



Δ Alfaomega Grupo Editor

---

# Comunicaciones

Castro-Fusario

## Capítulo 4:

# Redes de telecomunicaciones



## Temas:

- 4.1 Introducción
- 4.2 Topología de las redes de telecomunicaciones
- 4.3 Arquitecturas de comunicaciones
- 4.4 Funciones ejecutadas por las redes de telecomunicaciones
- 4.5 La red telefónica conmutada
- 4.6 Características de la voz
- 4.7 Función conmutación en la red telefónica
- 4.8 Equipos terminales conectados a la red telefónica
- 4.9 Distintos usos de la red telefónica
- 4.10 Circuitos de dos y de cuatro hilos
- 4.11 Señalización en la red telefónica
- 4.12 Red Inteligente
- 4.13 Redes privadas virtuales
- 4.14 Ingeniería de tráfico



## 4.1 Introducción

- Las redes de telecomunicaciones incluyen los elementos de hardware y software que permiten intercambiar información entre dos puntos geográficos remotos.
- Casi todas ellas están digitalizadas, e intercambian bits con independencia del contenido de información que los mismos transportan.
- Inicialmente se pensó en la prestación del servicio telefónico, con redes analógicas para la voz.
- En esa época no había computadores que justifiquen una red digital.
- Hoy se piensa en Redes de Telecomunicaciones digitales que funcionan a altas velocidades.



## 4.2 Topología de las redes de telecomunicaciones

### 4.2.1 Elementos constitutivos de una red

#### 4.2.1.1 Nodo

Nodo es todo punto de una red al que concurren dos o mas vínculos de comunicaciones, equipado con facilidades que permitan la función de commutación.

Pueden ser de dos tipos:

**Nodos de commutación:** commutan líneas o paquetes por enrutamiento (centrales telefónicas o routers).

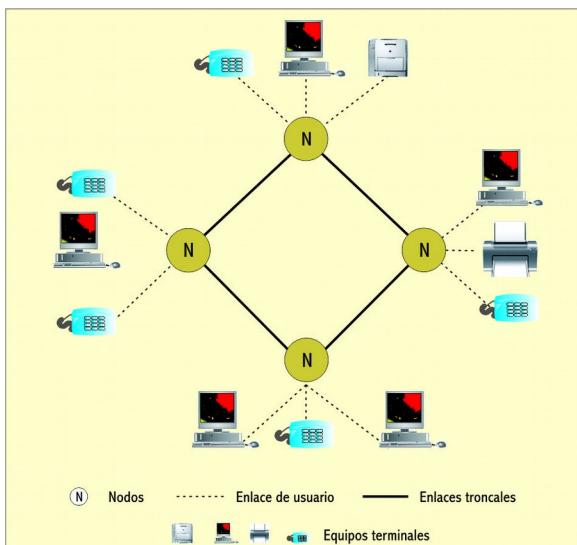
**Nodos terminales:** permiten conectar los equipos terminales.



#### 4.2.1.2 Vínculos

Son los distintos medios físicos que permiten unir dos nodos cualesquiera de una red. Un vínculo esta constituido por un medio físico que al unir dos nodos refiere a un tipo de topología en particular.

Un enlace requiere que sea primero establecido y luego mantenido, aunque para tal fin se esté utilizando un vínculo, un nodo o varios.





#### *4.2.1.3 Equipo terminal*

- Está compuesto por partes electrónicas.
- Permite ingresar o extraer información inteligente de una red (señales de voz, datos, textos, imágenes) a través de un enlace.



## 4.2.2 Concepto de topología de una red

Topología es la manera en que están conectados los nodos y los vínculos de una red. Existen las siguientes topologías básicas:

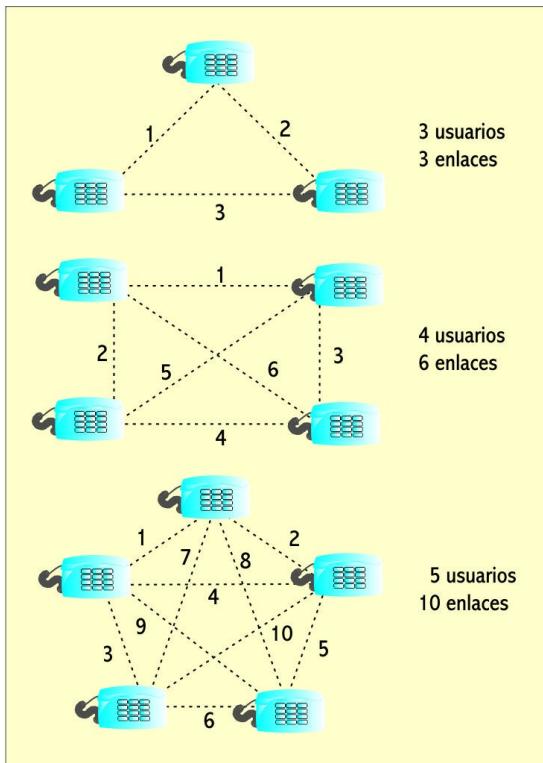
- Estrella.
- Malla.
- Anillo.
- Barra o bus.

Mediante combinación de éstas se logran topologías mixtas o híbridas.



### 4.2.3 Aspectos generales que hacen a las distintas topologías

Si la red no tuviera nodos de conmutación, se requeriría un número elevado de enlaces (desde cada terminal, uno a cada terminal).





## Número de equipos terminales

## Número de enlaces

2	1
3	3
4	6
5	10
10	45
50	1225
100	4950
1000	499500



La topología a usar dependerá de:

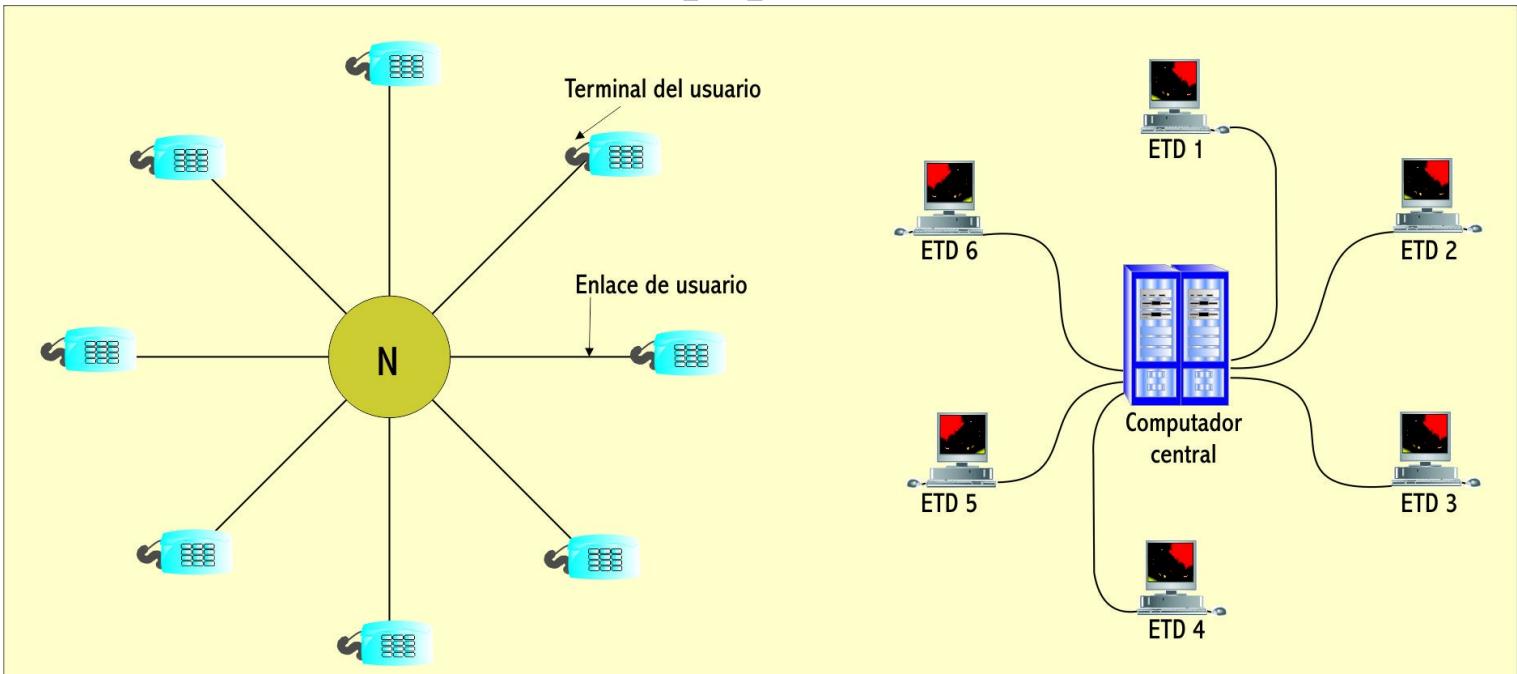
- La topografía del lugar.
- El costo de los vínculos.
- La flexibilidad para incorporar nuevos usuarios.
- La *performance* que desee obtener de la red.



## 4.2.4 Topologías básicas

### 4.2.4.1 En estrella

Hay un nodo central que concentra y distribuye todo el tráfico, al que están conectados todos los equipos terminales.



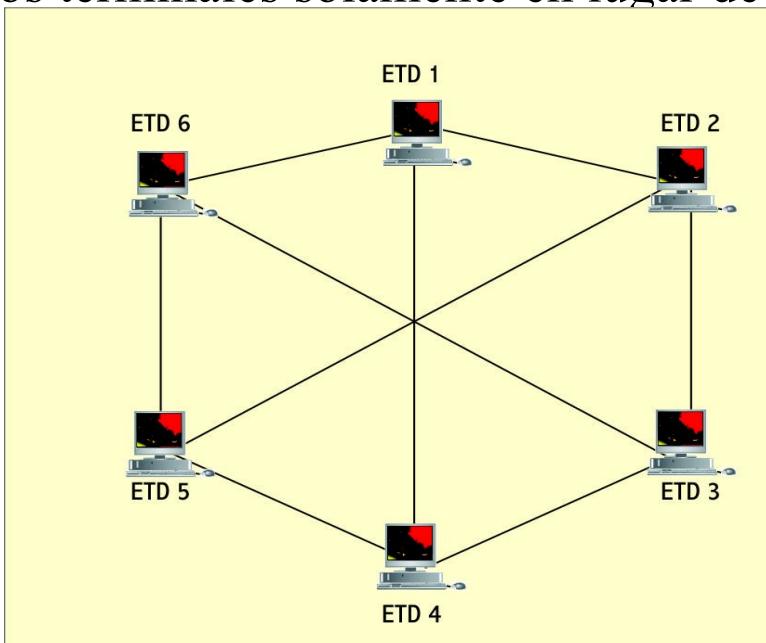


#### 4.2.4.2 En malla

No hay un nodo central, todos están conectados entre sí.

Puede ser complementada por vínculos entre nodos no adyacentes (redes en malla total).

Pueden organizarse con equipos terminales solamente en lugar de nodos.

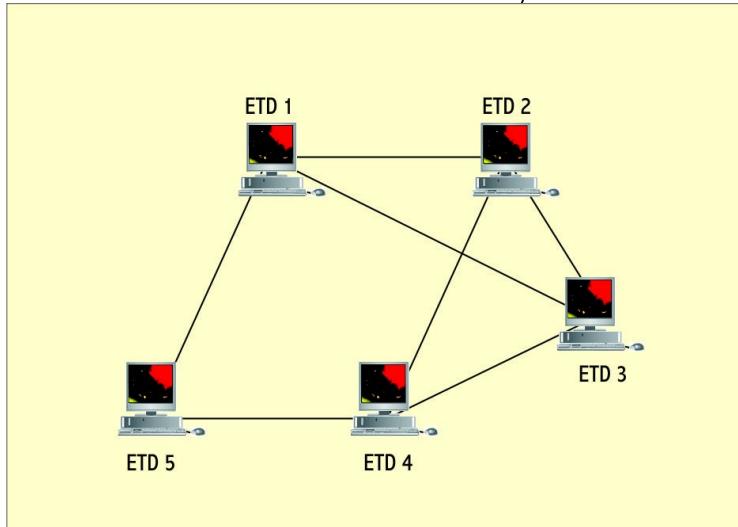




Las Redes de Datos de Área Extendida (WAN) tienen una topología de malla irregular.

Características:

- Baja eficiencia de los vínculos, debido a la existencia de redundancia.
- La redundancia de vínculos posibilitar caminos alternativos y aumenta la confiabilidad de la red.
- Como cada estación esta unida a todas las demás, existe independencia respecto de la anterior.





#### 4.2.4.3 *En anillo*

Cada equipo terminal esta conectado a los dos que tiene adyacentes, hasta formar entre todos ellos un círculo.

Topología utilizada en las denominadas Redes de Área Local (LAN), donde los nodos y los terminales son:

- Estación de Trabajo (*Workstation*)
- Servidor de Archivos (*File Server*).

