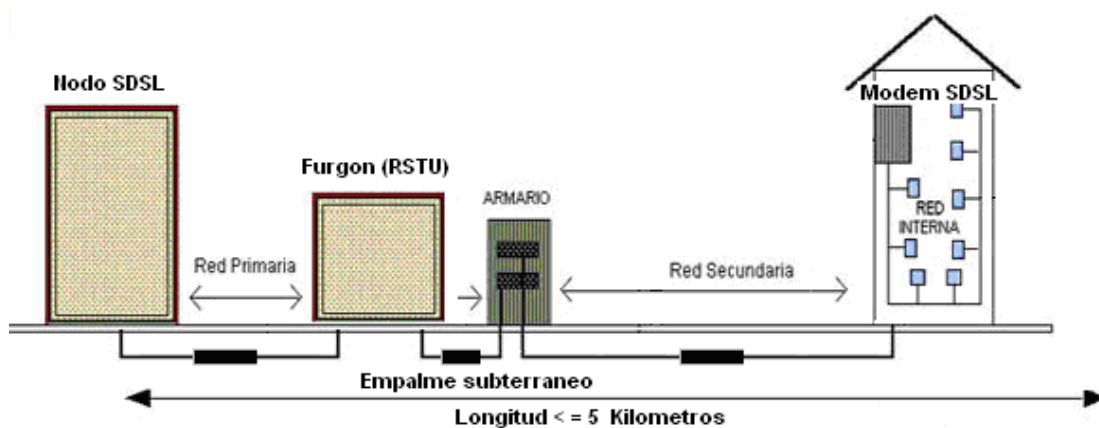


Figura 24. Escenario de red directa con furgón RSTU



2.3 CONVERGENCIA DE REDES

Tal como se analiza para el caso de todos los servicios de banda ancha, las tecnologías DSL dan la posibilidad de brindar productos y servicios avanzados con

gran ancho de banda, a costos mucho más bajos y con menores inversiones para las operadoras.

Entre estos servicios, podemos contar con video sobre demanda; integración de datos, voz, VoIP, fax; video conferencia, multimedia, redes de acceso de alta velocidad y nuevas generaciones de servicios con niveles de calidad de servicio muy superiores como se ilustra en la Figura 25 de la pagina siguiente.

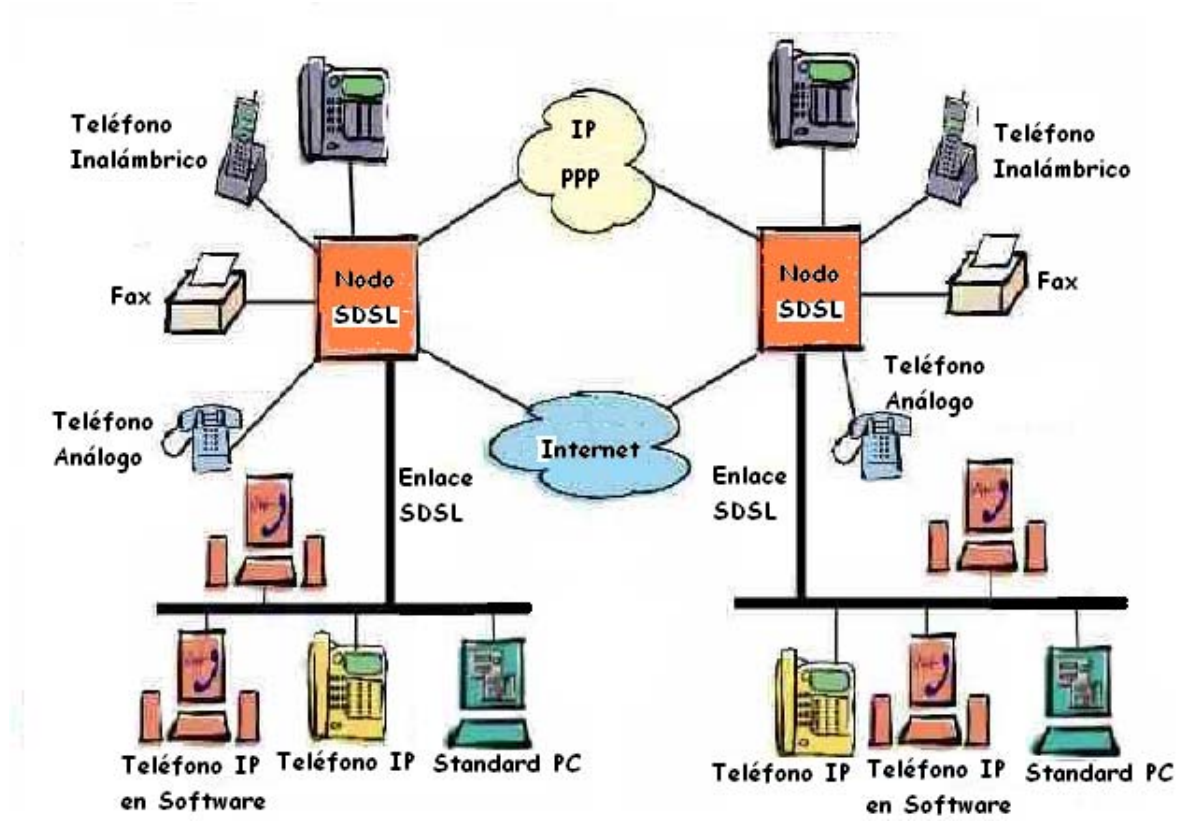
La convergencia en el ámbito de las telecomunicaciones no es más que transportar o transmitir la mayor cantidad de servicios y aplicaciones por la red con gran ancho de banda a altas velocidades, ya sea por medio del aire (radio frecuencias) o físico; como el cobre en las existentes redes telefónicas, cable coaxial, fibra óptica.

La convergencia es una consecuencia directa de la migración de redes hacia la alta velocidad, acompañado con la aparición de nuevos software de servicios informáticos y aplicaciones pesadas que requieren de gran ancho de banda para ser transportadas por las redes de telecomunicaciones. Con la aparición de la fibra óptica se creyó dar solución a esta demanda creciente, pero esta solución requiere de altas inversiones para cualquier usuario; a diferencia de las redes de cobre (redes telefónicas). Es así como la tecnología *XDSL* recobra su auge al proponer ventajas económicas sobre cualquier otro medio de transmisión de datos para banda ancha.

La tecnología SDSL es una respuesta eficiente a estas necesidades y de fácil acceso para casi cualquier usuario que desee obtener este servicio, solo basta con tener una línea telefónica que se encuentre dentro de los límites de alcance del hardware del proveedor de servicios de datos.

Es así como SDSL subsistirá en el mercado de las telecomunicaciones como tecnología sólida por mucho tiempo.

Figura 25. Convergencia



3. ANTECEDENTES DE XDSL

3.1 CUATRO TÉCNICAS PRINCIPALES

3.1.1 HDSL.

- Sistema de transmisión de trama SDSL.

3.1.2 ADSL.

3.1.3 VDSL.

3.2 CÓDIGOS DE LÍNEA

3.2.1 CAP.

3.2.2 DTM.

3.2.3 DWMT.

3.2.4 2B1Q.



3. ANTECEDENTES DE XDSL

3.1. CUATRO TÉCNICAS PRINCIPALES

Si bien como veremos seguidamente, la familia es mucho más amplia, existen cuatro técnicas básicas en lo que respecta a la tecnología DSL, diferenciada en sus prestaciones de velocidad y distancia máxima de los enlaces.

3.1.1 HDSL. Es una tecnología simétrica que permite la transmisión de tramas E1 y T1 al abonado sin repetidores. Es especialmente apto para con servidores WAN, LAN, etc. Esto es muy ventajoso para el entorno comercial, ya que permite brindar servicios de calidad a este tipo de clientes con una reducción significativa de costos, tanto para la operadora como para el abonado, que no se ve en la obligación de rentar un enlace especial exclusivo para acceder a este tipo de canales de comunicación. También se lo utiliza para aplicaciones de transporte de las empresas de telecomunicaciones y conectividad entre estaciones base de telefonía móvil. A principios de la década del 90, algunos proveedores, comenzaron a utilizar el código de línea 2B1Q como medio alternativo para hacer llegar las tramas E1 y T1. La técnica consistía en particionar el servicio de 1,544 Mbps en dos pares (4 hilos), cada uno con 784 Kbps. Con esta división se redujo el espectro de frecuencias necesario para la transmisión, permitiendo su uso a mayores distancias sin la necesidad de emplear repetidores.

En el caso de las tramas E1, inicialmente, eran necesarios tres pares (seis hilos) para alcanzar los 2,048 Mbps. Posteriormente, con el avance en el desarrollo de las tecnologías DSL, fue posible llevar a la trama E1 a condiciones similares a las de la T1.(Ver tabla 3); es decir, utilizando solamente dos pares de cobre sin repetidores.

Tabla 3. Característica tecnología HDSL

HDSL (Línea de Subscriptor Digital de Alta tasa Binaria)		
Distancias	Velocidades	Tipo de Cable
5.5 Km	1,544 Mbps Dúplex (4 hilos)	24 AWG
	2,048 Mbps (6 hilos)	

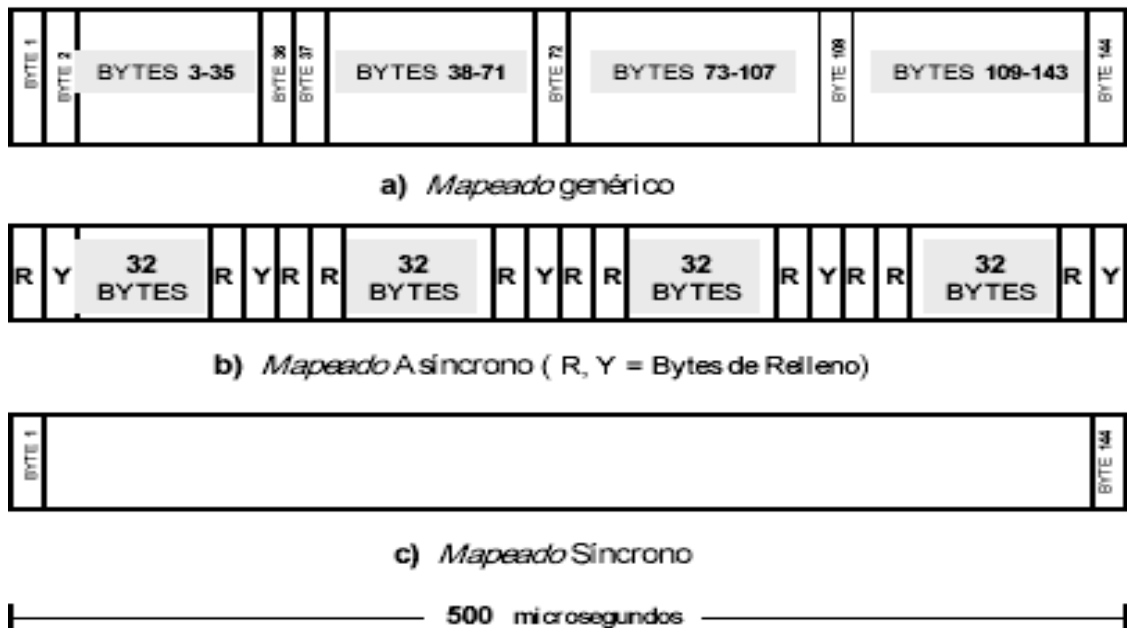
- **Estructura de Trama.** La función de *mapping* que representa la configuración de referencia del sistema HDSL inserta el flujo binario correspondiente a la aplicación transportada (acceso primario 30B+D de RDSI, nivel E1 plesiócrono) en tramas-*mapping* de 144 bytes.

Como se aprecia en la Figura 26, una trama *mapping* de 144 bytes soporta, por ejemplo, cuatro tramas E1 (de 32 bytes cada una). Las sucesivas tramas *mapping* (con 144 bytes y 500 microsegundos de duración cada una) generan un flujo continuo de 2.304 Kbps, el cual alimenta secuencialmente, byte a byte,

a una, dos, o tres tramas HDSL, según el sistema HDSL se soporte sobre, respectivamente, uno, dos o tres pares.

La trama HDSL tiene una duración nominal de 6 milisegundos, si bien su duración real será de $6 \pm \delta$ milisegundos, según incorpore o no los cuatro posibles bits de relleno, cuyo objeto es compensar eventuales desviaciones de velocidad bien entre ambos sentidos de transmisión y/o bien entre el sistema HDSL y la aplicación (acceso primario RDSI, E1,..) transportada.

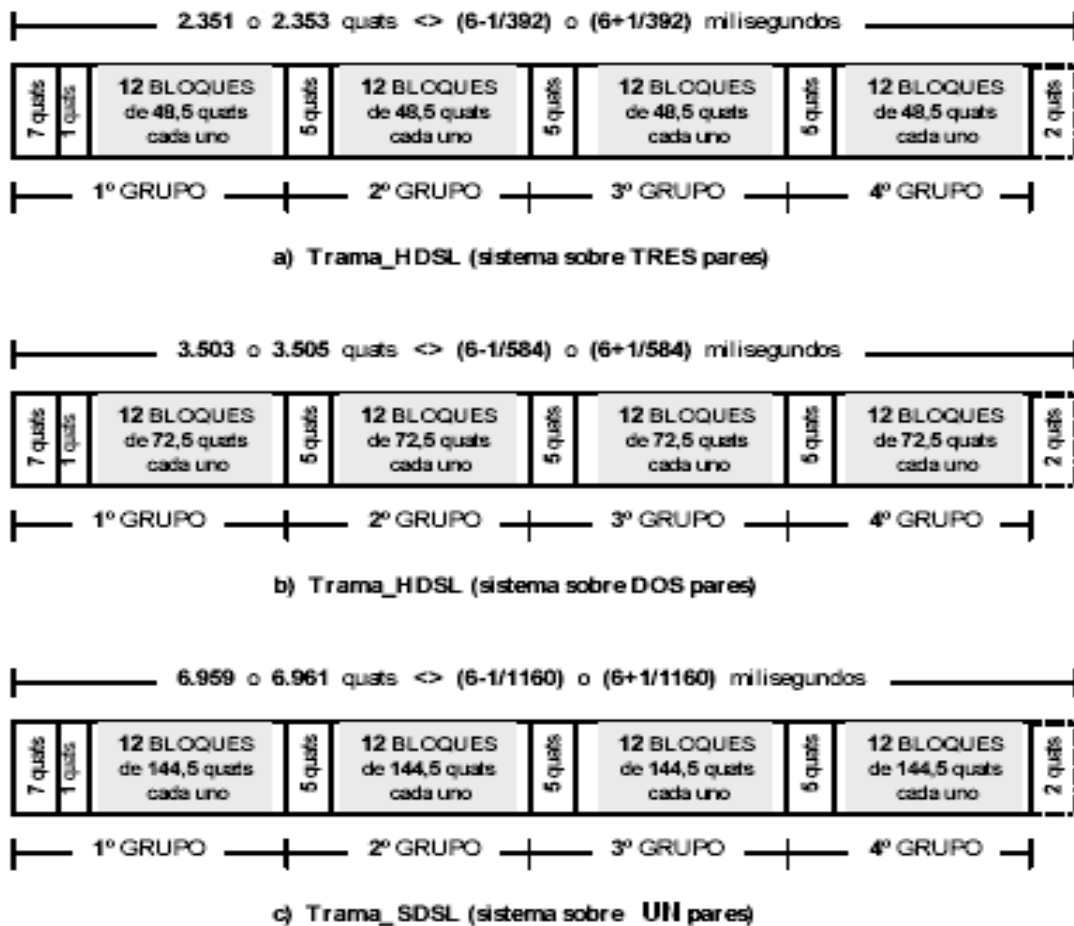
Figura 26. Trama-Mapping



Entre otras funciones, los 16 *quats* (“símbolo cuaternario”) (1+5+5+5) de cabecera de la trama HDSL transportan el EOC (“*Embedded Operations Channel*”), el CRC (“*Cyclic Redundancy Check*”).

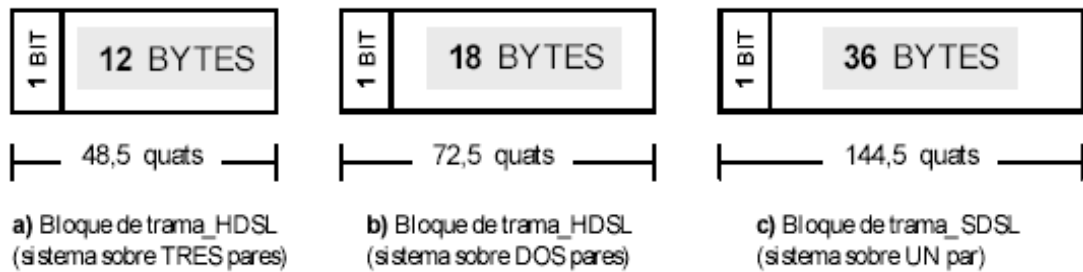
Por otra parte, los bloques de la trama HDSL, que transportan la carga útil de la misma, tienen una estructura similar, si bien su longitud difiere según el número de pares sobre los que se soporta el sistema HDSL como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Estructura de la trama HDSL.



Cada bloque comienza con un bit (0,5 quats) de cabecera, a la que siguen 12, 18 o 36 bytes de carga útil como se observa en la Figura 28, según el sistema HDSL se soporte sobre, respectivamente, tres, dos o un par.

Figura 28. Bloques para carga útil trama HDSL



Entre otras funciones, el bit de cabecera de los bloques Zi, informa sobre el par (caso de sistemas sobre tres o dos pares) que transporta la trama HDSL a la que pertenecen los bloques en cuestión.

- **SDSL.** Es muy similar a la tecnología HDSL, ya que soporta transmisiones simétricas, pero con dos particularidades: utiliza un solo par de cobre y tiene un alcance máximo de 5.500 metros. Dentro de esta distancia será posible mantener una velocidad similar a HDSL. Esta tecnología provee el mismo ancho de banda en ambas direcciones, tanto para subir y bajar datos; es decir que independientemente de que se esté cargando o descargando información de la Web, se tiene el mismo rendimiento de excelente calidad. SDSL brinda velocidades de transmisión entre un rango de T1/E1, de hasta 1,5 Mbps, y a una distancia máxima de 3.700 a 5.500 m desde la oficina central, a través de un único par de cables (Ver Tabla 4).

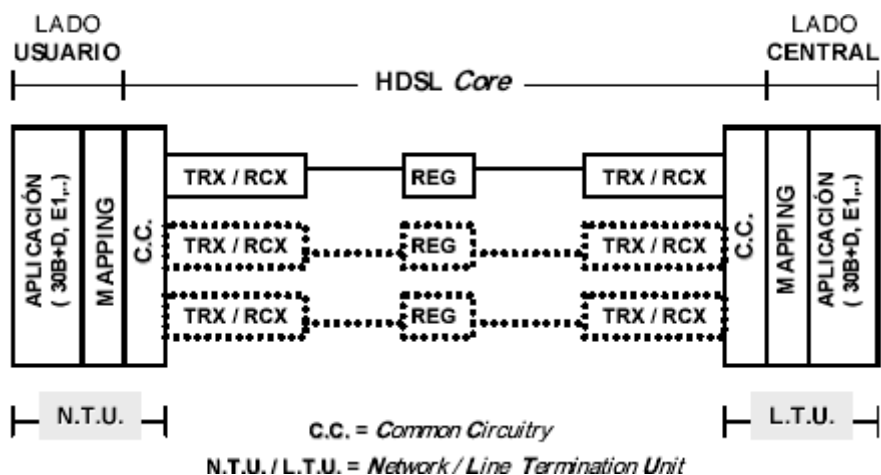
Este tipo de conexión es ideal para las empresas pequeñas y medianas que necesitan un medio eficaz para subir y bajar archivos a la Web. La tecnología SDSL subsiste en el medio como una de las alternativas más económicas desde el punto de vista costo / beneficio.

Tabla 4. Características tecnología SDSL

SDSL (Línea de Subscriptor Digital Simétrica)		
Distancias	Velocidades	Tipo de Cable
5,5 Km	1,544 Mbps Dúplex (2 hilos)	24 AWG
	2,048 Mbps Dúplex (2 hilos)	

De acuerdo con el documento ETSI TS 101 135, que normaliza el sistema HDSL, la configuración de referencia del mismo se refleja en la Figura 29 de la siguiente pagina.

Figura 29. Configuración de referencia



Como se aprecia en esta Figura, el sistema_HDSL puede ser soportado sobre uno, dos o tres pares metálicos simétricos (bucles de abonado), admitiéndose tanto una instalación parcial del mismo (sistema sobre tres pares, por ejemplo, equipando únicamente uno o dos de ellos) como un uso fraccional del sistema (aprovechando sólo una parte de la carga útil o *payload*).

Como es usual en las tecnologías XDSL, los pares metálicos han de ser simétricos, trenzados o no, y sin bobinas de carga (a fin de permitir el uso de altas frecuencias).

Los códigos de línea normalizados en el ETSI TS 101 135 son el 2B1Q (*two Binary one Quaternary*) y el CAP (*Carrier less Amplitude Phase modulation*).
Alguna de las características para la codificación de línea en la transmisión de

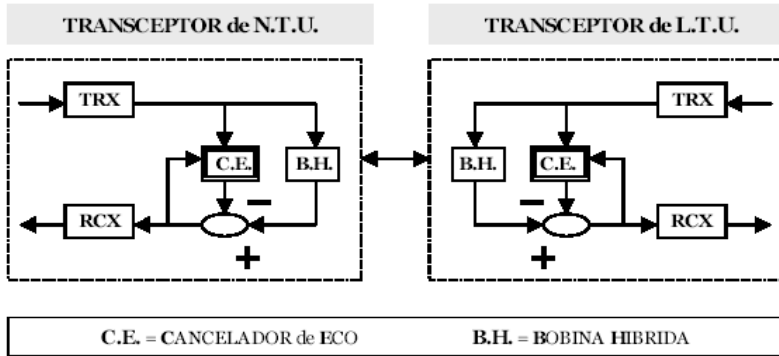
datos por tecnología XDSL simétrica a través de uno, dos o tres pares. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Codificación de línea

NUMERO PARES	REGIMEN BINARIO POR PAR	2B1Q V. MODULACION (Baudios)	CAPACIDAD TOTAL EFECTIVA ⁴⁹
1	2.320 Kbps	1.160 ± 32 ppm	2.048 Kbps
2	1.168 Kbps	584 ± 32 ppm	2.048 Kbps
3	784 Kbps	392 ± 32 ppm	2.048 Kbps

- **Sistema de Transmisión Trama SDSL.** Independientemente del número de pares (tres, dos o uno) que soportan el sistema HDSL, la transmisión por cada par es de tipo bidireccional (*duplex*), merced a la utilización tanto de bobinas híbridas como de canceladores de eco, tal y como se ilustra en la Figura 30. La velocidad de modulación del sistema SDSL soportado por un solo par es de 1.160 Kbaudios ± 32 ppm.

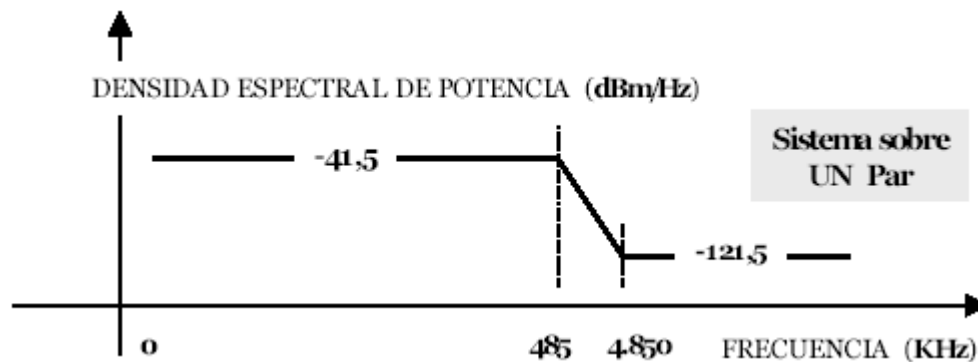
Figura 30. Transmisión bidireccional



Después de la formación de la trama HDSL, ésta se somete a un proceso de aleatorización, cuya finalidad es obtener un espectro uniforme “blanqueado”, denso y limitado, evitando así su concentración en rayas espectrales periódicas, que favorecería la aparición de interferencia entre símbolos (IES).

El proceso de aleatorización en cuestión se somete la totalidad de la trama HDSL, a excepción de los 14 primeros bits (*7 quats*) que constituyen la palabra de sincronización de trama, a fin de preservar la funcionalidad de la misma. La potencia media del sistema HDSL debe situarse entre -13 dBm y -14 dBm, extendiéndose sobre una banda comprendida entre 0 Hz y 2.320 KHz para sobre un par. Ver figura 31.

Figura 31. Sistema SDSL: densidad espectral de potencia



3.1.2 ADSL. Esta Tecnología se basa en el aprovechamiento del hecho que es posible transmitir a mayores distancias desde la oficina central hacia el abonado que en el sentido opuesto. Esto es debido a un efecto de la diafonía que es mayor en el lado de la central que sobre el otro extremo del par de cobre, del lado del abonado. El empleo de esta técnica asimétrica, permite dividir el enlace telefónico común en tres canales de información: uno descendente, otro ascendente dúplex y el propio telefónico. Éste último, se separa del módem digital mediante filtros “Splitters”, que garantizan su funcionamiento ante cualquier fallo del mismo.

Con ADSL se pueden crear múltiples subcanales, dividiendo el ancho de banda disponible mediante las técnicas de multiplexación por división en frecuencia y de división en el tiempo, complementadas con la de cancelación de eco para evitar interferencias. Con FDM se asigna una banda para el canal descendente (downstream) y otra para el ascendente (upstream) y éstas después se dividen en subcanales de alta velocidad mediante TDM. Con todo esto, lo que se logra es

hacer posible al abonado domiciliario o SOHO, el acceso a información que necesita gran ancho de banda, como el video digital comprimido, servicios de video conferencia, etc., a través del mismo par telefónico por el que recibe su servicio de telefonía básica.

Las longitudes alcanzables por el lazo de abonado son una función de las velocidades de transmisión y van desde los 5,5 Km a 1,544 Mbps a los 2,7 Km a velocidades de 8 Mbps sobre cables de 0,5 mm de espesor. Ver tabla 6. Se debe recordar en este punto, que a diferencia de los módems convencionales, es necesario colocar dos por cada una de las líneas de los usuarios; es decir, que es un servicio que las operadoras brindan “on demand”, instalando un módem en el usuario y otro en la oficina central para cada uno de los enlaces de última milla que se quieren habilitar con ADSL.

Tabla 6. Característica tecnología ADSL

ADSL (Línea de Subscriptor Asimétrico Digital)		
Distancias	Velocidades	
	Upstream	Downstream
5,5 Km	16 Kbps	1,544 Mbps
4,8 Km	224 Kbps	2,048 Mbps
3,6 Km	432 Kbps	6,3 Mbps
2,7 Km	640 Kbps	8,0 Mbps

3.1.3 VDSL. Es la tecnología XDSL más rápida, soporta una velocidad de red a abonado de hasta 53 Mbps y de abonado a red de hasta 6,4 Mbps sobre un único par de cobre (en la modalidad simétrica hasta 34 Mbps). La distancia máxima operativa es de 0.3 Km a 51.84 Mbps como se define en la Tabla 7. Como futuras aplicaciones de VDSL Figuran las mismas que ADSL más HDTV (TV de alta definición).

Fue diseñado para complementarse con redes ATM o de fibra óptica. También estas velocidades varían en función de la distancia a la que se encuentra el abonado remoto, en el otro extremo de la última milla. La muy alta velocidad, evidentemente sacrifica de manera considerable las distancias a las que puede ser instalado respecto de la central o respecto del DSLAM. Por ello, sería más apto para el uso en aquellos casos en que el DSLAM se instala fuera de la Central, en un punto intermedio de la red de abonados, concentrando allí servicios DSL que son luego transmitidos a través de enlaces de Banda Ancha, por ejemplo fibra óptica, FR ó ATM a la Central Telefónica.