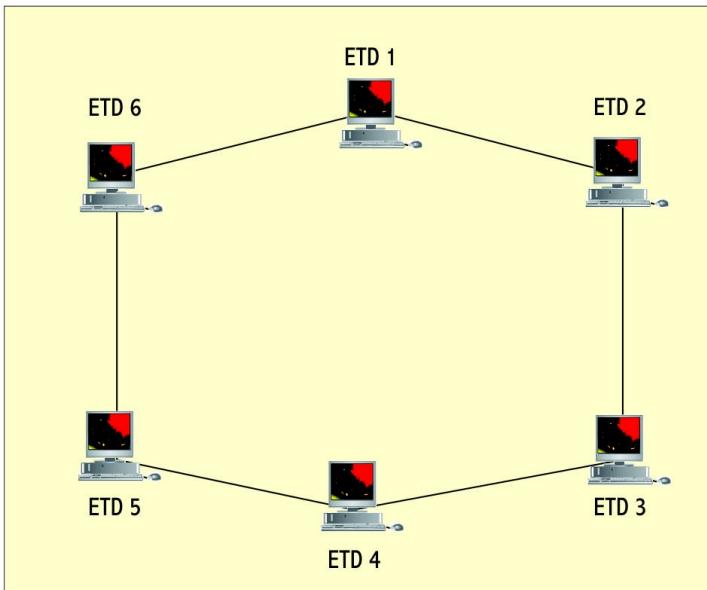


Dos tipos de topología en anillo:

- **Anillo con control distribuido**

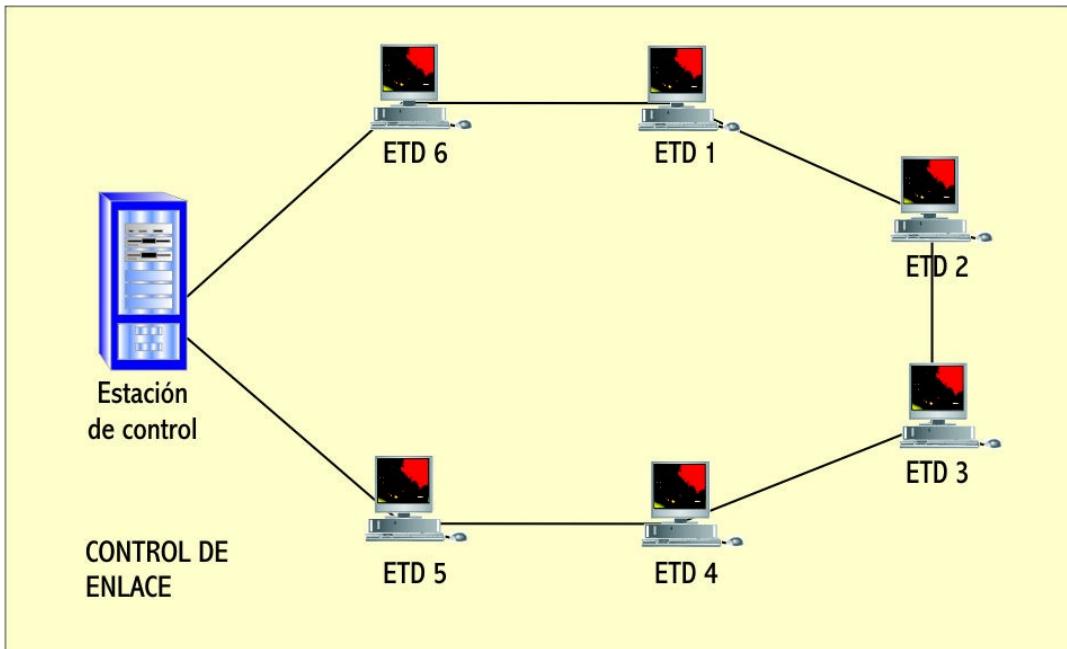
Cada estación está conectada solo a otras dos:

- los datos pasan de un nodo de la red al siguiente mediante repetidores
- la conexión es secuencial hasta cerrar un círculo o anillo





- **Anillo con control centralizado (Lazo o bucle)**
  - Uno de los nodos posee mayores atributos que el resto.
  - Tiene la responsabilidad de controlar las comunicaciones.



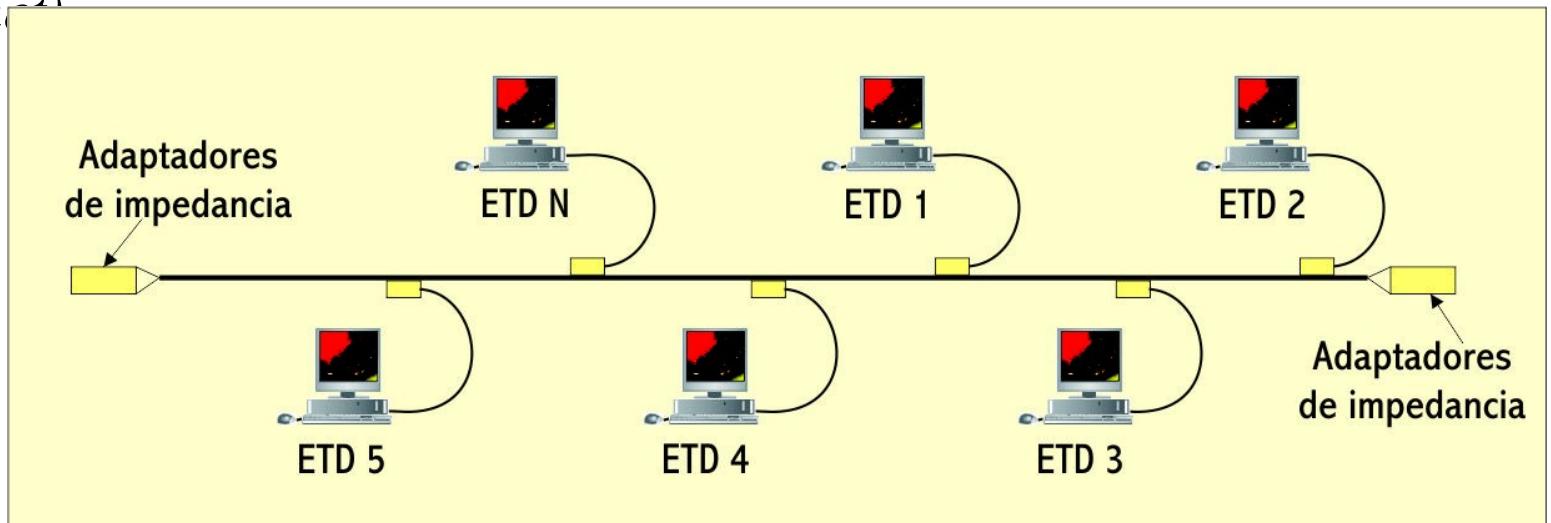


#### 4.2.4.4 En bus o barra

Cada equipo terminal esta conectado a un bus o barra

- circula toda la información
- se distribuye por el procedimiento de difusión.

Usada en las Redes de Área Local (LAN) de norma 802.3 de la IEEE  
(Ethernet)





#### *4.2.4.5 Características comparativas de las topologías básicas*

CARACTERISTICA	ESTRELLA	MALLA	ANILLO	BUS
Número de nodos	*Bajo / Medio	Alto	Medio / Alta	Medio / Alta
Confiabilidad	Media	Media	Baja	Media
Facilidad de reconfiguración de la red	Baja	Alta	Baja	Alta
Facilidad de localización de las fallas	Alta	Baja	Alta	Baja
Cantidad de enlaces necesarios	Alta	Alta	Baja	Baja



## 4.2.5 Topologías híbridas

### 4.2.5.1 Aspectos generales

Combinación de las topologías básicas (estrella, malla, anillo y bus).

Superan limitaciones:

- Incompatibilidad con el medio de transmisión.
- Limitación en el número de estaciones.
- Limitación en el alcance de las redes.
- Dificultades de operación y/o mantenimiento.
- Baja disponibilidad.

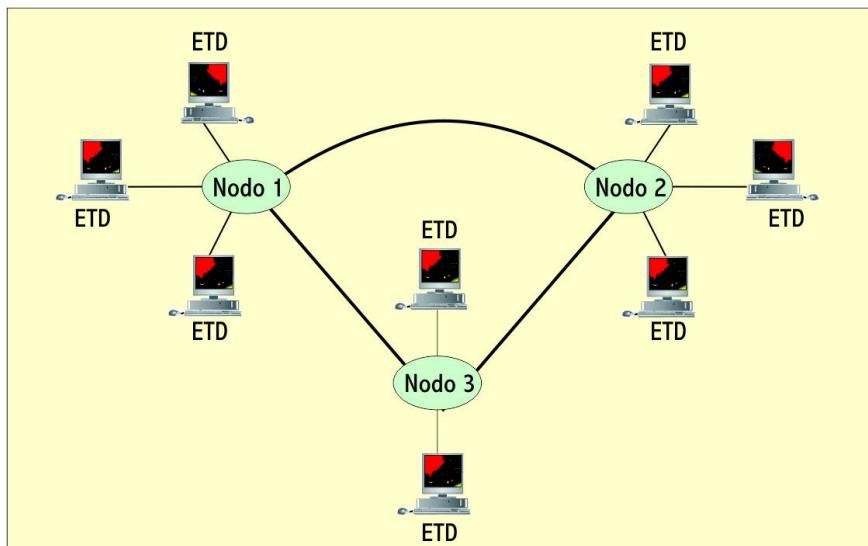


#### 4.2.5.2 Estrella/malla

Presentan características de ambas topologías.

Ejemplo: la red telefónica conmutada

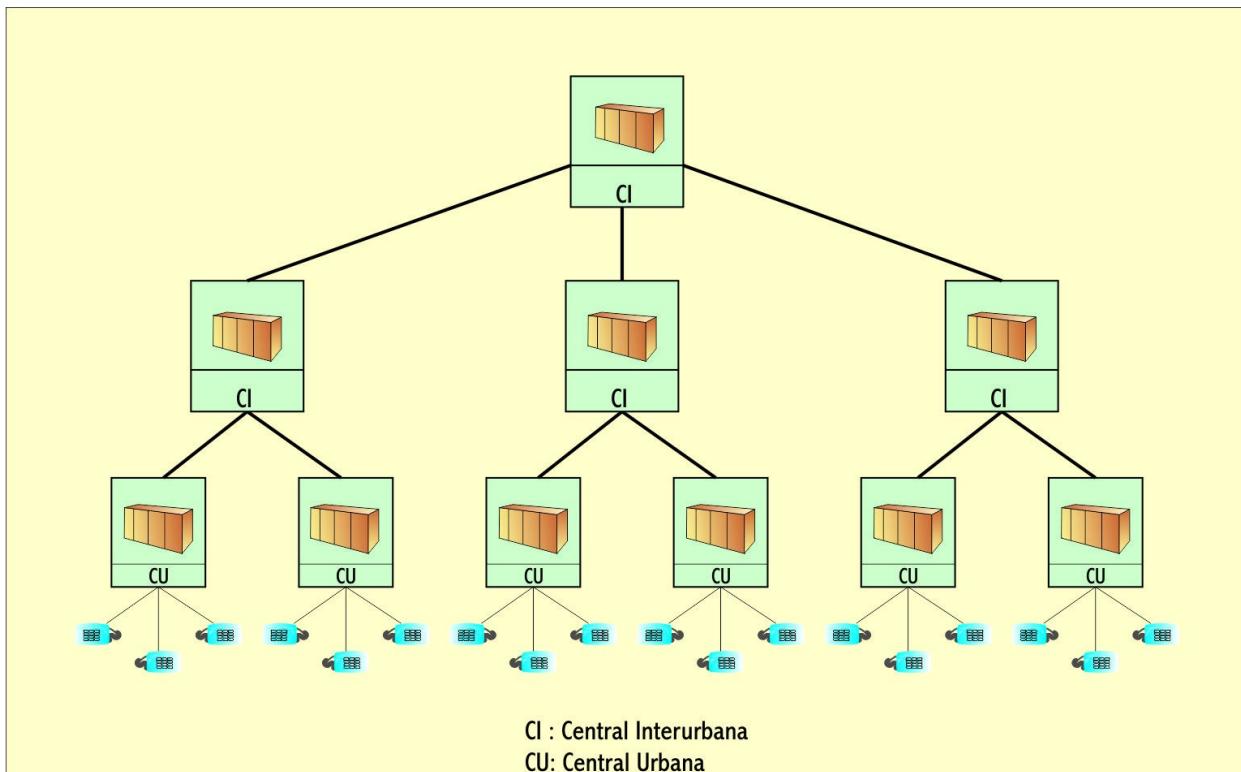
- las centrales con los abonados constituyen una red estrella
- las centrales están conectadas entre sí en malla irregular





#### 4.2.5.3 Jerárquica (estrella/estrella)

Ciertos nodos son tributarios de otros de mayor jerarquía.