El ancho de banda y la velocidad de transmisión disponibles son igualmente suficientes para suministrar varios servicios en forma simultánea en una misma terminación de abonado, como por ejemplo video, con una Ethernet y otros servicios de transmisión de datos.

Tabla 7. Característica tecnología VDSL

VDSL (Línea de Subscriptor Digital de Muy Alta tasa Binaria)		
DISTANCIAS	VELOCIDADES	
	Upstream	Downstream
1,35 Km.	1,5 Mbps	12,96 Mbps
0,9 Km.	1,9 Mbps	35,82 Mbps
300 Mts.	2,3 Mbps	51,84 Mbps

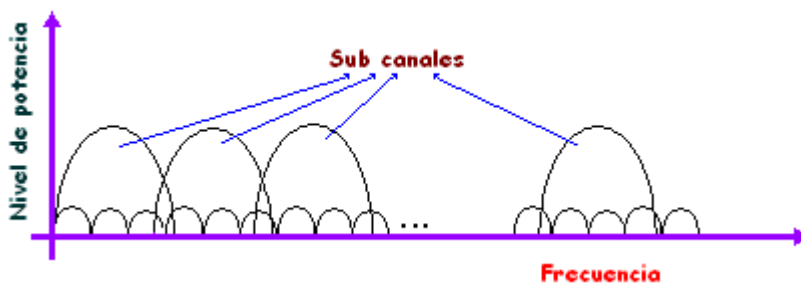
3.2 CÓDIGOS DE LÍNEA

XDSL emplea algoritmos de codificación de línea avanzados, para dividir efectivamente el espectro entre voz y datos. Las técnicas de modulación usadas actualmente para XDSL son: CAP, DMT, DWMT y 2B1Q.

3.2.1 CAP. La modulación CAP está basada en modulación en amplitud en cuadratura QAM y trabaja muy similar a QAM. Un receptor QAM necesita una señal de entrada con las mismas relaciones espectro y fase como la señal transmitida. Las líneas telefónicas regulares no garantizan esta calidad de envío y una implementación QAM para el uso con XDSL tiene que incluir ecualizadores adaptativos que puedan medir las características de la línea y ejecutar compensación para la distorsión introducida en el par trenzado. CAP fue desarrollada por AT&T. CAP parece ser más eficiente comparada a QAM con implementación digital.

3.2.2 DTM. Discrete Multitone, es un sistema multiportador que utiliza Transformada Discreta de Fourier para crear y demodular portadoras individuales. Este código de línea divide el ancho de banda disponible en unidades más pequeñas como se muestra en la Figura 32. Estas bandas individuales son probadas para determinar si pueden ser utilizadas para transmitir información. Este esquema es ventajoso debido al amplio rango de características de líneas que pueden ser encontradas en la instalación existente de cables de par trenzado. Cada instalación puede presentar diferencias en la calidad y longitud de la línea e interferencia como hablado cruzado (crosstalk), y los radios AM y HAM pueden afectar la señal de estas líneas. DMT supera este problema utilizando estas partes del espectro que ofrece menos atenuación e interferencia.

Figura 32. Espectro multitono discreto

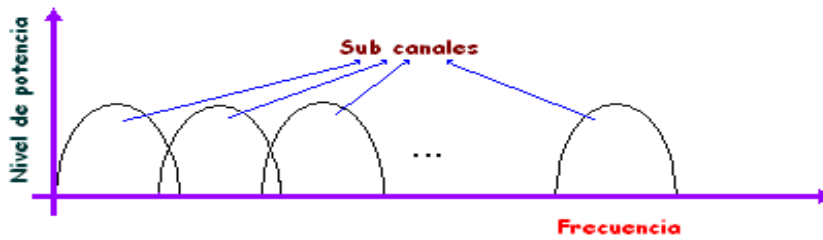


La línea es probada para determinar cuáles bandas de frecuencia están disponibles y cuántos bits pueden ser transmitidos por unidad de ancho de banda. Los bits son decodificados en el transmisor y luego pasados a un conversor D/A. En la recepción final, la señal es procesada para decodificar la cadena de bits

entrante. ADSL también utiliza este código de línea, y divide el canal de flujo "hacia abajo" en 256 tonos de 4 KHz de ancho de banda y el "flujo hacia arriba" en 32 subcanales. Cada subcanal puede portar un número diferente de bits dependiendo de la calidad del subcanal. DMT puede operar en modos de rango fijo o adaptativo, por ejemplo, puede utilizar un rango de datos constante o puede modificar el rango de datos durante operación como una respuesta a las características de la línea. Sin embargo, el DMT sufre del aislamiento del subcanal. El uso de las transformadas de fourier introduce armónicos adicionales que no portan la información. El DWMT ataca este problema.

3.2.3 DWMT. El esquema de decodificación DWMT está basado en la misma idea del DMT, esto es, dividir el canal en subcanales para hacer uso de las secciones del espectro de la frecuencia que no son afectados por interferencia. Mientras que DMT usa transformadas rápidas de Fourier para decodificar los bits en cada subcanal, el DWMT utiliza transformadas wavelet (algoritmo para descomponer una señal en elementos más simples). El uso de la transformada de fourier digital para decodificar bits en el algoritmo DMT genera armónicos con el arco principal del receptor. Sin embargo, la transformada wavelet produce armónicos de energía más bajo Ver Figura 33 de la pagina siguiente. Lo cual hace de esto una tarea más simple para detectar la señal decodificada en la recepción.

Figura 33. Espectro multitono discreto *wavelet*



La relación señal a ruido SNR realizada con DWMT puede estar en el orden de 43 dB, mientras que DMT tiene una SNR de alrededor de 13 dB. Con DWMT, la mayoría de la energía está contenida en los subcanales actuales y no es perdida en los armónicos adicionales que resultan de la operación de transformada.

3.2.4 2B1Q. Es un código desarrollado a fines de los ochenta, que duplicó la eficiencia del antiguo código AMI, enviando dos bits de información por cada baudio o ciclo de una forma de onda analógica, y fue denominado Two Binary One Quaternary. La implementación de este código en la RDSI, utiliza un rango de frecuencias de 0 a 80 KHz. Como resultado de esto, se redujo la atenuación y se pudieron alcanzar distancias de 5,4 Km. en el loop de abonado a velocidades muy altas para esa época.

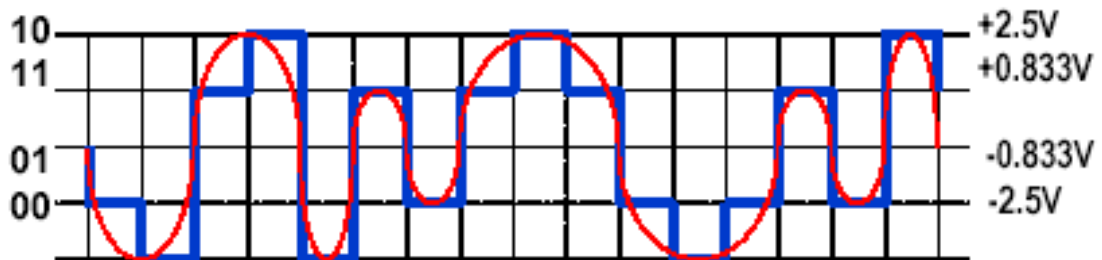
Una secuencia de dos bits se transmite como un pulso de señal de cuatro niveles. 2B1Q es un tipo de codificación de línea, en la cual, pares de bits binarios son

codificados de 1 a 4 niveles para la transmisión (por tanto 2 binarios ,1 cuaternario) Ver Tabla 8.

Tabla 8. Codificación de línea 2B1Q

Primer BIT	Segundo BIT	SIMBOLO CUATERNARIO (quats)	NIVEL de PICO ⁴⁹
1	0	+3	2.5 voltios
1	1	+1	0.8333 voltios
0	1	-1	- 0.8333 voltios
0	0	-3	- 2.5 voltios

Figura 34. Valores de nivel pico 2B1Q configuración de un solo par.



4. FACTORES DE DESEMPEÑO EN LAS REDES

4.1 CARACTERÍSTICAS LAS LÍNEAS BIFILARES

4.1.1 Parámetros primarios.

4.1.2 Definición de fenómenos que afectan la transmisión SDSL.

- **Perdidas por inserción (ATENUACIÓN).**
- **Ruido de fondo.**
 - **NEXT and CROSSTALK: atenuación paradiafónica.**
 - **PS NEXT and CROSSTALK: atenuación paradiafónica acumulada.**
 - **Ruido impulsivo.**
- **Distorsión.**
- **Distorsión lineal.**
- **Distorsión no lineal.**

4.2 STANDARD DE REFERENCIA PARA SDSL

4.3 MEDICIONES PRÁCTICAS

4.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVOS DE PARES

4. FACTORES DESEMPEÑO EN LAS REDES

4.1 CARÁCTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS BIFILARES

Las líneas bifilares que constituyen los cables telefónicos multipares están dotados de ciertas características eléctricas, con el objeto de transportar con la menor pérdida de energía posible, las señales de transmisión necesarias para una buena comunicación. Estas características se componen de los siguientes parámetros.

- **Resistencia del conductor.** Depende del diámetro del conductor, del material del cual está compuesto, de la distancia del conductor y de la temperatura.
- **Desequilibrio resistivo y capacitivo.** Depende de la diferencia que puedan tener los conductores en su configuración simétrica.
- **Resistencia de aislamiento.** Depende del tipo de aislante que separan los conductores entre si y entre la capa metálica de protección y del tipo de material aislante. Se mide con la aplicación de corriente continua.
- **Rigidez dieléctrica.** Depende del tipo de aislante que exista entre los pares, la separación entre los pares, la concentricidad y calidad del aislante.
- **Capacidad mutua.** Depende del diámetro del conductor, del tipo de aislamiento y de la separación entre conductores (distancia interaxial).

- **Inductancia.** Depende del flujo electromagnético generado por la corriente que circula por el conductor, del diámetro del conductor, del torcido del par y de la distancia entre conductores.
- **Conductancia.** Depende del grado de aislación que existe entre los conductores y la superficie de contacto entre ellos. Su unidad es el siemens. Este parámetro está determinado con aplicación de corriente alterna.
- **Diafonía.** Depende del equilibrio simétrico que deben tener los pares del cable en su construcción, y fundamentalmente, del pareado.
- **Atenuación.** Depende de la Impedancia característica de la línea, la capacidad mutua y la frecuencia aplicada. Una impedancia característica (Z_0) de 132,3 Ω y de 118,3 Ω para calibres de $\varphi=0.405$ mms y $\varphi=0.51$ mms respectivamente. La atenuación vendrá expresada en Neperios/Km (1 Neperio = 8,7 dB).
- **Protección contra interferencias externas.** Depende fundamentalmente del blindaje de los cables, los que deben ser siempre continuos y unidos a una tierra común. (Pantalla de aluminio) características mecánicas de la capa protectora.
 - Impermeabilidad.
 - Flexibilidad.
 - Dureza.
 - Resistencia a la intemperie.

- Resistencia a los agentes químicos.
- Resistencia a los golpes.

De acuerdo a las propiedades geométrica y eléctricas en su construcción, los pares telefónicos se comportan, con el paso de la corriente eléctrica, como un conjunto de resistencias y reactancia conectadas en serie y en paralelo con la línea. Estos componentes se conocen con el nombre de parámetros primarios de ellos en forma separada.

4.1.1 Parámetros primarios. La resistencia de loop, capacitancia, aislamiento y longitud se consideran parámetros fijos. La variación de la resistencia con la temperatura y de la capacitancia con la humedad, no son tomadas en cuenta en la mayoría de los casos. De todas maneras, estos son solo parámetros de referencia.

Los valores C y R loop se utilizan para cosas más prácticas, como estimar la longitud del cable. Estas longitudes (LC y LR) deben ser comparables y pueden ser aplicadas de la siguiente manera.

- Limitar el rango de búsqueda del TDR(ecómetro), para un análisis más rápido y detallado.
- Poder diferenciar entre una bobina de carga y el final del cable (con un TDR).

- Si la longitud obtenida con C es significativamente mayor que la obtenida con R Loop, es muy posible que existan derivaciones (múltiples) en la línea. La longitud del múltiple (o suma de múltiples) sería equivalente a la diferencia entre las dos distancias (LC-LR).

Es importante anotar que los multímetros digitales para planta externa son diferentes a los multímetros para aplicaciones en electrónica. Estos últimos están diseñados para medir resistencias confinadas o concentradas en áreas relativamente pequeñas y para esto utilizan voltajes muy bajos. En el caso de los cables de planta externa, la resistencia está distribuida en distancias muy grandes y con voltaje/ruido inducidos. Por esta razón, los multímetros diseñados para planta externa, deben hacer la medida con voltajes relativamente altos (de decenas a cientos de voltios, dependiendo de la aplicación).

Algunos utilizan voltajes muy altos (más de 250V hasta 500V) para aplicaciones que requieren medir mayor aislamiento.

- **Desequilibrio resistivo (DR).** Otra condición necesaria, para el buen funcionamiento de una línea de transmisión, es lo referente al desequilibrio resistivo. Esto significa que la diferencia de resistencia entre la línea A y la línea B del par no sea mayor al 2 por ciento del loop, y en ningún caso mayor

de 17W. Se define como desequilibrio resistivo a la diferencia de resistencia entre la línea "A" y la línea "B" del mismo par, la cual no puede ser superior al 2% del loop.

- **Resistencia de aislamiento.** Dentro de los parámetros primarios de una línea de transmisión la resistencia de aislamiento corresponde al inverso de la conductancia en corriente alterna, y se reconoce por la letra " G " que corresponde al valor recíproco de la resistencia de aislamiento.

$$G = \frac{1}{R_a} = \text{Mho}$$

R_a = Corresponde a la resistencia de aislamiento, expresada en $M\Omega$, y medido en corriente continua.

G = Conductancia expresada en mho o siemens, medida en corriente alterna.

Para determinar la conductancia en corriente alterna se aplica la siguiente expresión:

$$G = 2 p \times f \times C \times C_p = \text{mho o siemens}$$

Donde

p = Constante 3,1416

f = Frecuencia en Hz.

C = Capacidad mutua del par en Faradios.

Cp = Coeficiente de permeabilidad del aislante (0,0005).

La resistencia de aislamiento depende del material aislante con que están separados los pares entre si y de su capa de protección aislante. Esta resistencia es medida en $M\Omega$, aplicando una tensión continua de 500 volts por el tiempo de 1 minuto. Si hacemos una comparación entre la resistencia de loop del par y la resistencia de aislamiento entre los pares, podemos decir que la resistencia de loop del par," es la suma de las infinitas resistencias conectadas en serie en un circuito cerrado, y la resistencia de aislamiento, es la suma de las infinitas resistencias conectadas en paralelo entre la línea en prueba y todas las demás líneas conectadas entre si y unidas a tierra en un circuito abierto."

Esto significa, que la resistencia de loop, es directamente proporcional a la longitud del par, y la resistencia de aislamiento, es inversamente proporcional a la longitud del par.

Se define como resistencia de aislamiento a la suma de las infinitas resistencias conectadas en paralelo entre la línea en prueba y todas las demás líneas conectadas entre sí y unidas a la tierra en un circuito abierto.

La práctica en la construcción de un cable telefónico nos ha indicado, que el parámetro de resistencia de aislamiento es tal vez el más complejo de medir y de localizar, en caso de fallas de esta naturaleza, por tanto deberán ser tomadas todas las precauciones necesarias con el fin de evitar los problemas de bajo aislamiento al construirse un cable.

Para entender con mayor claridad el concepto de resistencia de aislamiento, se debe señalar que para transmitir una señal desde un punto a otro, es necesario que la pérdida de corriente de fuga entre los conductores, sea la menor posible, esto significa que mientras exista más superficie de contacto y más humedad entre los pares, habrá mayor pérdida de corriente de fuga, en consecuencia, menor resistencia de aislamiento, lo que lógicamente disminuye la posibilidad de una buena transmisión de señal.

Por otra parte, se debe puntualizar que las medidas de resistencia de aislamiento se hacen generalmente a cada ciertos tramos de cables, los que serán unidos posteriormente con diferentes valores de resistencia de aislamiento. Por tanto, para determinar el resultado final de la resistencia de aislamiento del cable, será necesario realizar la operación de cálculo como si fueran resistencias conectadas en paralelo con los diferentes valores en cada tramo.

Las mediciones de aislamiento de los cables se realizan con un instrumento de medición llamado *Megger*, el cual tiene la propiedad de medir altas resistencias. Generalmente el rango de medición de este tipo de instrumento fluctúa entre: 1Ω y $29.9\text{ G}\Omega$. Ver Figura 35 de la siguiente pagina.

Figura 35. Equipo de medición Megger



Las especificaciones técnicas de los fabricantes garantizan que la resistencia de aislamiento de un conductor, contra todos los demás conductores y el blindaje, no debe ser menor a 5.000 Mohms/Km para los cables con aislamiento de papel y de 15.000Mohms/Km. para los cables con aislación de polietileno, aplicando una tensión continua de 500 volts por un minuto. Ver Figura 36 de la pagina siguiente.

Figura 36. Cable con aislamiento de papel



Sin embargo estas especificaciones son determinadas solamente por los fabricantes de cables, dado que las diferentes compañías de telecomunicaciones, que construyen las redes telefónicas, exigen valores menores para la resistencia de aislación, generalmente del orden de los 2000 $M\Omega$ /Km. para los pares con aislación en papel y de 5.000 $M\Omega$ /Km. para los pares con aislación de polietileno (la norma CTC establece 2000 $M\Omega$ /Km. para cables con aislación de polietileno y de 800 $M\Omega$ /Km. para cables con aislación de papel).

Para realizar las mediciones de resistencia de aislación, los pares deberán estar aislados entre sí en el extremo distante del cable, siendo cortocircuitados todos entre sí y conectados al blindaje, en el extremo donde se realizarán las mediciones.

Solamente la línea que será medida deberá estar conectada al terminal de prueba del instrumento. La otra línea del instrumento estará conectada a la tierra conjuntamente con el resto de los pares del cable en prueba. Siendo éste el procedimiento descrito el más tradicional, se requiere de un tiempo bastante prolongado en la realización de las pruebas. Es por esta razón que algunas compañías constructoras de redes, han optado por otro sistema, que aún no siendo cien por ciento seguro, es más rápido dado que se pueden probar varias líneas de una sola vez. Esto permite tener una idea general del estado de aislamiento del cable en forma rápida.

Previo de explicar la forma práctica de ejecutar las pruebas, se dará a conocer las precauciones que deberán ser tomadas con el instrumento antes de realizar las mediciones.

Precauciones para medir de resistencia de aislamiento.

- Verificar el estado de las baterías y voltaje de salida del instrumento (500vcc).
- Calibrar el instrumento en el punto infinito, antes de conectar los terminales de prueba.

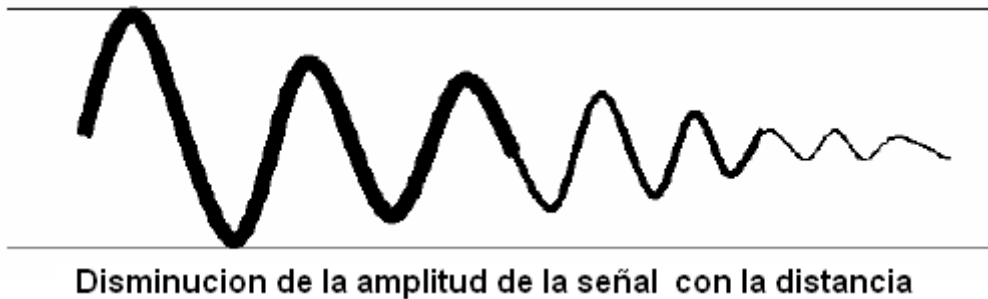
- Conectar los terminales de prueba y medir el aislamiento ellos. Si el aislamiento es menor que la requerida para medir los pares, deberán ser cambiados.
- Verificar el punto o del instrumento y la continuidad de los terminales de prueba. Esto se realiza poniendo el instrumento en la escala menor y haciendo un corto circuito al instante entre los terminales.

4.1.2 Definición de fenómenos que afectan la transmisión SDSL.

- **Pérdidas de inserción (ATENUACIÓN).** A parte de las fallas en el cable (cortos, abiertos, etc.), los XDSL son muy afectados por el ruido (principalmente *crosstalk* de otros servicios) y por la características de atenuación del cable. En general, la característica de atenuación en todo el ancho de banda es una medida excelente, porque resume o contiene los efectos causados por cada uno de los parámetros individuales.

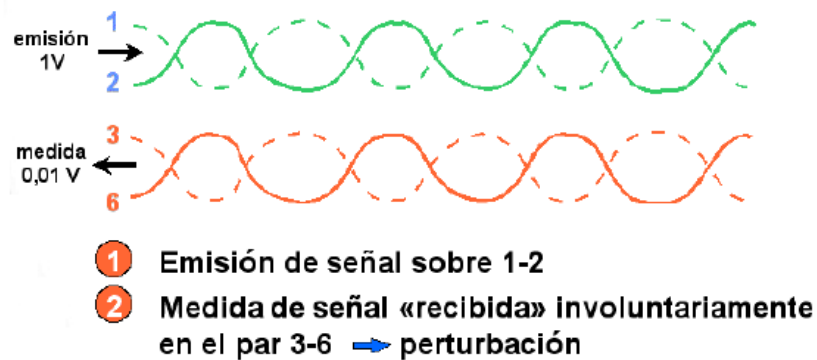
La atenuación se presenta como la perdida de la amplitud de la seña a través de las líneas y equipos de transmisión (dB/Km), medida par por par a diferentes frecuencias. Ver Figura 37 de la pagina siguiente.

Figura 37. Fenómeno de atenuación



- **Ruido de fondo.** Uno de los parámetros claves para detectar problemas en la línea es el análisis de ruido de fondo, en banda ancha, realizado con un analizador de espectros. De esta forma es posible identificar interferentes internos (*crosstalk*) y externos (AM).
- **NEXT and CROSSTALK: atenuación paradiafónica.** Capacidad de resistir una perturbación “involuntaria” provocada por un par sobre otro par, medida por cada par al mismo lado del cable como se muestra en la Figura 38 de la pagina siguiente, a diferentes frecuencias según la clase considerada.

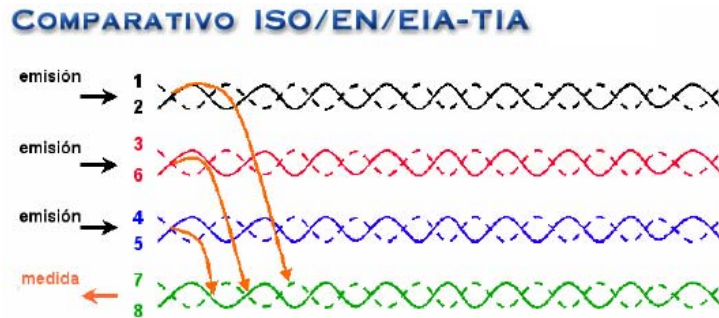
Figura 38. Atenuación paradiafónica



El NEXT (Near End CrossTalk) es definitivamente un parámetro que afecta los servicios SDSL, en general, en cuanto en el lado de la central se concentran múltiples servicios digitales que transmiten con potencias relativamente altas. Cada servicio que se agrega a un cable, es una potencial fuente de ruido. Sin embargo, hay que tener en cuenta que aunque el interferente puede reflejarse con un alto nivel de ruido, la señal a transmitir también será transmitida con una potencia alta, haciendo que el efecto no sea tan grave, en cuanto se logra una buena relación señal/ruido.

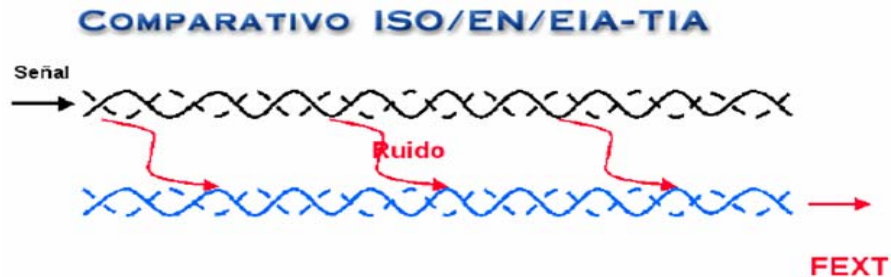
- **PS NEXT and CROSSTALK: atenuación paradiafónica acumulada.** Es el total de energía NEXT que pasa a un par desde todos los adyacentes que en ese momento se encuentren transmitiendo a altas frecuencias como se muestra en la Figura 39. Si el cable tiene solo dos pares de conductores PS-NEXT coincide con NEXT.

Figura 39. Atenuación paradiafónica acumulada



Interferencia en un transmisor en el extremo cercano, a un par vecino medido en el extremo lejano. En (db). Ver Figura 40 de la siguiente pagina.

Figura 40. FEXT o telediafonía



Normalmente, el problema más grave de ruido es el de tipo FEXT (Far End CrossTalk), visto desde el punto de vista del usuario. Es decir, la señal upstream del usuario llega atenuada a la central, donde va a competir con el crosstalk generado localmente y la relación señal/ruido va a ser mas baja.

De todas maneras, esto no es nuevo y todos los sistemas DSL han sido desarrollados con esto en mente. Es por esta razón que las señales upstream del ADSL se encuentran a bajas frecuencias, donde la atenuación es mucho menor.

Por último, la experiencia ha mostrado que el ruido más dañino no se produce por crosstalk, sino en las largas acometidas aéreas con cable plano, donde el ruido inducido por las emisoras de AM y HF alcanza niveles muy altos, siendo agravado por el hecho de estar cerca al suscriptor, donde la señal ADSL que viene de la central ya se ha atenuado, resultando en márgenes de señal / ruido muy bajos. Esto no es gran problema para SDSL o ISDN, porque son de frecuencias más bajas. En algunos casos será necesario reemplazar la acometida del suscriptor por par trenzado y/o acometida subterránea o por ductería.

- **Ruido impulsivo.** Tener un contador de eventos de ruido impulsivo, es de gran ayuda para identificar problemas intermitentes. Para una medida más segura, se debe conocer el nivel del ruido de fondo, para programar el nivel de referencia (umbral o *Threshold*). El umbral debe estar por encima del pico de ruido medido.
- **Distorsión.** La distorsión consiste en la alteración de la señal emitida debida a la no idealidad del sistema de transmisión. Tiene carácter

determinista (a diferencia del ruido que es aleatorio) y puede, por tanto, ser evaluada y minimizada. Se divide en dos tipos muy diferenciados que son la distorsión lineal y la no lineal.

- **Distorsión Lineal.** Cuando transmitimos una señal es lógico esperar que al recibirla vamos a tener una cierta atenuación y un retardo asociado al tiempo de propagación (que será diferente para cada frecuencia, ya que la distancia será la misma y al ser la longitud de onda diferente, el retardo será distinto). Por tanto, un canal ideal tendrá una respuesta en frecuencia del tipo siguiente.

$$H(f) = Ke^{-j\omega t}$$

Existirá distorsión lineal cuando k ó $\hat{\omega}$ no sean constantes y dependan de la frecuencia. Si k no es constante se dirá que existe distorsión lineal de amplitud, y si $\hat{\omega}$ no es constante se dirá que existe distorsión lineal de fase.

En la práctica se considera imposible que un medio de transmisión tenga una respuesta plana en frecuencia para todas las frecuencias, por lo que se utiliza sólo en el margen de frecuencias en que la distorsión lineal sea aceptable, definiéndose de esta forma el ancho de banda del medio de transmisión o del dispositivo que estemos evaluando (por ejemplo, un amplificador). Si se desea utilizar más ancho de banda de los elementos del sistema del que sería recomendable para evitar la distorsión lineal, se tendrá que compensar a la

salida la distorsión introducida mediante un filtro cuya respuesta en frecuencia sea la inversa de la del canal. A este filtro se le denominada igualador o ecualizador. Su respuesta sería la siguiente.

$$I(f) = H^{-1}(f) = \frac{ae^{j\omega t(f)}}{k(f)}$$

Este filtro puede compensar, además de la distorsión lineal, el retardo introducido por cada frecuencia y la atenuación del canal, por lo que suele utilizarse aunque no exista distorsión lineal.