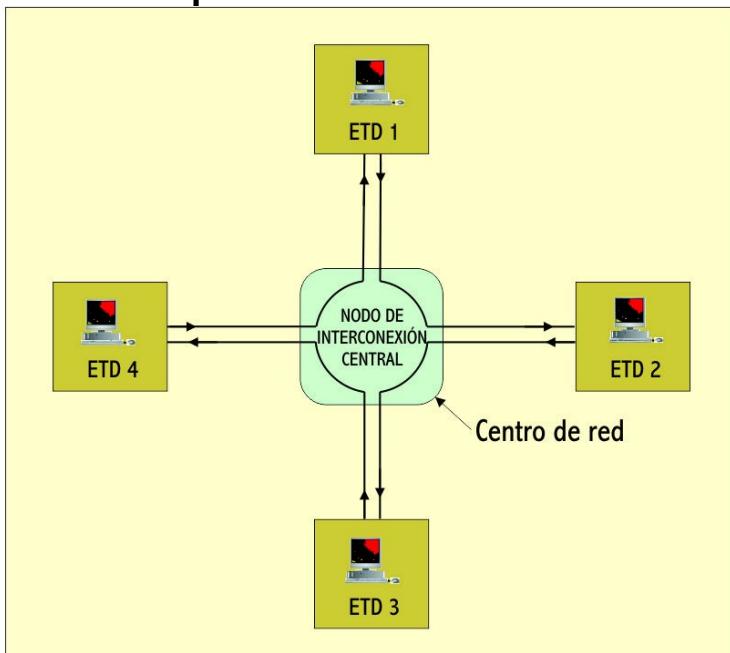




#### 4.2.5.4 Anillo/estrella

Topología lógica de anillo con disposición física de estrella.

Utilizada cuando el mantenimiento del anillo es difícil, por muchos nodos, y/o tendido físico complicado.

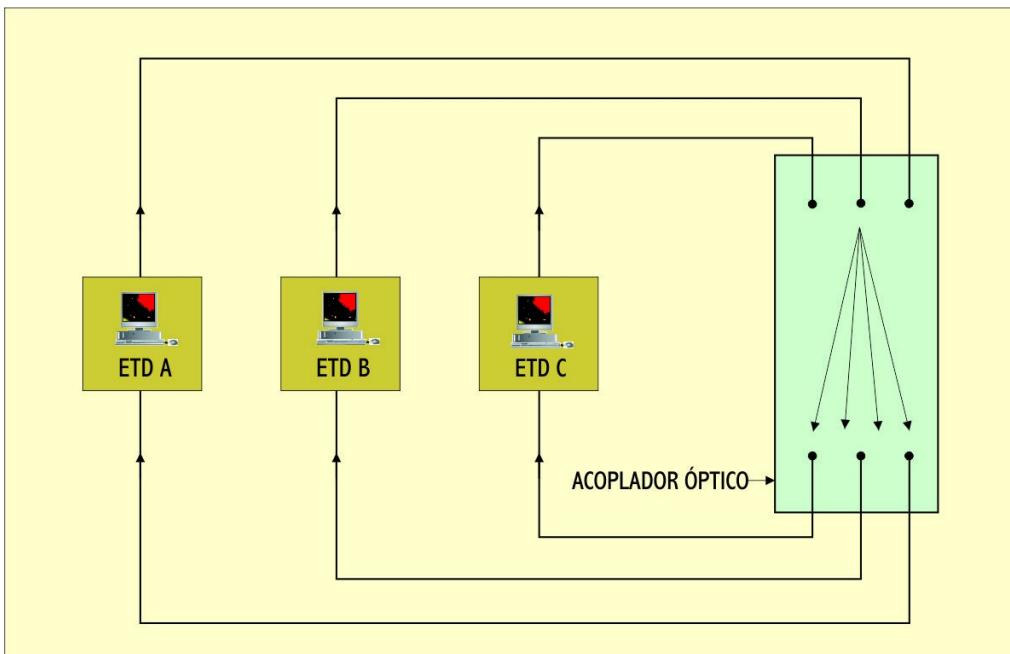




#### 4.2.5.5 Red bus/estrella

Conexionado lógico de bus, conectados físicamente en estrella.

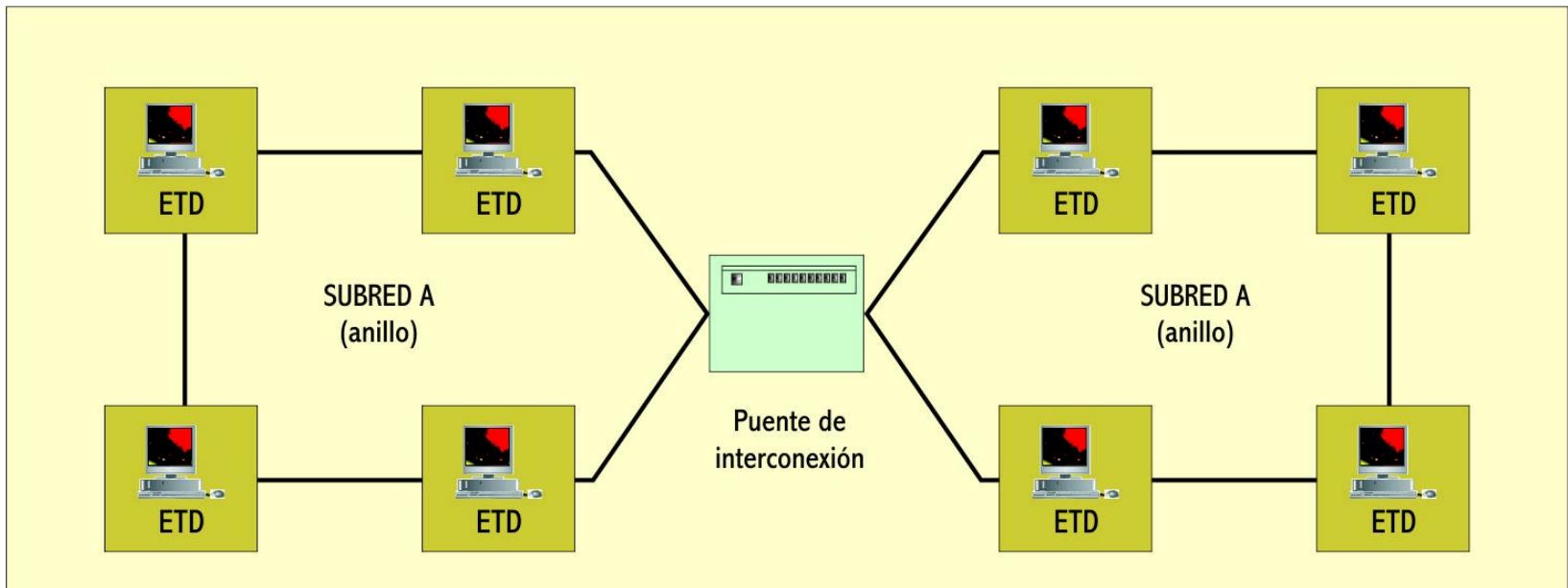
Utilizadas cuando el medio es fibra óptica (tiene dificultades para implementar un enlace punto a multipunto como en bus).





#### 4.2.5.6 Estrella/Anillo

Coneectar varias subredes entre sí, aumentando la confiabilidad ante posibles fallas.





## 4.3 Arquitecturas de comunicaciones

### 4.3.1 Aspectos generales

Las redes de telecomunicaciones necesitan:

- establecer una comunicación
- controlar el flujo de datos entre las estaciones
- cuando el dialogo finalizo, liberarla

La arquitectura de la red es un conjunto de normas que fijan las reglas para que los equipos terminales puedan comunicarse entre sí.



### 4.3.2 Concepto de conectividad

Es la posibilidad de interconectar equipos de diferentes marcas y proveedores, integrándolos en redes armónicas con los mismos estándares.

Hay arquitecturas abiertas y propietarias.

Las abiertas tienen como fundamento teórico básico el modelo de capas o niveles, normalizado por la ISO y la UIT-T.



### 4.3.3 Clasificación de las arquitecturas de comunicaciones

#### 4.3.3.1 Arquitecturas propietarias

- **Arquitectura SNA-Arquitectura de Redes de Sistemas (*Systems Network Architecture*)**

Desarrollada por IBM para la interconexión de redes de computadoras con una fuerte centralización:

- un procesador central importante (mainframe)
- computadores medianos
- estaciones bobas (terminales de entrada/salida de texto)



- **Arquitectura DNA-Arquitectura para Redes Distribuidas**  
*(Distributed Network Architecture)*

Basada en siete capas similares a la arquitectura OSI.

Niveles: Enlace Físico, Enlace de Datos, Transporte, Control de Sesión y Servicios de Red, Aplicación de Red, Gestión de Red y Usuario.

- **Arquitectura DSE—Ambiente de Sistemas Distribuídos**  
*(Distributed System Environment)*

Capas denominadas estratos: Enlace, Encaminamiento, Transporte, Sesión y Presentación.



#### 4.3.3.2 Arquitecturas abiertas

- **Arquitectura OSI-Interconexión de Sistemas Abiertos (*Open Systems Interconnection*)**

Modelo de referencia diseñada conjuntamente por la Organización Internacional para las Normalizaciones (ISO) y por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T).

- **Arquitectura DARPA-Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados para la Defensa (*Defense Advanced Research Project Agency*)**
- Pertenece a esta arquitectura, la suite de protocolos conocidos como TCP/IP.



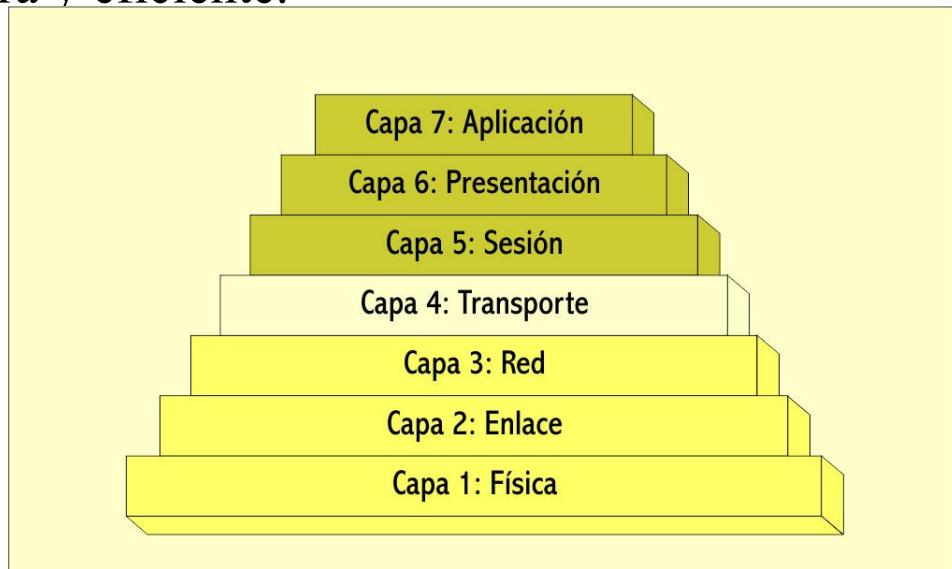
## 4.3.4 El concepto de la ISO

### 4.3.4.1 Descripción del modelo

El modelo de la ISO está compuesto por siete capas.

Para cada una de ellas debe estar definido un protocolo para sus funciones.

El modelo distribuye las funciones que se necesitan cumplir para lograr una comunicación segura y eficiente.