- **Distorsión no Lineal.** La distorsión no lineal es aquella que no puede modelarse mediante un filtro, sino que genera frecuencias diferentes de las existentes a la entrada. Este tipo de distorsión se suele modelar mediante una aproximación polinómica del tipo:

$$y(t) = a_0 + a_1x(t) + a_2x^2(t) + \dots$$

Donde $y(t)$ es la salida del dispositivo y $x(t)$ es la entrada. Si se calcula la respuesta en frecuencia $Y(f)$, se obtiene la siguiente expresión.

$$y(f) = a_0 + a_1x(f) + a_2(x(f) * x(f)) + \dots$$

Las convoluciones del espectro de $X(f)$ hacen que aparezcan nuevas frecuencias. Para evaluar la distorsión no lineal de un dispositivo (o de un sistema completo) se introduce un tono y se observa su salida. De esta forma se independiza el estudio de la distorsión no lineal respecto al de la lineal (que se estudiaría introduciendo diferentes tonos y observando la respuesta en cada una de esas frecuencias). Así, se escoge como $x(t)$ la siguiente señal.

$$x(t) = v \cos(\omega_0 t)$$

Y, por tanto, la salida será:

$$y(t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (v \cos(\omega_0 t))^n = \sum_{n=0}^{\infty} v_n \cos(n\omega_0 t)$$

Para calcular los v_n en función de los a_n , se considera que, aunque exista distorsión no lineal, ésta es pequeña y, por tanto, los coeficientes a_n disminuyen a medida que n aumenta. De esta forma, se llega a la siguiente expresión para el armónico n -ésimo.

$$v_n \approx \frac{1}{2^{n-1}} a_n v^n$$

Para caracterizar la distorsión se definen una serie de coeficientes, de los cuales el más importante es el **coeficiente de distorsión** del armónico n ,

definido con la siguiente expresión.

$$d_n = \frac{v_n}{v_1} = \frac{a_n}{a_1} \left(\frac{v}{2} \right)^{n-1}$$

Que se expresa normalmente en porcentaje o en decibelios.

$$D_n = 20 \log_{10} d_n$$

Otro coeficiente importante es la *atenuación* del armónico n-ésimo, que se define como el inverso al coeficiente de distorsión en dB.

$$A_n = -D_n = 20 \log_{10} \frac{v_1}{v_n}$$

Un coeficiente general utilizado es el *coeficiente de distorsión global*, que se suele expresar en porcentaje y se define por la siguiente expresión.

$$d = \sqrt{\sum_{i>1} d_i^2}$$

La característica más importante de los coeficientes de distorsión es que dependen del nivel de la señal de entrada, y cuanto mayor sea esta, más distorsión habrá. Vamos a ver cuanto aumenta la distorsión al aumentar la señal de entrada. Para esto se toma como referencia el incremento del primer

armónico.

$$20 \log_{10} \frac{v_1'}{v_1} = 20 \log_{10} \frac{v'}{v} = \Delta dB$$

se observa que el primer armónico aumenta lo mismo que la señal de entrada, esto es ΔdB . La distorsión del armónico n-ésimo aumentará

$$D_k' - D_k = 20 \log_{10} \frac{v_n'}{v_1'} - 20 \log_{10} \frac{v_n}{v_1} = 20 \log_{10} \left[\frac{v'}{v} \right]^{n-1} = (n-1)\Delta dB$$

Por tanto, al aumentar la señal de dB, el armónico n-ésimo aumentará ndB, la distorsión de ese armónico aumentará (n-1)dB y la atenuación de ese armónico disminuirá (n-1)dB.

Como conclusión, se establece que si un dispositivo tiene una respuesta no lineal, conviene trabajar con niveles bajos de la señal de entrada, ya que en caso contrario aumentará mucho la distorsión. Además, se puede llegar a la saturación del dispositivo y aumentar todavía más la distorsión debido a que aumentarían los coeficientes a_n . Todos estos coeficientes dependen de la señal de entrada, como acabamos de ver. Para evitar esta dependencia se define el *coeficiente de modulación de tensión*.

$$m_n = \frac{V_n}{V_1} = \frac{a_n}{2^{n-1} a_1^n}$$

Y a partir de éste el *coeficiente de modulación de tensión corregido*.

$$M_n^* = 10 \log_{10} m_n + 10(n-1) \log_{10} \frac{R}{1000}$$

Y entonces, la potencia del armónico n-ésimo se obtiene como la expresión siguiente.

$$P_n (dBm) = M_n^* + nP_1 (dBm)$$

Separándose el dispositivo de la potencia de la señal de entrada.

Para prevenir la distorsión no lineal, sólo se puede trabajar con señales moduladas, ya que en ese caso los armónicos caen fuera del ancho de banda de trabajo y, por tanto, se pueden filtrar. En el caso de que tengamos una señal en banda base o en cuyo ancho de banda caigan los armónicos de componentes de la propia señal (por ejemplo que ocupase de 40 a 100KHz, donde el segundo armónico de 40KHz estaría en 80KHz), antes de pasar por el dispositivo no lineal (un amplificador, por ejemplo) conviene modular la señal y posteriormente filtrar.

4.2 STANDARD DE REFERENCIA PARA SDSL

Los datos depositados en la Tabla 9, son valores establecidos en la práctica, habiendo tomado los puntos críticos de funcionamiento del un canal, sometiéndolo a pruebas de *BERT* mediante la herramienta *CRC (Cyclic Redundance Checking)* verificado por medio de el software de gestión de red.

Tabla 9. Referencia standard

LONGITUD	AISLAMIENTO			RESISTENCIA	
	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
0 – 3500 Mts	1,5 GΩ	1,5 GΩ	3 GΩ	165 Ω - 200 Ω	98 Ω - 119Ω
0 – 3500 Mts	2 GΩ	2 GΩ	4 GΩ	166 Ω - 200 Ω	98 Ω - 119Ω
0 – 5500 Mts	3 GΩ	3 GΩ	6 GΩ	167 Ω - 200 Ω	98 Ω - 119Ω
0 – 5500 Mts	4 GΩ	4 GΩ	8 GΩ	168 Ω - 200 Ω	98 Ω - 119Ω

Los datos anteriores corresponden a los valores donde se encuentra la certeza que un enlace funcione en condiciones óptimas para la transmisión de datos por tecnología SDSL.

Nota: Los datos anteriores no son aplicables en la transmisión de datos bajo cualquier otro tipo de tecnología diferente a la tecnología SDSL.

4.3 MEDICIONES PRÁCTICAS

Para el cumplimiento de uno de los objetivos específicos de esta monografía, se tomaron mediciones para encontrar los límites y rangos en los que puede trabajar con normalidad un canal SDSL-cobre, aplicado en este caso a la red de la central centro de Cartagena de indias.

En el centro histórico de Cartagena de indias – Bolívar Colombia, se realizó el proyecto para reemplazar el cableado telefónico existente, el cual estaba constituido por redes de cobre con aislamiento de papel y coberturas de empalmes en plomo (red plomada); por cableado con aislamiento de polietileno; esta antigua red dificultaba las labores de mantenimientos preventivos y correctivos necesarios para su buen funcionamiento, ya que las características que presentaba esta no brindaban las condiciones óptimas para la transmisión de datos y específicamente la tecnología XDSL.

Las mediciones se realizaron con el medidor de aislamiento de alta resistividad “Megger”.

El protocolo de mediciones presentado a continuación se escoge en forma aleatoria tomando como muestra un cable con las siguientes características.

PROTOCOLO PRUEBAS ELÉCTRICAS DE CABLES MULTIPARES

REGIONAL: BOLÍVAR

LOCALIDAD: CARTAGENA

CENTRAL: CENTRO

CABLE: Red Directa Cable 106, 1800 PARES

CALIBRE: 0,4 mm

FECHA: ABRIL DE 2005

La muestra tomada comprende 10 bloques, cada uno de ellos con 10 pares de cobre a los cuales se le practicaron las pruebas de forma aleatoria. La unidad de medida correspondiente a los datos de aislamiento esta dada en el orden de $M\Omega$ mega ohmios, para ello se ajustó el *megger* en el rango de 1Ω hasta $30G\Omega$ con un voltaje continuo aplicado de 500V por un periodo de tiempo de 15 segundos, para longitudes de cables comprendidas entre 1800 y 3500 mts, sobre cada par.

Los datos de resistencia del bucle fueron tomados colocando el par en su extremo lejano en corto circuito ajustando el equipo de medición (*megger*) en el rango de 0 a $30K\Omega$ a una corriente de 3mA y un periodo de tiempo de 0.2 Seg., Obteniendo unos resultados del orden de los Ω .

Los datos de desequilibrio resistivo se obtuvieron de tomar la medición de cada hilo conectado con la pantalla a tierra en su extremo lejano, esta medición da resultados en el orden de los Ω ohmios.

Tabla 10. Protocolo pruebas eléctricas de cables multipares

		AISLAMIENTO		RESISTENCIA	
BLOQUE 36	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
PAR					
1	3000			200	
3	3000			199,7	
5	3000			199,9	
7	3000			199,8	
9	8000			199,7	
10	6000			200,3	
BLOQUE 37	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
PAR					
1	4100			199,9	
3	3500			200,3	
5	6000			200,3	
7	8000			199,5	
9	8000			199,7	
10	10000			200,1	
BLOQUE 38	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
PAR					
1	5000	3900	9500	204,8	
4	4200	4600	9400		
6	4800	4900	10000	204,3	
8	4500	5000	9600		
10	5000	6000	10000	204,2	116,8 / 116,6
BLOQUE 39	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
PAR					
1	6100	6700	10900	189,5	
4	3000	5100	6200		
6	4500	5100	10600	190,1	
8	7000	4200	9700		
10	7000	8300	14000	190,5	102 / 102,7

BLOQUE 40	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO	
PAR						
	1	5300	5000	10000	188,5	
	4	3800	4500	10000		
	6	5800	4200	9200	189,5	
	10	3800	6100	8400	189,3	102 / 101,5
BLOQUE 41	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO	
PAR						
	1	6900	7300	12000	189	
	3	8000	8700	8700		
	4	3100	3100	5600	189	
	6	6200	6500	10600		
	8	4400	4400	9300	189,2	102 / 101,5
BLOQUE 42	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO	
PAR						
	1	4000	64000	10700	185,2	
	4	4700	4500	10200		
	6	5100	5100	10000	185,6	
	8	5700	5900	10100		
	10	6500	6000	12000	185,6	100 / 99,2
BLOQUE 43	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO	
PAR						
	1	7300	6700	10600	181,9	
	4	6000	9000	10300		
	6	7000	7900	11300	182,5	
	8	8400	8200	10600		
	10	4300	5400	11800	181,7	96,9 / 96,4
BLOQUE 44	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO	
PAR						
	1	4500	5100	6800	175	
	4	4700	5100	6800		
	5	4500	4100	8300	175,1	
	9	6000	7300	9300		
	10	6000	6000	13000	175,8	90 / 90,1

BLOQUE 45	A X T	B X T	A X B	BUCLE	DESEQUILIBRIO
PAR					
1	3900	6800	7000	169,5	
4	5800	6000	11000		
6	6100	8000	11000	170	
8	10000	9000	11300		
10	8000	11000	12000	169,8	98 / 98,5

De los resultados obtenidos en las pruebas eléctricas del cable multipar, se establece que estos cumplen y superan a los requerimientos mínimos para la transmisión de datos de acuerdo a los valores estándar depositados en la tabla 9.

A X T: Corresponde a la medición de aislamiento resistivo del hilo A de un par de cobre con respecto a tierra.

B X T: Corresponde a la medición de aislamiento resistivo del hilo B de un par de cobre con respecto a tierra.

A X B: Corresponde a la medición de aislamiento resistivo de un mismo par de cobre.

4.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE PARES.

Los pares instalados por primera vez siempre empiezan su funcionamiento obedeciendo a las condiciones óptimas para la transmisión de datos , Ver tabla 9 de la pagina 110.

El tiempo de duración de este enlace debe ser mayor a tres meses sin realizar mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se le practica al par una vez halla transcurrido este tiempo, consiste en realizar las mediciones sobre el par o bien conocido como pruebas de protocolo eléctrico con el equipo de medición (*megger*).

El correctivo a tomar para estos casos depende de la estadística de errores que se almacena en el software de centro de gestión.

Si el resultado de las pruebas arroja datos igual a los de la tabla de referencia standard, se deja trabajando el mismo par; para caso contrario se realiza el cambio de par inmediatamente y se establece un par de backup o respaldo para posibles eventualidades

Si la tasa de errores de bit (BERT 10^{-3} , 1 un bit perdido por cada mil) es mayor a cinco unidades de BERT durante el periodo de tres meses, se debe inmediatamente cambiar a otro par que provea las condiciones óptimas para la transmisión y se establece un par de backup o respaldo.

Cuando un par manifiesta errores severos, mayor a cinco unidades BERT de un momento a otro; se realiza el cambio de par inmediatamente y se toma una muestra representativa de pares correspondiente a esas cajas para asegurar que el cable que reparte a esa zona no contenga daños.

Las estadísticas de pares aislados utilizados para transmisión de datos es relativa, la manipulación constante de armarios, las repetidas aperturas de empalmes subterráneos y las condiciones ambientales son factores decisivos que alteran cualquier estadística.

El tiempo de funcionamiento de un par aislado en funcionamiento no sobrepasa los cuatro meses, es decir la eficiencia del par está proyectada para tres meses y es cuando debe practicársele mantenimiento preventivo , todo esto debido a los causales antes descrito.

Debe aclararse que las estadísticas telefónica no son comparables para los pares aislados que funcionan para transmisión de datos, difieren por el tipo de servicio que brindan y el ancho de banda al que operan normalmente.

5. IDENTIFICACIÓN DE ANOMALÍAS

5.1 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE ORIGEN DE ANOMALÍAS.

5.1.1 Nodo SDSL.

5.1.2 Empalmes subterráneos.

5.1.3 Furgón o RSTU.

5.1.4 Punto de distribución o armario.

5.1.5 Cajas de dispersión.

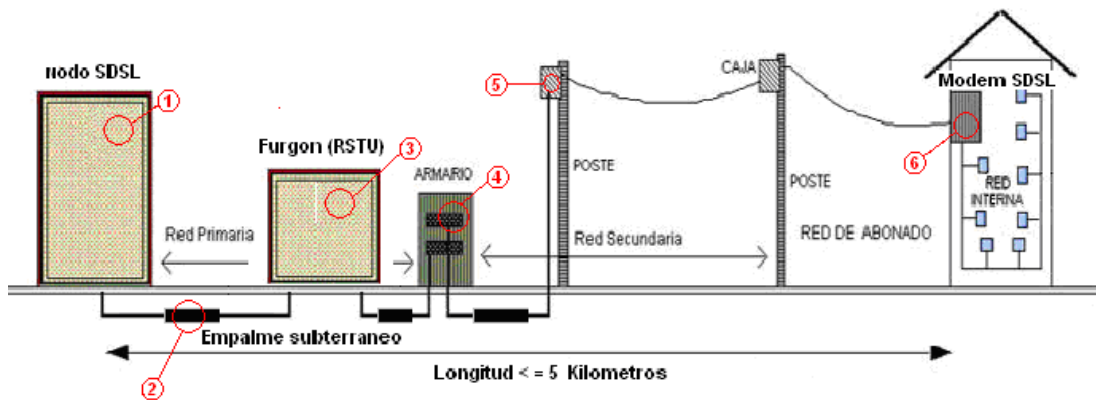
5.1.6 Conexión al módem.

5 IDENTIFICACIÓN DE ANOMALIAS

5.1 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE ORIGEN DE ANOMALÍAS.

En la gráfica siguiente con puntos numerados se indican los sitios identificados, donde se presentan las anomalías para una topología de red completa XDSL con todos sus órganos y dispositivos. Ver Figura 41.

Figura 41. Red general con ubicación de puntos de anomalías



5.1.1 Nodo SDSL. Partiendo desde el nodo SDSL el primer punto de anomalía se encuentra en los puertos RJ -45 pertenecientes a las tarjetas del proveedor de servicios de datos, la cual se muestra en la Figura 42 de la siguiente pagina, quien a su vez se encuentra conectado a otro patch panel de puertos RJ -45 por medio de cordones de parcheo. Ver Figura 43 de la siguiente pagina.

Los cordones de parcheo permiten además de la interconexión entre dispositivos y la red, una fácil administración, flexibilidad para el mantenimiento y eficiencia de la misma.

Estos elementos de la red deben ser certificados bajo los Standard ANSI /EIA/TIA 568A -568B.

Figura 42. Acumulación de partículas

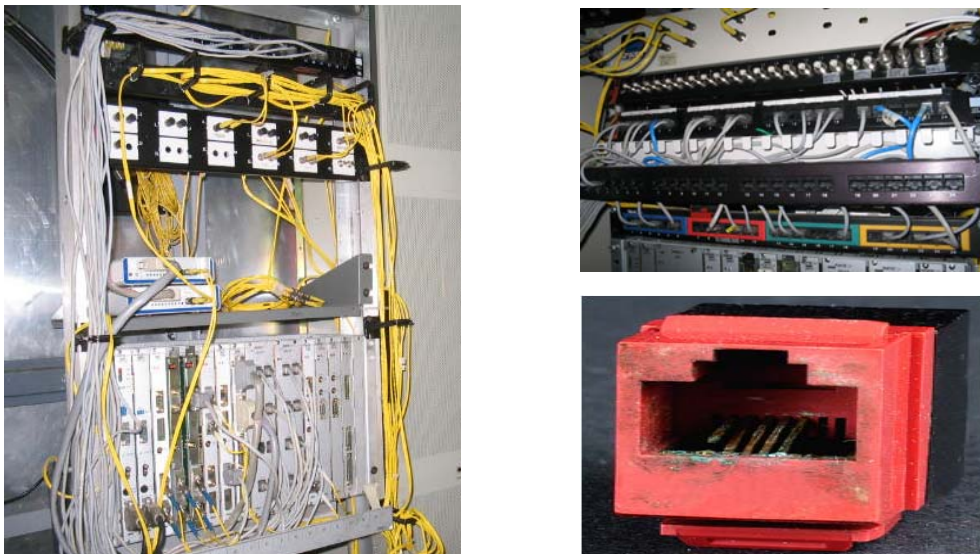


Figura 43. Cordones de parcheo (patch cord)

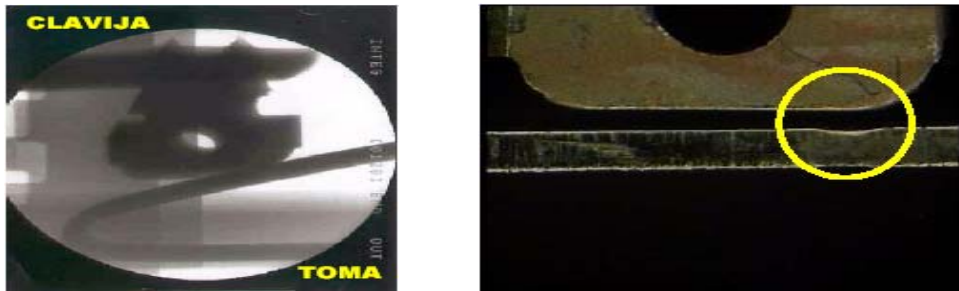


Aunque con el uso de tapas protectoras adecuadas puede controlarse en cierta medida este problema en situaciones normales, es necesario tomar medidas adicionales de protección para aquellos ambientes de altos contaminantes de polvo, partículas y detritos. La acumulación excesiva de partículas sólidas sobre los contactos de clavijas y principalmente de las tomas, las cuales presentan una cavidad ideal para la acumulación de contaminantes, provoca que se genere una capa que reduzca o nulifique la superficie conductora de los contactos.

Usualmente, el sistema de aire acondicionado limpia y mantiene un nivel mínimo de partículas en el área general de oficinas. En otras áreas menos afortunadas, el polvo puede ser un factor crítico. Es recomendable proporcionar la protección adicional que brindan los conectores industriales en salidas de telecomunicaciones ubicadas en talleres, sótanos, bodegas, techos falsos, pisos falsos, etc.

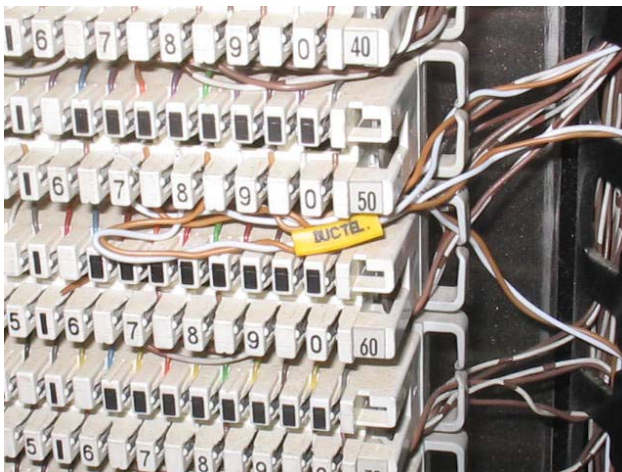
Desgaste. El desgaste de la superficie de contacto entre la toma y la clavija (véase la Figura 44), provoca gradualmente falsos contactos y la pérdida de conducción eléctrica adecuada.

Figura 44. Desgaste en la superficie de contacto de la toma y la clavija



La conexión de ponchado por impacto en regletas de pares se hace por la parte trasera de los hardware de conexión y son fijas como se muestra en la Figura 45, se encuentran inicialmente desde el patch panel (parte trasera) del nodo del proveedor de servicios de datos, hasta el distribuidor de regletas (parte trasera) de pares de la central telefónica por medio de cables multipares.

Figura 45. Ponchado por impacto en regletas de pares



La conexión se realiza con herramientas de impacto que insertan el cable multipar en las cuchillas que se encuentran en las regletas. Un mal impacto en esta área provoca pérdidas por inserción al existir un falso contacto entre las superficies de las cuchillas y el hilo del par, esta anomalía también se puede encontrar a lo largo de la red cuando se realiza la interconexión por la parte delantera de las regletas de distribución. Existe una primera interconexión entre la regletas del proveedor de servicios de datos y las regletas del distribuidor de la planta telefónica por medio de cables bifilares trenzados de calibre 0.4 y 0.5 mm, para el caso de red directa donde se realiza la interconexión directamente a la estructura secundaria.

La hibridación de cables es otra anomalía que ocurre en este punto y se da entre los cambios de calibre de 0.4 mm, 0.5 mm, 0.6 mm y viceversa, provocando una disminución en la capacidad de transporte (ancho de banda para la transmisión de datos). Ver Anexo E (Características eléctricas de cables telefónicos). En la observación y conteo del promedio de empalmes de la red telefónica para un enlace se encontraron los siguientes datos.

Para el trayecto mas extenso de un enlace, Ver Figura 46 de la pagina siguiente. La pérdida por inserción y cambio de calibre es de 3 db. por cada uno de estos que se encuentre presente a lo largo de la trayectoria del enlace. En lo sucesivo se le llamara inserción a la conexión sujeta por medio de tortillería o ponchado por impacto. Al interior del nodo se encuentra la primera inserción que parte de los puertos RJ-45 de la tarjeta del nodo SDSL, cuya conexión se realiza con cable de cruzada *UTP* (calibre 0.4 mm) hasta el patch panel de puertos RJ-45.

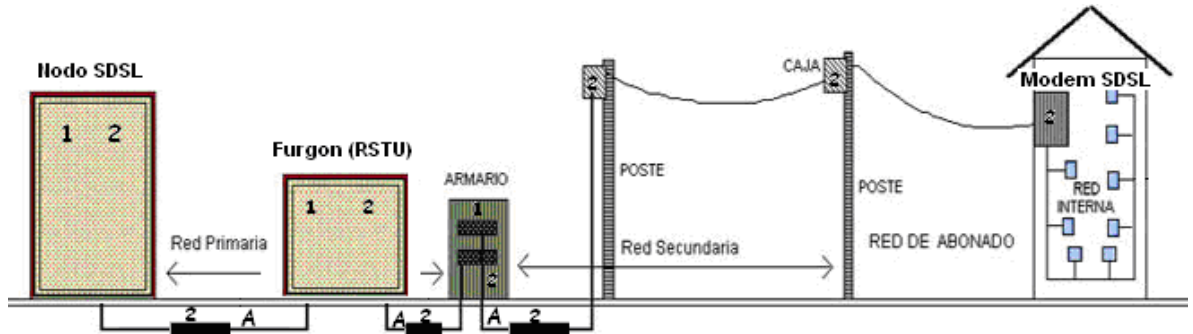
La segunda inserción se encuentra en la parte trasera del patch panel de RJ-45, y allí puede existir la primera hibridación; ya que el cableado que se desprende de ese punto por lo general es de calibre 0.5 mm e irá conectado a las regletas del distribuidor general de la central telefónica (regletas de red primaria).

- Número promedio de empalmes en muflas o mangas entre la salida de la central y el furgón RSTU es de 4 a 5 con cable de cobre calibre 0.4 mm.
- Número promedio de empalmes en muflas o mangas entre furgón RSTU y armario es de 4 a 5 con cable de cobre calibre 0.4 mm.
- Número promedio de empalmes en muflas o mangas entre el armario y la postería es de 2 a 3 máximo con cable de cobre 0.4 mm y/o 0.5 mm.
- El cable de exterior utilizado en postería hacia los abonados es de calibre 0.6 mm.
- Número promedio aproximado de inserciones para el trayecto completo de un enlace incluyendo el cableado estructurado y las acometidas internas del abonado hasta el puerto RJ-45 del módem SDSL es de 40 inserciones; y el número promedio de hibridaciones es de 7.
- En promedio un enlace llega a tener 120 db de perdidas.

Figura 46. Ubicación de pérdida en dB por empalmes e inserciones

Convenciones.

1. Inserción 2. Hibridación (cambio de calibre). A Empalmes en mufla.



5.1.2 Empalmes subterráneos. En este punto se encuentran las atenuaciones más severas debido a las condiciones en que se encuentran expuestos los empalmes. La humedad relativa es uno de los factores ambientales decisivos que afectan, ya que esta corroe los empalmes creando una masa viscosa alrededor las regletas de porta empalmes dentro de las coberturas o mangas de protección impermeable. Ver Figuras 47 y 48 de la siguiente pagina.

El primer efecto es reducir la conducción en los contactos de la regleta de porta empalme y el segundo es en algunos casos extremos y pocos habituales colocarlos en corto circuito.

Figura 47. Empalmes subterráneos

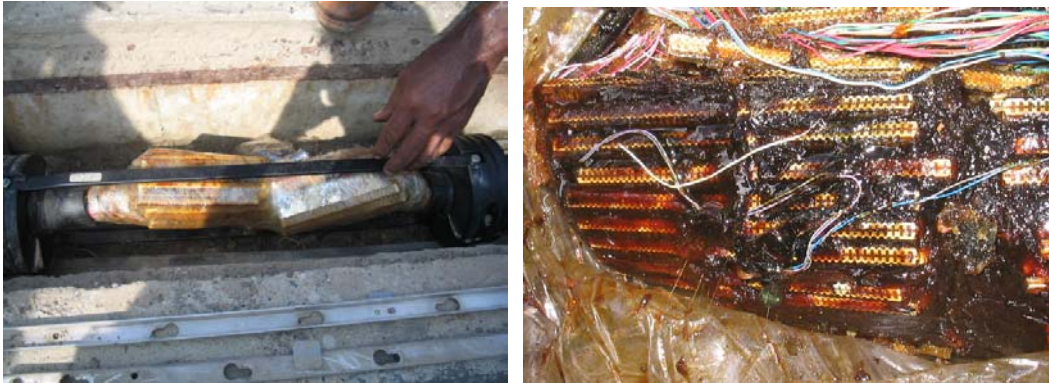
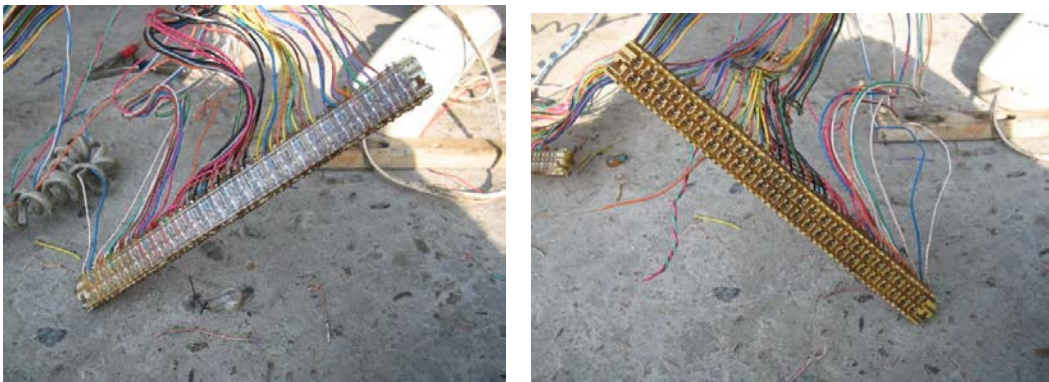


Figura 48. Regleta porta empalme.