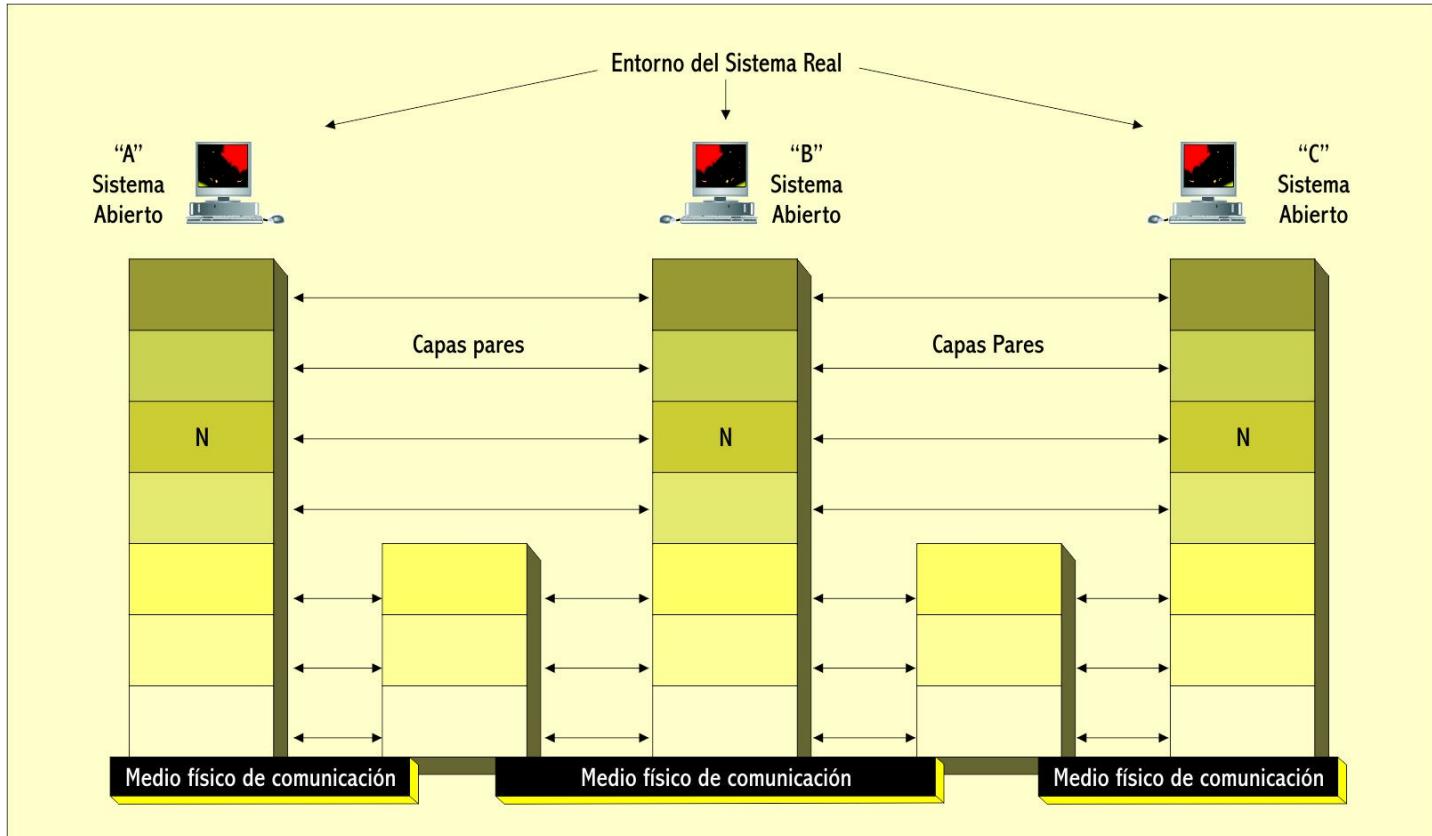
#### *4.3.4.2 Principios considerados para la determinación del número de capas*

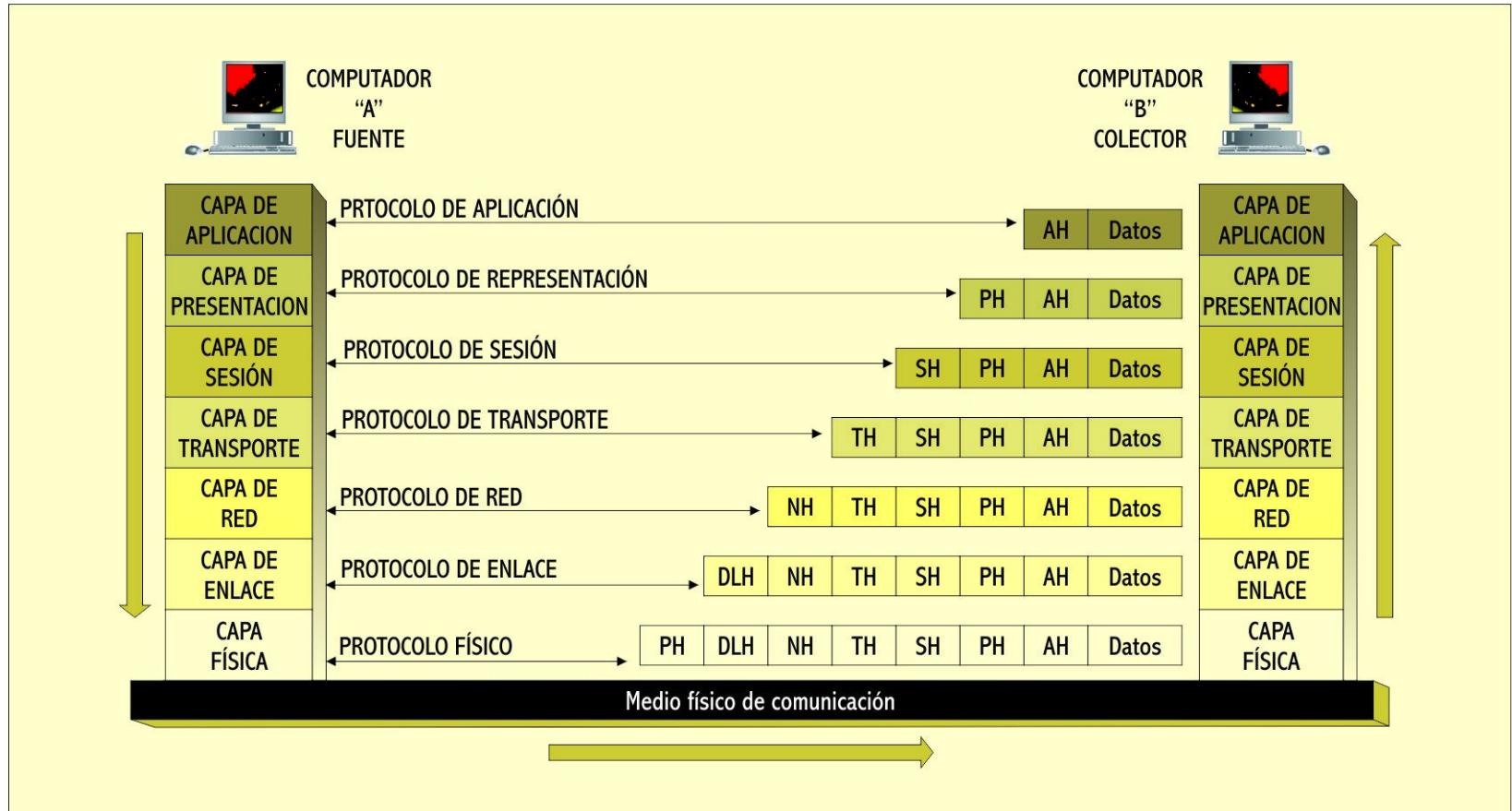
- El número de capas no debe ser grande.
- El numero de capas debe estar relacionado con la funciones para ejecutar.
- Las fronteras entre una capa y otra deben minimizar el flujo de información.
- Las funciones de una capa deben poder rediseñarse por avances en la tecnología sin alterar los servicios de las capas adyacentes.
- La frontera entre una capa y otra debe estar en donde resulte útil normalizar la interfaz correspondiente a ambas.



#### 4.3.4.3 Relaciones entre las distintas capas







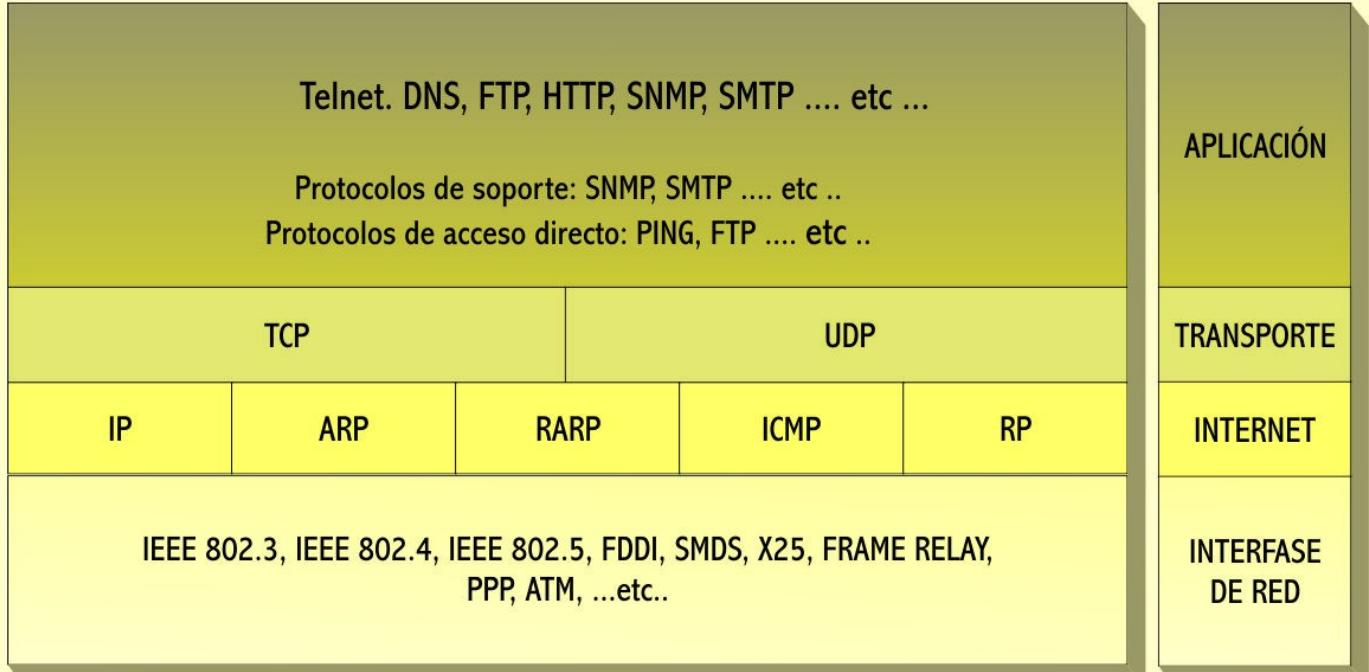


#### 4.3.4.4 El modelo de la ISO y la arquitectura TCP/IP

MODELO OSI



ARQUITECTURA TCP/ IP





## 4.3.5 Funciones y servicios de capa

### 4.3.5.1 Introducción

Los protocolos de capa deben proporcionar servicios a la capa inmediata superior mediante funciones.

Analicemos las funciones de cada capa del modelo.



#### 4.3.5.2 Capa Física

- Conecta al computador con el medio de comunicaciones
- Permite que los *bits* sean transferidos desde este hacia la red y viceversa (comunicación con commutación) o hacia otro computador (comunicación punto a punto, sin commutación).
- Establece las especificaciones mecánicas, eléctricas y lógicas para ejecutar los procedimientos necesarios para comenzar, mantener y finalizar la conexión física



#### *4.3.5.3 Capa de enlace*

- Establece, mantiene y libera el enlace entre terminales.
- Permite la transferencia ordenada de las tramas trasmitidas.
- Facilita el flujo de información
- Detecta y corrige los errores
- Contiene la dirección de destino.

Esta capa y la capa física son las mínimas necesarias para transferir datos.



#### *4.3.5.4 Capa de red*

- Permite direccionar el tráfico de paquetes mediante mecanismos de conmutación.
- Establece el camino deben seguir usando la dirección física del receptor.
- Encamina los paquetes hacia su destino de la manera mas eficiente.



#### *4.3.5.5 Capa de transporte*

- Permite mantener la integridad de los datos de extremo a extremo (fuente a colector).
- Facilitando el enrutamiento, la segmentación y la unión en el mensaje original.
- Si es necesario, recupera errores.
- Esta capa maneja mensajes.
- Efectuar la transferencia transparente de datos
- Optimizar el uso del servicio de red disponible
- Ofrece la calidad de funcionamiento que necesita cada ente a un costo mínimo.



#### *4.3.5.6 Capa de sesión*

- Maneja las disponibilidades de la red.
- Controla las memorias intermedias
- Verifica que la capacidad de procesamiento no se vea saturada
- Sincroniza los equipos terminales
- Verifica la autenticidad del usuario y el tipo de dialogo (simplex, semidúplex o dúplex).



#### *4.3.5.7 Capa de presentación*

Se ocupa de:

- la sintaxis de los datos
- la conversión de códigos (transcodificación)
- la encriptación o desencriptación (si fuera necesario su uso)
- la compresión y descompresión de la información



#### *4.3.5.8 Capa de aplicación*

- Controla y ejecuta las actividades que requiere una determinada aplicación desde y hacia el extremo remoto.
- Facilita la transferencia de archivos y de mensajes de correo
- Emula terminales virtuales
- Permite el acceso a bases de datos remotas
- Permite el gerenciamiento de la red.



## 4.4 Funciones ejecutadas por las redes de telecomunicaciones

### 4.4.1 Introducción

Las funciones básicas son:

- Conmutación.
- Transmisión.

En algunas redes como la telefónica, es necesario contar con la función de señalización.



## 4.4.2 Conmutación

### 4.4.2.1 Conceptos generales

Consiste en seleccionar un camino entre muchos posibles para enlazar dos equipos terminales utilizando vínculos.

Ejemplos de conmutadores:

- centrales telefónicas
- *router*
- *switch*, etc.

Técnicas básicas de conmutación:

- de circuitos
- de mensajes
- de paquetes.