- **Robo de cables y sellamiento de cámaras.** El robo de cables es un factor externo que afecta la continuidad del servicio de transmisión de datos por tecnología DSL.

Una forma de evitar estos constantes robos es el sellamiento de las cámaras donde se encuentran al interior alojado las mangas o coberturas de empalmes.

Un corte debido a este evento provoca la suspensión del servicio en promedio unas 5 horas hasta que se realiza un nuevo empalme en esa área para restablecer el servicio. Ver Figuras 49 y 50 de la siguiente pagina.

Figura 49. Robo de cable multipar



Figura 50. Sellamiento de cámaras



- **Daños por obras civiles.** Estos daños son ocasionados por diferentes empresas de servicios públicos y/o empresas de construcción de vías férreas, ya que en momentos de realizar excavaciones no poseen información suficiente sobre los tipos de redes y rutas de canalizaciones (Planos), que se

puedan encontrar en esa área ocasionando en muchos casos cortes abruptos o rasgados de los cables multipares como de muestra en la Figura 51, y que en consecuencia no son debidamente reparados.

Figura 51. Daños por obras civiles



5.1.3 Furgón o RSTU. En este sitio se observan las mismas anomalías antes mencionadas en el nodo SDSL.

5.1.4 Punto de distribución o armario. Este órgano pasivo de la red esta conectado directamente a la central telefónica, en este sitio ocurre el cambio de red primaria a red secundaria y se realiza por medio de la interconexión de cables bifilares trenzados por la parte frontal de los bloques del armario. Ver Figura 52 de la siguiente pagina.

La conexión en los puntos de inserción de los bloques primarios y secundarios se realiza por medio de tornillos, la mayoría del personal que realiza esta labor retira

la envoltura aislante del conductor dejando al descubierto una extensión del hilo mas allá de la permitida que es de máximo 0.5 mm de longitud.

Estos armarios pueden estar expuestos a factores climáticos tales como altas temperaturas, humedad relativa y aguas lluvias, que ocasionan el cambio de la impedancia característica del cobre, sulfatación de los tornillos de contacto de los bloques y cuchillas de inserción cuando sea el caso.

Otra de las formas en que se afecta el servicio en este punto de la red, es debido a las labores de los operarios telefónicos que al manipular sobre el par, desconocen el tono producido por la señal de la interface del ISP, la cual es una señal no audible para ciertos tipos de microteléfonos, procediendo estos a desconectar físicamente el enlace entre primario del secundario. El tratamiento para este factor externo, es colocar las marquillas identificando que es un par aislado para transmisión de datos.

Figura 52. Armario

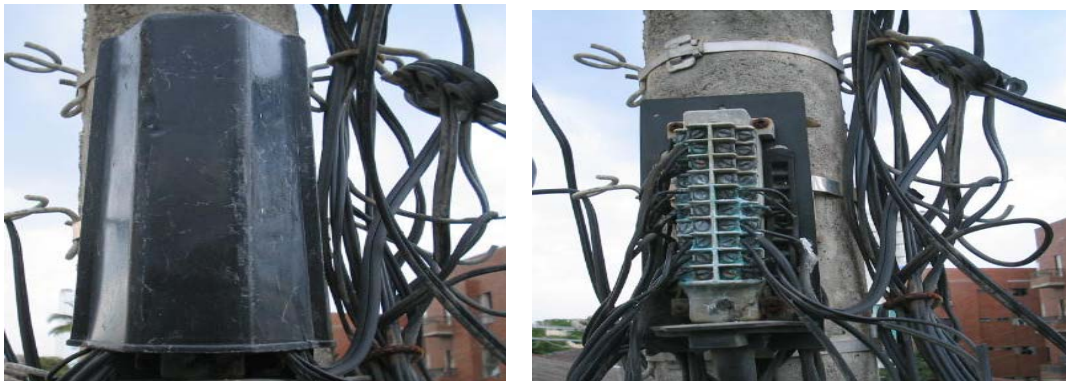


5.1.5 Cajas de dispersión. Este es el último punto de planta externa, las cajas reciben el cableado por la parte trasera, proveniente de la parte trasera de los bloques secundarios del armario y por la parte frontal distribuyen el cable hacia los abonados.

La anomalía típica de este punto es la sulfatación de los contactos que van hacia el abonado. La mayoría de las cajas no poseen protección contra el agua lluvia. Ver Figura 53 de la siguiente pagina.

El cable utilizado para la distribución hacia los abonados es de tipo exteriores con una envoltura o chaqueta de alto aislamiento y de calibre 20 AWG. Nuevamente se observa que se presenta el cambio de calibre a lo largo del enlace.

Figura 53. Caja de dispersión



5.1.6 Conexión al módem. Una vez se encuentra el cable que proviene de las cajas aéreas en el interior del recinto de los clientes, debe realizarse una conectorización a cable utp para insertar en clavijas RJ 45 del modem configurándose así una hibridación de cable(Cambio de calibre). Ver Figura 54.

Figura 54. Conexión al módem



6. CONCLUSIONES

Las redes de acceso no son más que el segmento final de un complejo mecanismo de difusión e intercambio de información que forma las redes de telecomunicaciones. Como hemos visto durante los capítulos anteriores su objeto no es otro que hacer llegar a los usuarios los servicios demandados u ofertados.

Sin embargo, durante muchos años este tramo de la red (Última milla) ha sido el cuello de botella de las comunicaciones, al ser redes de muy baja capacidad que impedían cualquier tipo de aplicación que requiriera de un determinado nivel de calidad, velocidad y ancho de banda. Por ello se hace necesario un desarrollo pleno de las redes de acceso, y este es el motivo por el que surgen las tecnologías como XDSL y específicamente SDSL para solventar las deficiencias de las antiguas redes de acceso, permitiendo accesos de alta velocidad y calidad, que permitan que cualquier aplicación pueda ser llevada hasta aquel usuario que la demande.

Cartagena es una ciudad de continuo progreso industrial y turístico, se encuentra en la mira de inversionistas deseosos de realizar grandes negocios debido a su posición geográfica sobre el mar caribe para ser un gran centro de acopio de Colombia y Sur América, esta característica esencial es lo que impulsa al sector de las telecomunicaciones de propios y ajenos, a desarrollar redes de fácil acceso,

eficiencia y alta calidad para el transporte de datos (Banda ancho). Es así como nace DUCTEL DEL CARIBE en alianza con TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES, para aportar al desarrollo en Cartagena, con la implementación de tecnologías de telecomunicaciones como es el caso de SDSL, para dar solución a la creciente demanda de banda ancha que suplan las necesidades básicas del comercio electrónico.

SDSL es una tecnología simétrica que reúne las características necesarias para hacer de ella una de las mas apropiadas para la ciudad de Cartagena, sin existir la necesidad de invertir en obras de infraestructura civil. A diferencia de otras tecnologías XDSL esta se puede implementar bajo un solo par de cobre de la red telefónica para la transmisión de datos, haciendo con esto un mejor uso de la capacidad de infraestructura de red telefónica existente (PSTN), logrando con esto brindar precios relativamente económicos con respecto a esta clase de servicio.

7. RECOMENDACIONES

Para la instalación de un enlace de un enlace nuevo se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Para la instalación de un enlace se debe realizar un estudio de factibilidad, lo cual facilita el conocimiento de cobertura; esta información debe proporcionar la distancia desde la central telefónica hasta el cliente y los puntos correspondientes de dispersión para la conexión del enlace (armario y caja).

Realizar protocolo de pruebas eléctricas a los pares elegidos para la establecer el enlace.

Remitirse a la tabla de referencia standard para SDSL.

BIBLIOGRAFÍA

Sitio Latinoamericano de Especialistas en Planta Externa

<http://www.plantaexterna.cl/>

Tellabs BaseBand modem

www.tellabs.fi

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/vdsl.html>

Peter Mitchell, "Hybrid Networks Secure Broadband To The Home", Broadband Access, noviembre/diciembre 1997.

GESTIÓN DE EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES

Louis P. J. (Ed. McGraw-Hill).

TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES

David Roldán Martínez; José Manuel Huidrobo Moya; Ramón J. Millán tejedor (Copyright).

REDES Y SERVICIOS DE BANDA ANCHA

David Roldán Martínez; José Manuel Huidobro (Editorial McGraw-Hill).

TECNOLOGÍAS ADSL Y XDSL

Walter J. Goralski (Ed. McGraw-Hill).I

Sistemas de Comunicaciones Electrónicas

TOMASI,WAYNE (pearson educación, México,2003,pag. 976)

<http://www.dslforum.org/>

http://www.cs.tut.fi/tilt/stuff/adsl/pt_adsl.html

<http://www.e-insite.net/ednmag/>

<http://www.itu.int/ITU-T/index.html>

ANEXO A

DUCTEL DEL CARIBE S.A.

PRESENTACIÓN EMPRESA

DUCTEL DEL CARIBE S.A. es una empresa privada de capital Colombiano, constituida el 5 de Mayo de 1.997, con un capital social autorizado y pagado que asciende a la suma de \$ 767.068.000.oo.

OBJETO SOCIAL

El objeto social de la compañía es la constitución, instalación y administración de sistemas de enlace para el desarrollo de las telecomunicaciones de la electrónica y de la informática en todos los niveles, la prestación del servicio de televisión por cable coaxial, fibra óptica y similares así como los de valor agregado y telemática por sí sola o en asocio con otras compañías debidamente acreditadas para tal fin, la instalación de redes telefónicas y la realización de obras civiles en general.

En la actualidad **DUCTEL DEL CARIBE S.A.** desarrolla el convenio de asociación con **TELECOM COLOMBIA TELECOMUNICACIONES E.S.P. S.A.** (anteriormente

Telecartagena E.S.P. S.A.) otorgado en Agosto 25 de 1.997, por una vigencia de diez (10) años, el cual se refiere al desarrollo e implementación de una red para transmisión de datos y de servicios de acceso y transporte de información utilizando la infraestructura de la red de telecomunicaciones de telecartagena.

Contamos con una red inteligente que permite la conectividad y agilidad en la transferencia de información de una manera confiable y segura. Nuestra red de fibra óptica se extiende en Cartagena en algo mas de 100 Kms, cubriendo estratégicamente las áreas de mayor desarrollo empresarial.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN

El objeto del convenio es instalar y operar conjuntamente una red de fibra óptica para la prestación de servicios de telecomunicaciones de valor agregado y telemáticos en la ciudad de Cartagena, en especial la transmisión de datos, acceso y transporte de información, punto a punto o punto multipunto.

En desarrollo del convenio de asociación Ductel del Caribe S.A. suministra en calidad de arriendo la red de conexión de último kilómetro a los usuarios de los servicios objeto del convenio.

SERVICIOS OFRECIDOS

CANALES DEDICADOS. Interconexión permanente para transmisión de voz, datos y video entre dos o más puntos a velocidades que van desde los 1.2 Kbps hasta E2 (8.192 Kbps)

ÚLTIMO KILÓMETRO. Acceso a enlaces nacionales, internacionales y a proveedores de internet.

E1 (2 MBPS) DID/ DOD (DIRECT INWARD DIALING / DIRECT OUTWARD DIALING). Marcación directa entrante y saliente. Lo anterior agiliza las comunicaciones y elimina los problemas de ruido y cruce de líneas telefónicas convencionales.

Este enlace cuenta con 30 canales digitales de voz (equivalente a 30 líneas telefónicas) y una centena de marcación que permite que las llamadas telefónicas entrantes puedan ser respondidas directamente por el usuario de cada extensión, sin pasar por la operadora lo que permite una mayor agilidad en las comunicaciones telefónicas.

INTERNET DEDICADO. Este servicio se refiere a la conectividad dedicada a la red mundial de internet. Nuestra propuesta integra todos los elementos para

realizar la interconexión, los mecanismos para el manejo del esquema de direcciones, la conectividad nacional -a través de NAP Colombia e internacional, y en general, todos los elementos para efectuar la conexión.

ANEXO B

ANEXO C

ANEXO D

CLASES DE IDENTIFICACIÓN Y NUMERACIÓN DE PARES EN CABLES

Es muy importante, para los técnicos conocer bien el código de colores, dado que simplifica mucho el trabajo en terreno. Se han desarrollado dos formulas que permiten en forma rápida, saber el color de la cinta y par, conociendo el número del par, y saber el número del par, conociendo el color de la cinta y del par.

Ejemplo 1 : Número del par (N°) = 246

$$246/25= \text{entero superior} - \text{Secuencia} = \text{Color Par}$$

Ejemplo 2 : Color de cinta y color de par

$$\text{Color cinta} \times 25 - 25 + \text{Color Par} = \text{N}^\circ \text{ de Par}$$

Primera secuencia = 25

Segunda secuencia = 50

Tercera secuencia = 75

Cuarta secuencia = 100

Identificación de pares en el cable

Es importante señalar que todos los cables tienen una cantidad de pares, los cuales están distribuidos en su interior en forma correlativa, cada par esta constituido por dos hilos los cuales tendrán que ser perfectamente identificados para su posterior unión.

Sistema de numeración de pares en un cable

- a) Numeración por código de colores.
- b) Numeración con fono y batería.
- c) Numeración con fono y generador de señal.
- d) Numeración con amplificador.
- e) Numeración por capas.
- f) Numeración por circuito de retorno.
- g) Rectificación de pares.

a) Numeración por código internacional de colores

Con el fin de facilitar la identificación de los pares, existe un código internacional de colores que define 25 pares, combinando 10 colores, siendo 5 colores para los hilos A y 5 colores para los hilos B. Ejemplo

Nº del Par	Colores Bases (Hilo A)	Colores Acompañantes (Hilo B)
1 – 5	Blanco	Azul
6 – 10	Rojo	Naranja
11 – 15	Negro	Verde
16 – 20	Amarillo	Café
21 – 25	Violeta	Gris

$\frac{N^\circ}{25} = \text{Color Cinta Centena} - \text{Secuencia} = \text{Color Par}$

$\text{Color Cinta} \times 25 - 25 + \text{Color Par} = N^\circ \text{ de Par}$

Primera secuencia = 25

Segunda secuencia = 50

Tercera secuencia = 75

Cuarta secuencia = 100

b) Numeración con fono y batería

Este sistema es aplicable en la construcción de cables con aislamiento de papel o pares distribuidos por capas solamente en cables muertos.

El sistema consiste en identificar por medio de un fono y una batería los pares desde un extremo del cable al otro extremo.

La comunicación se realiza poniendo una batería en serie con el fono en una línea del par y como retorno la capa metálica del mismo cable a numerar, en un extremo del cable. En el otro extremo, el operador tendrá que cerrar el circuito poniendo un terminal del fono a la protección metálica del mismo cable y el otro terminal del fono se conecta a la tijera para buscar la línea del par enviado, cuando la tijera hace contacto con el la línea enviada se producirá un sonido característico de batería con el cual se podrá mantener la comunicación, para luego proceder a la identificación de los demás pares del cable.

En caso de que la línea esté cortada se tendrá que retornar a la línea anterior para comunicarse y avisar a su compañero que tendrá que mandar otra línea. Un concepto muy importante que se deberá tener presente al numerar con este sistema, es que el circuito se cierra por medio de la resistencia óhmica de la línea

y la capa metálica de protección del cable, dado que esta aplicando una fuente de alimentación al circuito de corriente continua.

c) Numeración con fono y generador de señal

Este sistema es aplicable en los casos de numerar pares en servicio, para ello es indispensable mantener una comunicación en forma permanente mediante un par metálico.

Para realizar el montaje del circuito se deberá primeramente elegir un par, en lo posible vacante para ser utilizado como comunicador permanente, conectando una batería en serie con el par metálico.

El operador que envía la señal conectará una línea del generador de tono a la capa metálica de protección el mismo cable a numerar y el otro terminal del generador a la línea que se desea numerar.

En el otro extremo del cable el operador sacará un arranque de un terminal de fono y conectará la tijera para buscar el sonido del generador de tono una vez encontrado la línea se dará una señal intermitente para que la persona que está enviando se cambie a la otra línea y así sucesivamente.

Un concepto muy importante que se debe tener en cuenta al numerar con este sistema es que el sonido del generador de tono que se escucha en fono, se produce al cerrarse el circuito a través de la capacitancia del par con respecto a tierra, por tal motivo en caso que se tenga que numerar tramos muy cortos como por ejemplo en transferencias de cables, la capacitancia con respecto a tierra será muy baja en consecuencia la reactancia entre la línea y tierra será muy alta, por tanto la corriente alterna no será suficiente para escuchar el generador de tono.

En estos casos es recomendable conectar un capacitor de 1mF en el extremo distante entre la tijera y tierra para que de esta forma se disminuya la reactancia capacitiva de la línea con respecto a tierra y el generador emita una señal perfectamente audible.

d) Numeración con amplificador

Este sistema de numeración se usa generalmente en cables en servicio y cuando los empalmes están en sangrías, la forma de numeración es básicamente la misma que se ha descrito anteriormente con a la diferencia que el amplificador actúa en forma totalmente independiente del circuito de comunicación. El amplificador como bien su nombre lo indica en un instrumento que amplifica la señal audible del generador de tono y actúa por inducción sin sea necesario hacer contacto físico con la línea para ser identificada.

El amplificador consta de una entrada donde se ubica el fono y de una salida donde se ubica el punzón de prueba. Su conexión se hace en serie con el fono, el cual esta incluido en el instrumento y por el otro lado se pone el punzón con el cual se busca la señal, una vez identificada la línea se sierra el circuito a tierra para que la persona que envía la señal pase a la línea siguiente y así sucesivamente.

e) Numeración por capas

Este sistema es aplicable en algunos tipos de cables donde la construcción de fábrica trae los pares formando capas correlativas superpuestas y de diferentes colores en forma intercalada.

Generalmente este tipo de numeración se hace en los cables para sistemas PCM o bien los cables con pares en cuerdas, también son utilizados estos sistemas de numeración para identificar los pares de las bobinas de carga.

f) Numeración por sistema de retorno

Este sistema es muy útil cuando no existe otra persona para enviar los pares y en necesario numerar solo, el sistema se usa solamente en pares muertos y no en

grandes cantidades de pares más bien para identificar pares en la punta de un cable o bien numerar una caja terminal.

El sistema consiste en poner en tierra la línea A del primer par, la línea B del mismo par se conectará con la línea A del segundo par. y así sucesivamente, hasta completar todos los pares del cable o la caja.

En la otra punta se conecta un fono en serie con la tierra del mismo cable y una batería y con el otro terminal del fono se conecta la tijera, cuando se ubica el par en tierra y suena la batería, se saca el par completo y se hace un corto circuito entre las dos línea del par, de esta forma la tierra retornará por la línea B hacia la punta y esta al estar conectada con la A del segundo par se podrá identificar de la misma forma que los pares anteriores.

Es evidente que este sistema tiene sus limitaciones, en caso de que alguno de los pares este cortado se interrumpirá la serie y no se podrá numerar, de la misma forma el consumo de corriente aumentará en demasía si los tramos a numerar son muy largos o los pares son muchos. Sin embargo es útil en algunos casos puntuales.

g) Rectificación de pares

La rectificación de pares tiene una trascendental importancia dado que con ello se garantiza que la distribución de las cuentas en los respectivos terminales de

distribución sean estos primarios o secundarios estén de acuerdo a los listados emanados por asignaciones de igual forma identificar los pares cortados, cambiados, fuera de cuenta y otras irregularidades que puedan aparecer en los cables.

Por otra parte la rectificación de pares es obligatoria cuando se realizan modificaciones en los cables, ya sea por transferencias o por cambios de cuenta.

Existen técnicas muy apropiadas para la rectificación de pares de tal manera de poder detectar con exactitud las posibles irregularidades de cada caso en particular.

Por ejemplo si al rectificar una caja nos encontramos que un par no se lee en la cuenta, esto no significa de inmediato que el par este cortado, puede ser que solamente este cambiado por otro, en ese caso todos los pares que tengan problemas de identificación se dejarán separados para probarlos nuevamente al final, lo mismo ocurre cuando una línea esta cortada, en este caso puede ser que estemos en presencia de un par split, la rectificación se debe hacer línea por línea y par a par.

Los casos en que definitivamente los pares no salen es recomendable medirlos con un instrumento capacitivo para verificar su longitud.

h) Formas de cables

Se conoce con el nombre de formas de cables al ordenamiento correlativo de los pares los cuales son conectados en los bloc terminales del MDF; armarios; interiores etc.

Actualmente la distribución de pares en los bloc terminales del MDF o en armarios son de 100 pares por tanto las formas se deberán hacer de la misma manera. Es importante en la confección de las formas dejar muy bien protegida y fija la continuidad de pantalla, la cual tendrá que ser unida a la pantalla del cable, para ser conectada a la tierra de la central.

ANEXO E.

Características Eléctricas

Cables Telefónicos para Exteriores

CAPACITANCIA MUTUA (pF/km)	CMB RE (mm)		
	0.4	0.5	0.6
Nominal ¹	52	52	52
Máximo promedio	55	55	55
Máximo individual	64	64	64

DESBALANCE CAPACITIVO	VALOR INDIVIDUAL	95% DE LOS VALORES
Para a par (pF referidos a 500m)	250	150
Para tierra (pF/km)	2625	-

Frecuencia kHz	DIARONÍA Sobre de Potencia en dB/305m					
	TELEFONÍA (B/EEXT)			PARADARONÍA (E/EXT)		
	Promedio			Par a Par		
	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm	0.4, 0.5 y 0.6 mm	0.4, 0.5 y 0.6 mm	0.4, 0.5 y 0.6 mm
150	61	63	63	57	58	53
772	47	49	49	43	47	42
1600	41	42	43	37	43	38
3150	35	37	37	31	38	33
6300	29	31	31	25	34	29

RESISTENCIA DC DEL CONDUCTOR (ohm/km)	CMB RE (mm)		
	0.4	0.5	0.6
Máximo promedio	144.0	92.1	63.9
Máximo individual	150.0	95.9	66.6

DESBALANCE RESISTIVO ¹ (%)	CMB RE (mm)		
	0.4	0.5	0.6
Máximo promedio	2.0	1.5	1.5
Máximo individual	5.0	5.0	4.0

ÍNDICE DIeléCTRICO (Módulo DC, $\tan\delta$)	POLETIMENO SÓLIDO	POLETIMENO FOAM SKIN
	Conductor A Vs conductor B	2000V, 3s 1000V, 60s
Conductor Vs pantalla	2000V, 3s 3000V, 60s	2000V, 3s 1000V, 60s

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (Módulo DC)	
Núcleo externo	Núcleo seco
1500	5000

ATENÚACION MÁXIMA PROMEDIO ¹ (dB/km)	CMB RE (mm)		
	0.4	0.5	0.6
A 1000 Hz	1.88	1.51	1.26
A 150 kHz	12.1	8.90	6.90
A 772 kHz	23.0	18.4	15.5

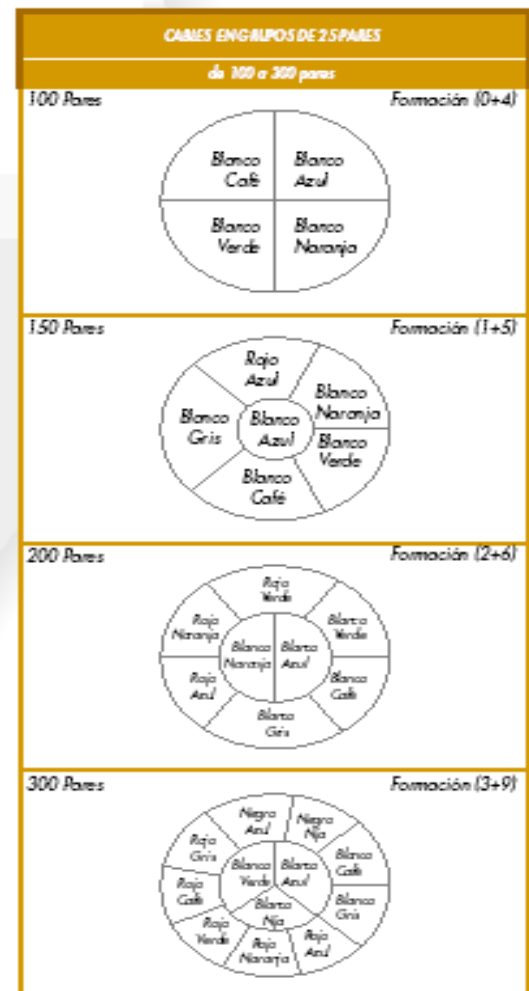
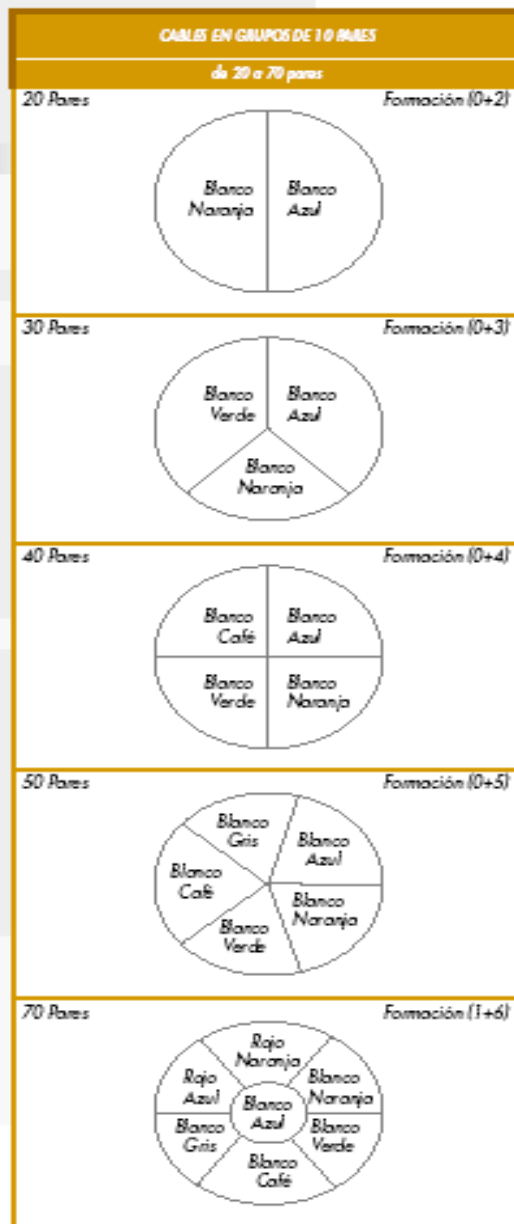
Notas: 1. Valor a prueba no con interpolado en las normas NTC 2061, IEC 60708
2. Los datos aquí establecidos son aproximados y están sujetos a las tolerancias de manufactura

36



Formación e Identificación del Núcleo

Cables Telefónicos para Interiores¹ y Exteriores



Nota: 1. Especificaciones para cables telefónicos de uso interior hasta 100 pares.

40





CABLES EN UNIDADES DE 100 PARES (CADA UNIDAD EN 4 GRUPOS DE 25 PARES) de 400 a 2400 pares	
400 Pares <i>Formación (0+4)</i>	1500 Pares <i>Formación (1+5+9)</i>
500 Pares <i>Formación (0+5)</i>	1800 Pares <i>Formación (2+6+10)</i>
600 Pares <i>Formación (1+5)</i>	2100 Pares <i>Formación (2+8+11)</i>
900 Pares <i>Formación (2+7)</i>	2400 Pares <i>Formación (2+8+14)</i>
1200 Pares <i>Formación (3+9)</i>	