#### 4.4.2.2 Conmutación de circuitos

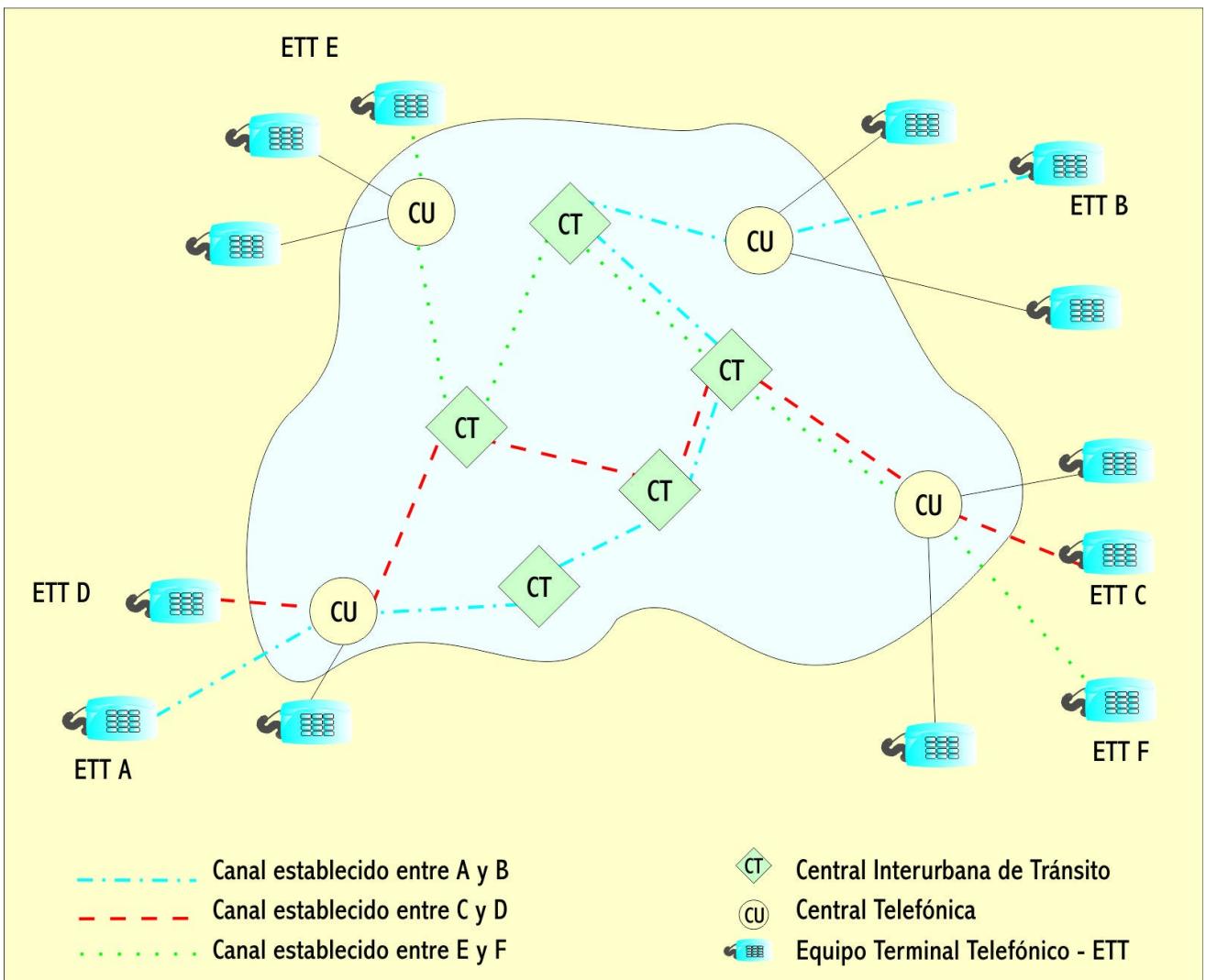
Los conmutadores establecen un camino físico determinado para cada comunicación. Los recursos están disponibles durante todo el tiempo que dura la comunicación.

Hay tres fases:

- Establecimiento de la comunicación.
- Transferencia de la información.
- Desconexión de la comunicación.

Los equipos se denominan llamante y llamado.

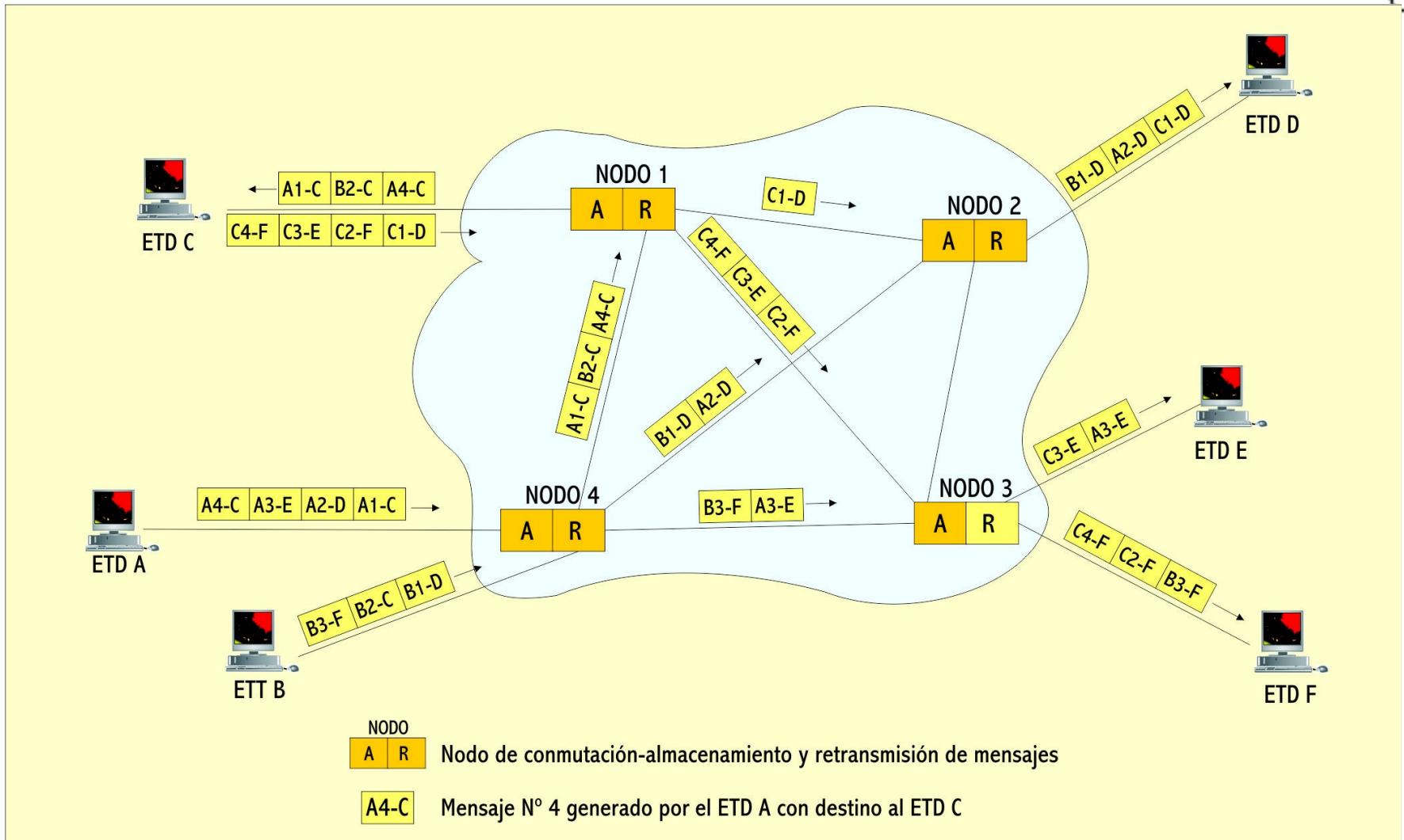
Para establecer el circuito se da intervención a los conmutadores de la red.





#### *4.4.2.3 Conmutación de mensajes*

Permite la transmisión de bloques de información digitalizada. Cada uno de ellos debe contener la dirección origen y la de destino. Hay procesos de almacenamiento y retransmisión de la información. Se basa en el almacenamiento de los mensajes en los nodos, donde son encolados a la espera del momento más oportuno para ser retransmitidos. Similar a la conmutación de paquetes no orientada a la conexión.



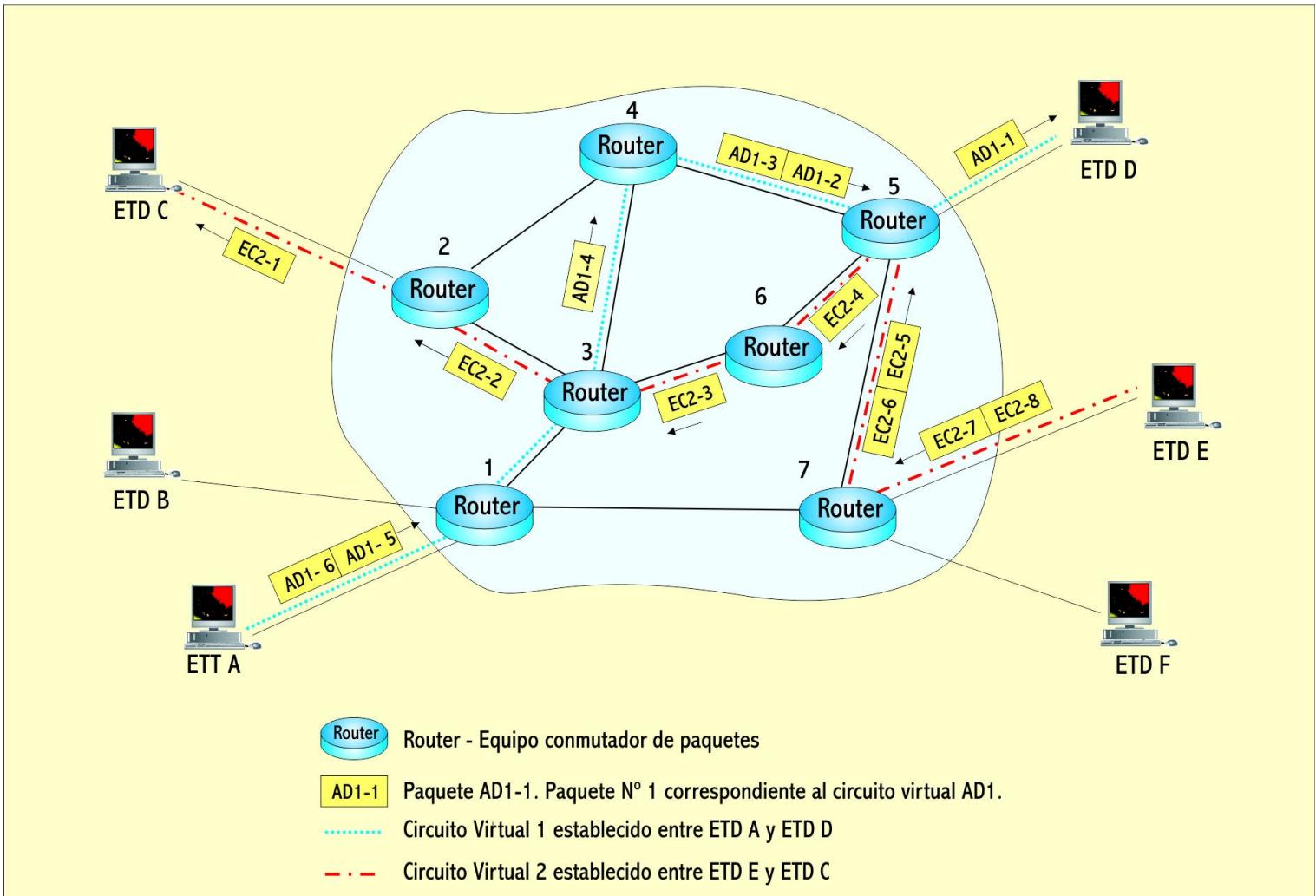


#### *4.4.2.4 Conmutación de paquetes*

La conmutación de paquetes solo puede funcionar con señales digitales. Los mensajes (compuestos por una sucesión de bits) son divididos en el equipo transmisor en mensajes de tamaño más reducido, denominados paquetes.

A los paquetes se les adiciona toda la información necesaria para que:

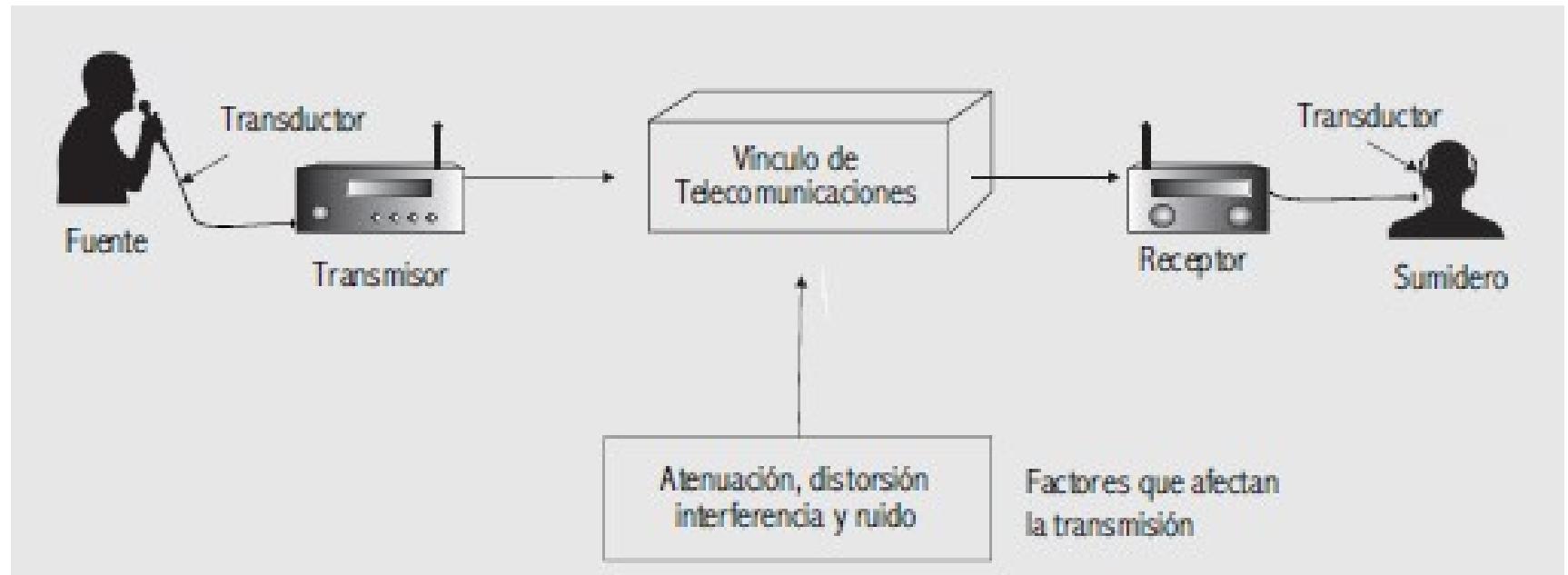
- los conmutadores puedan definir la ruta adecuada
- se pueda rearmar el mensaje en el destino.





### 4.4.3 Transmisión

Transportan la información entre los extremos , facilitando la comunicación entre los distintos nodos de la red, mediante vínculos cuya capacidad debe estar en relación directa con el tráfico.





## 4.5 La red telefónica conmutada

### 4.5.1 Aspectos generales

Las comunicaciones telefónicas fueron inventadas en el siglo XIX.

Muchas de las características de las redes de telecomunicaciones digitales actuales se han originado en la llamada red telefónica conmutada o POTS (*Plain Old Telephone Service*) para los servicios de telegrafía y telefonía.

Actualmente la red telefónica se ha transformado en la Red Soporte que brinda servicios que van mucho mas allá de la telefonía.



#### 4.5.2 Características particulares de la red telefónica

- **La red está siempre allí, donde uno la necesita (si llega...)**
- **Los costos son bajos o razonables.**
  - La UIT-T, establece parámetros para fijar las tarifas de los servicios.
- **El sistema telefónico es abierto para la transmisión de datos.**
  - No necesita autorizaciones especiales



### 4.5.3 Digitalización de la red

Las redes telefónicas inicialmente eran analógicas, porque la voz es analógica.

Con la tecnología de estado sólido y microprocesadores la digitalización avanzó rápidamente.

Han aumentado

- las velocidades de trasmisión
- la cantidad de instrucciones por segundo que pueden procesar los nodos

La digitalización de la red ha traído numerosas ventajas económicas y tecnológicas.



## 4.6 Características de la voz

### 4.6.1 Definiciones

Sonido es la propagación por medio de ondas de fenómenos audibles a través de un medio elástico.

Las ondas electromagnéticas se pueden propagar en el vacío, pero el sonido necesita siempre de un medio.

Sonido es la sensación que se produce en el órgano del oído de un observador como consecuencia del movimiento ondulatorio producido por la presión de las moléculas de aire.

Dos formas de analizarlo:

-física: con variables medibles (presión, energía sonora y fenómenos de propagación)

-psicológica: sensación producida en cada individuo



## 4.6.2 Propagación, intensidad y potencia del sonido

La propagación del sonido genera una presión sonora o acústica.

La energía de las ondas sonoras produce un movimiento ondulatorio de las partículas del aire, que ocasiona una variación en la presión estática del mismo.

El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido.

El sonido se propaga mediante el transporte de energía, pero sin transporte de materia, mediante ondas mecánicas a través de medios sólidos, líquidos o gaseosos.

Se generan vibraciones longitudinales que producen variaciones de presión en el medio.

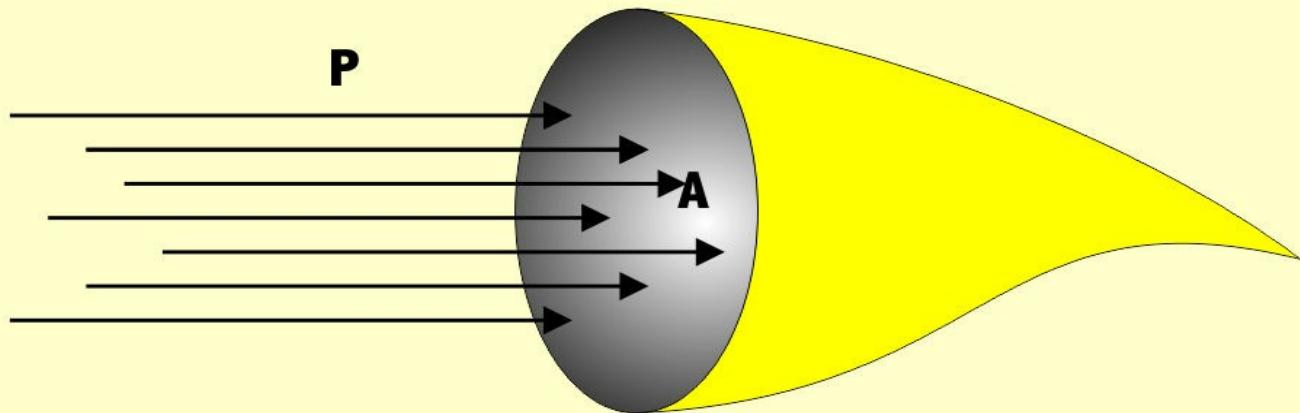
La velocidad de propagación no depende de la longitud de onda sino de:

- las características del medio (en el aire es 340 m/s)
- la temperatura a la que este se encuentre.

Al propagarse las ondas sonoras sufren una atenuación directamente proporcional al cuadrado de la distancia recorrida (el alcance es reducido).



La intensidad de un sonido es la presión sonora por unidad de superficie normal a la dirección de propagación.



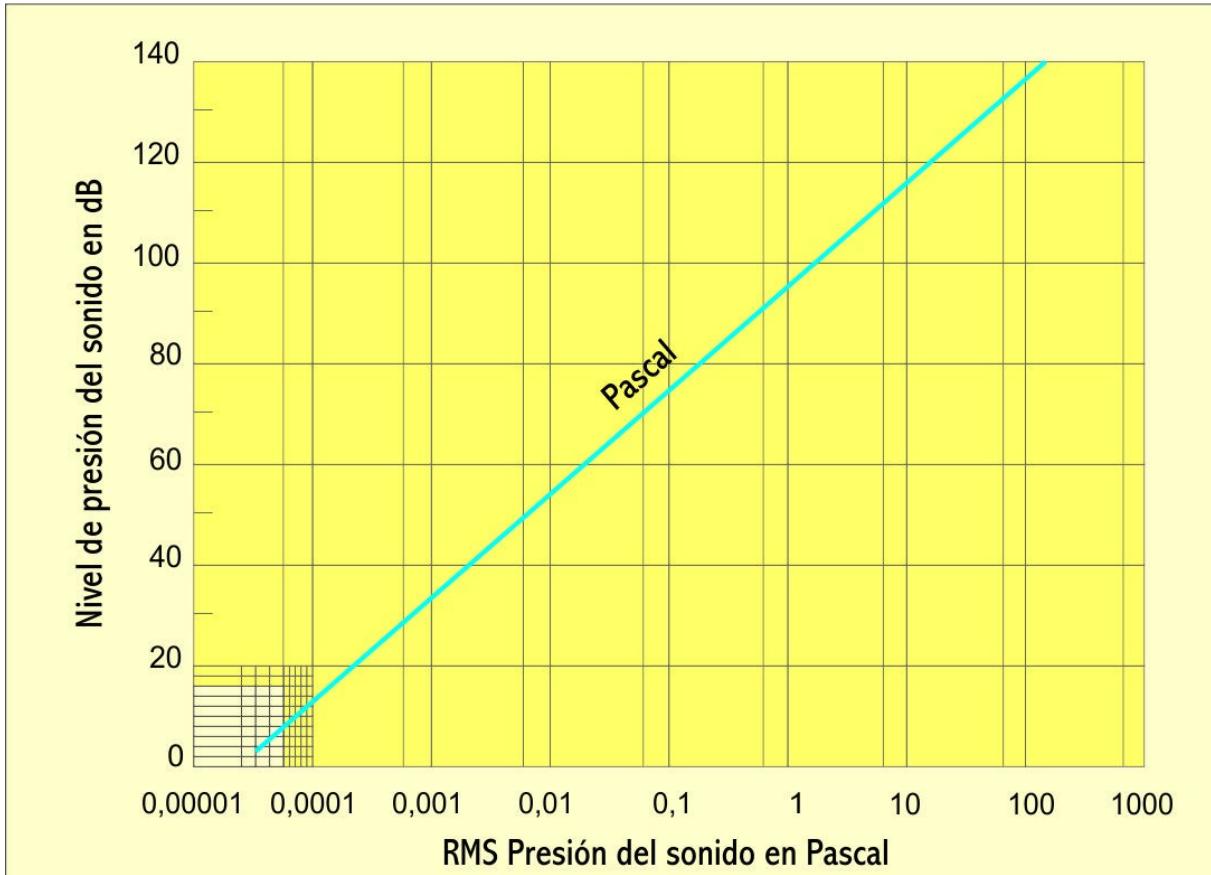
Donde:

$P$  = Presión sonora

$\sigma$  = Superficie normal en la dirección de propagación



Relación entre presión del sonido en dB y valores en Pascal.





## Valores de potencia acústica de diferentes sonidos

VARIABLES	Presión Sonido	Nivel Sonido
	Pa	dB
Turbina de un avión	200	140
Umbral de dolor	20	120
Máquina de taladrar o remachar	2	100
Esquina de una ciudad con mucho ruido	0,2	80
Oficina muy ruidosa	-----	70
Conversación en grupo	0,02	60
Automóvil a marcha normal	-----	50
Radio a volumen moderado	0,002	40
conversación íntima	0,0002	20
Susurros	-----	10
Umbral de audición	0,00002	0



### 4.6.3 Percepción del sonido

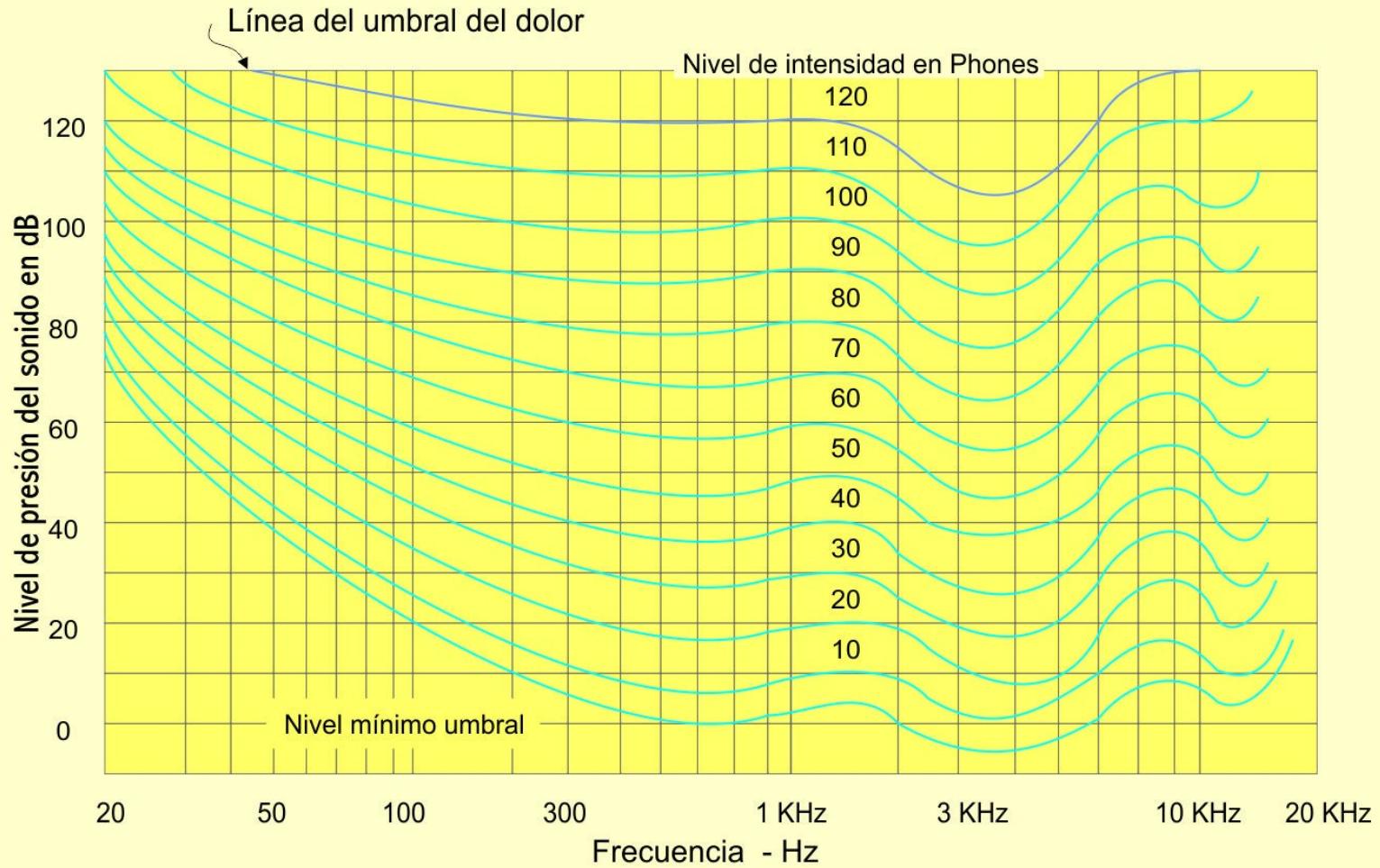
Volumen o intensidad (*loudness*) a la percepción subjetiva que tiene el ser humano de un determinado sonido.

Para duplicar una sensación de intensidad, habrá que duplicar también la ganancia en dB y no la potencia .

Un sonido está caracterizado por:

- la intensidad de potencia
- la única frecuencia (única o un conjunto dentro de un ancho de banda).

La frecuencia de un sonido esta vinculada a la velocidad de variación de la presión sonora o tono.





Por su tono se clasifican las voces masculinas y femeninas.

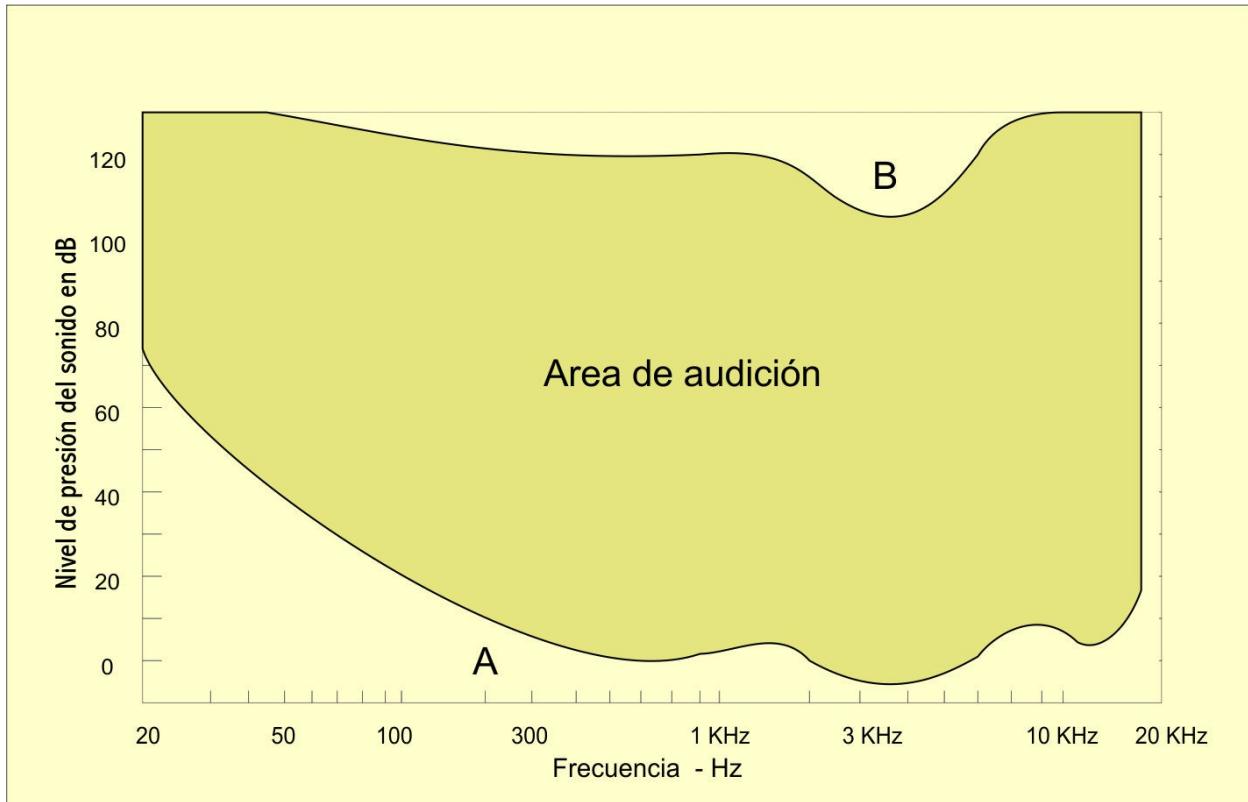
TONO	VOCES FEMENINAS	VOCES MASCULINAS
MÁS GRAVE ↑	Contralto	Bajo
↓	Mezzosoprano	Barítono
MÁS AGUDO	Soprano	Tenor
		Contratenor

La voz y los instrumentos generan sonidos que no son ondas sinusoidales puras.



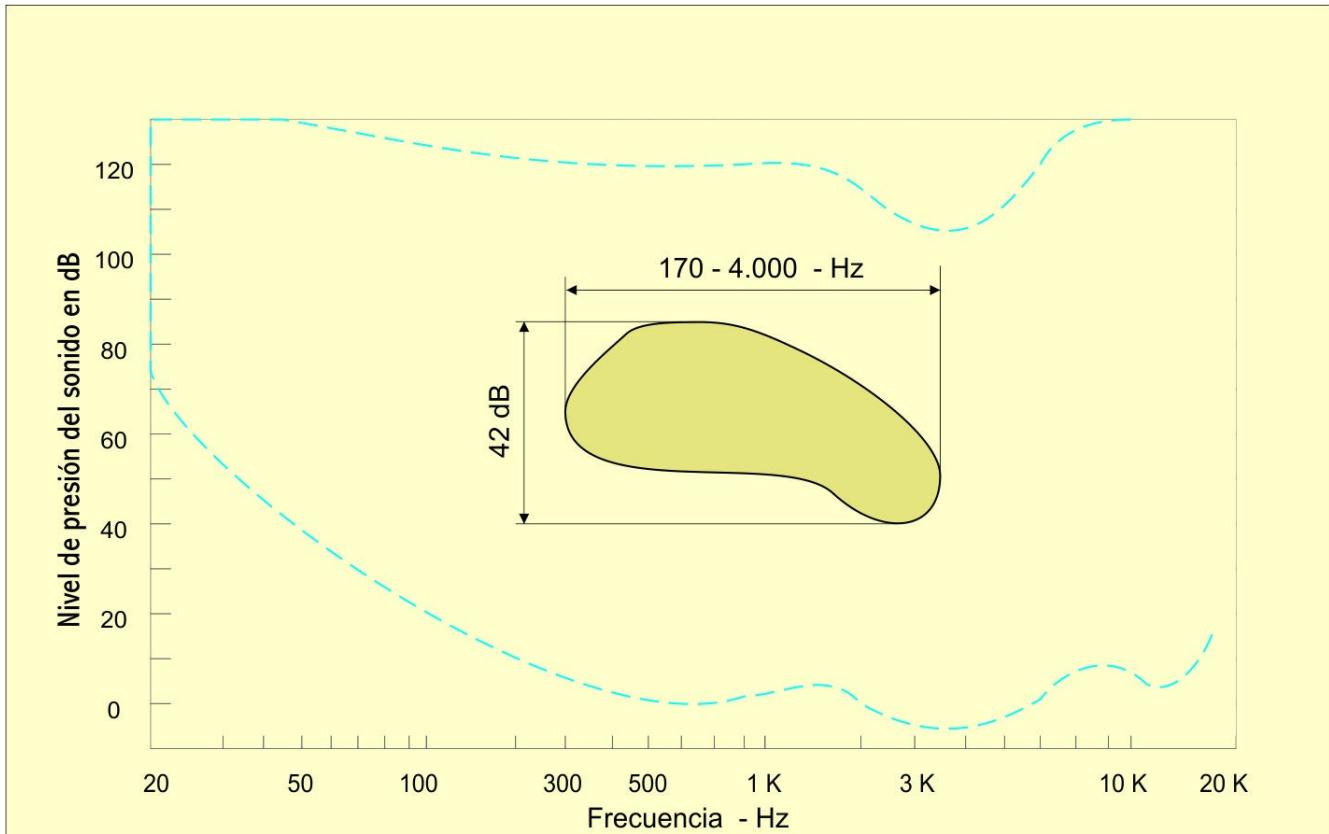
#### 4.6.4 Transmisión de la voz por la red telefónica

La red telefónica está diseñada para transportar la voz.



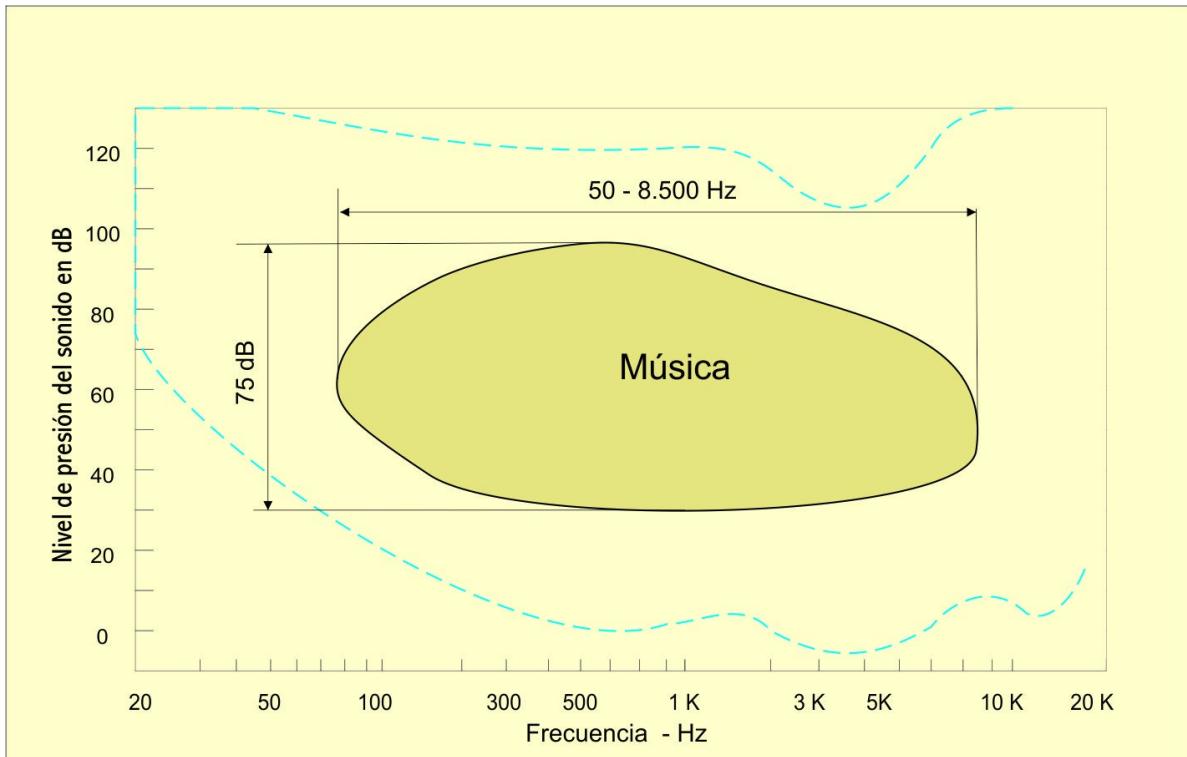


Región auditiva generada por la voz:





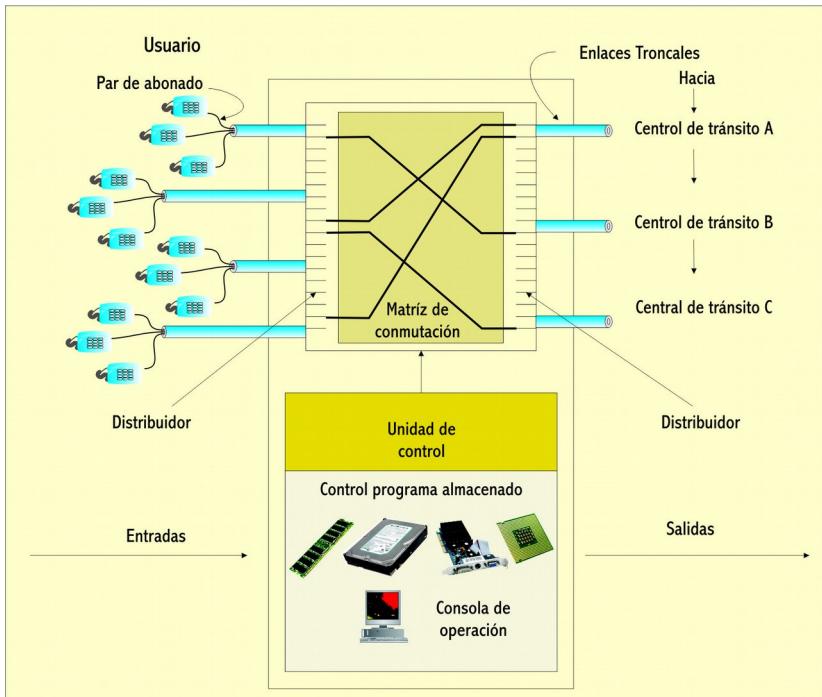
Región auditiva generada por la música:





## 4.7 Función conmutación en la red telefónica

### 4.7.1 Características del proceso de conmutación





## 4.7.2 Distintos tipos de conmutadores

- **Centrales locales (Local Exchange-Central Office)**

Son centrales públicas directamente vinculadas al usuario final.

En localidades chicas se instala una Unidad Automática:

- concentra las líneas sin unidad de control
- deriva los pedidos de conmutación a la central local



- **Centrales privadas**

Son conocidos como PABX, son de mediana capacidad, instaladas en empresas, no pertenecen al operador de la red pública.

Están conectadas por medio de enlaces trocales.

Actualmente, son de tecnología totalmente digital.



- **Centrales de tránsito (Tandem Exchange o Toll Center)**

Interconectan a las centrales locales de la red.

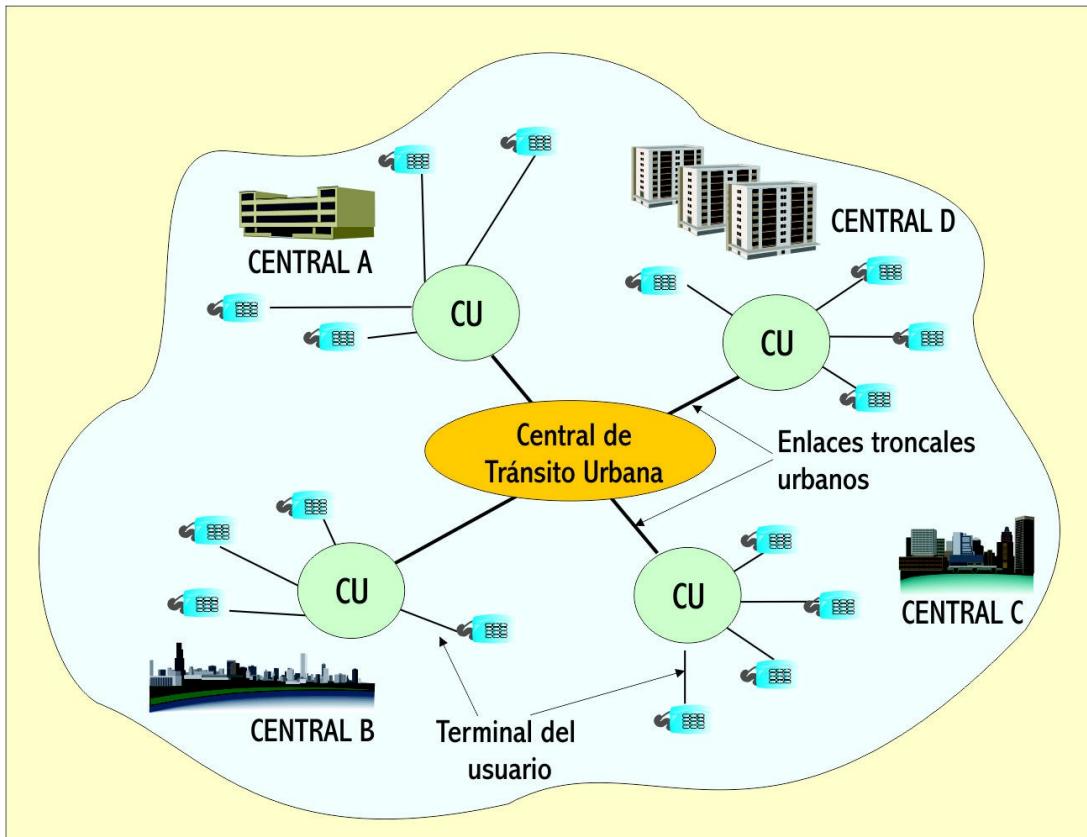
No poseen usuarios conectados a ellas, conmutan centrales locales o interurbanas.

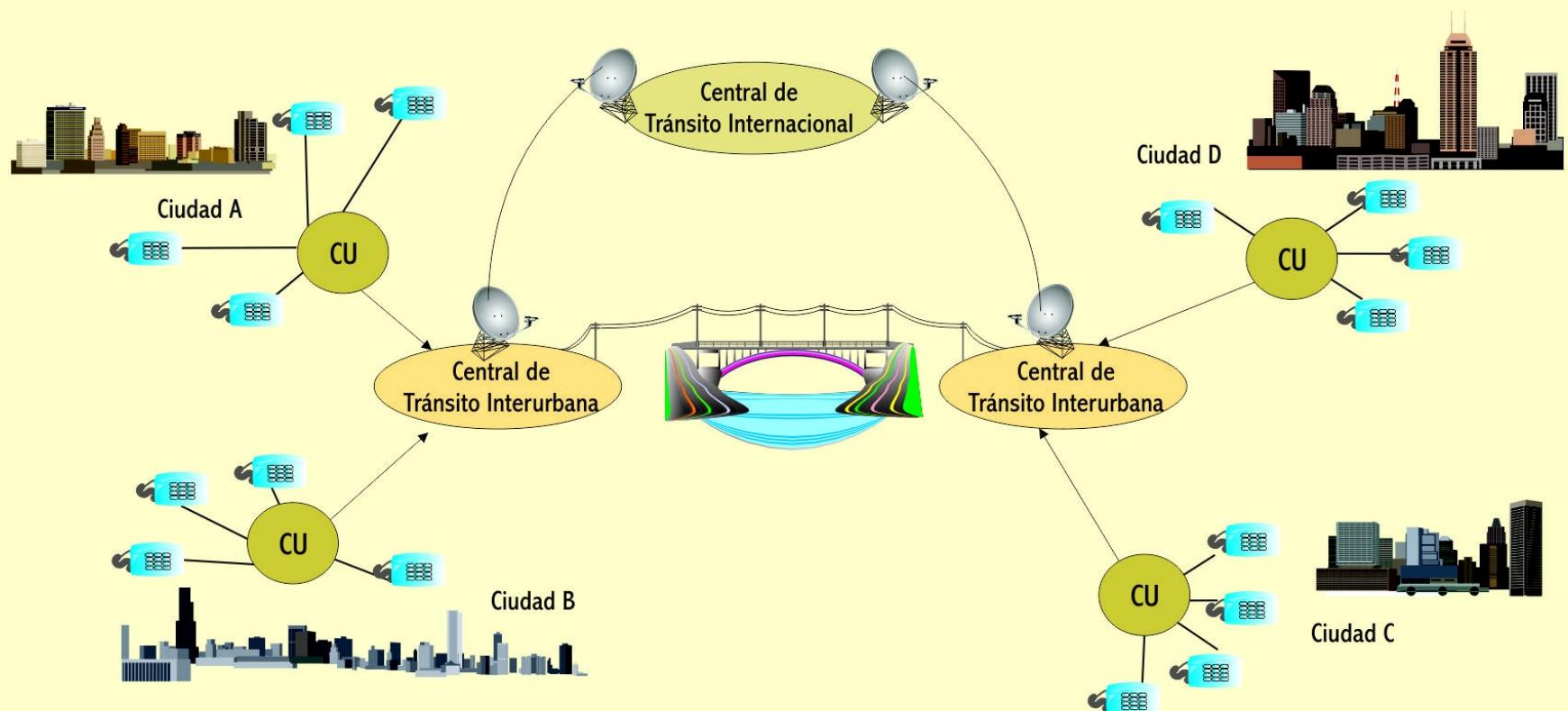
Se las conoce como:

- Centros Automáticos Urbanos
- CA Interurbanos
- CA Internacionales



### 4.7.3 Procesos de conmutación en la red telefónica





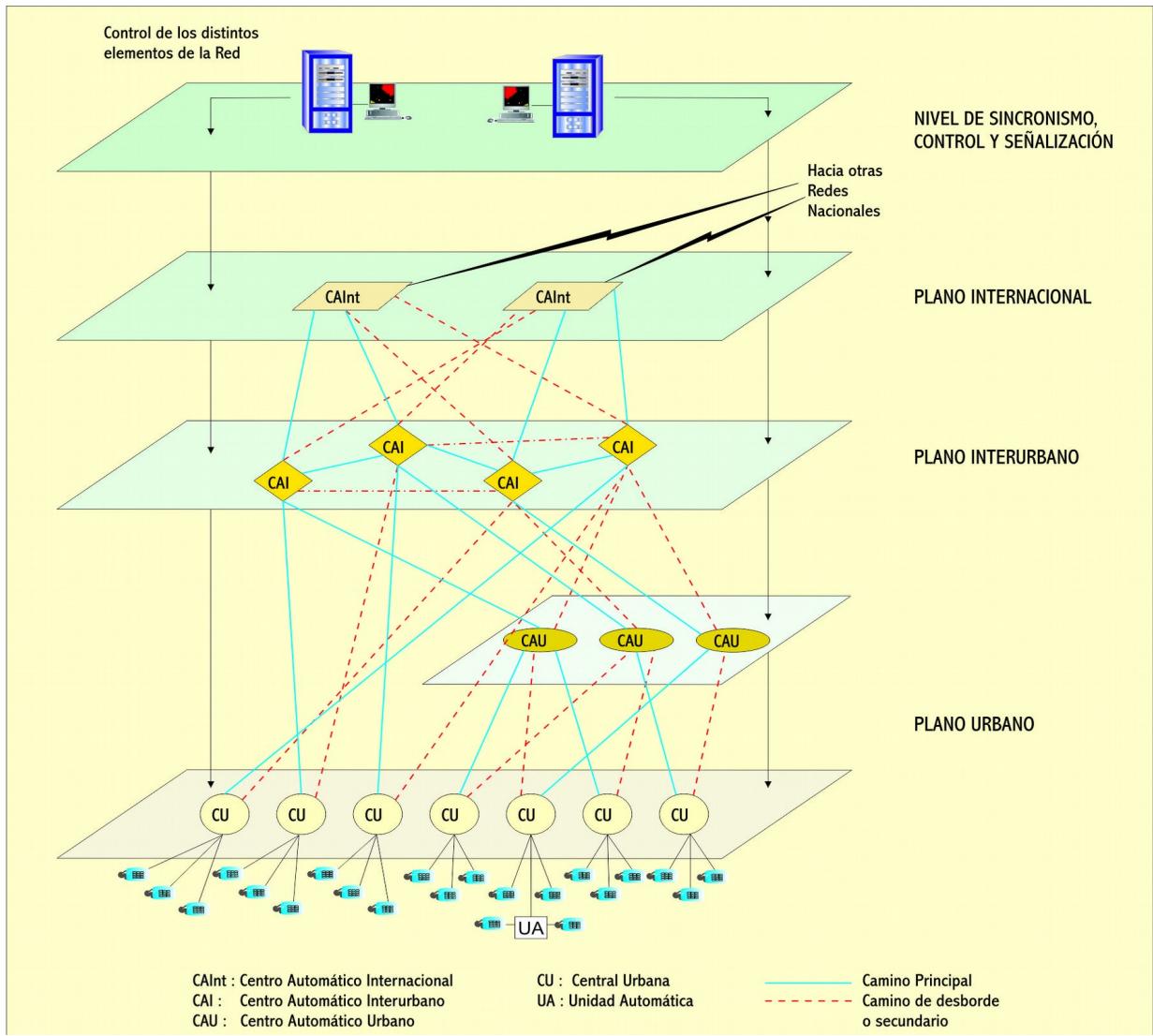


## 4.7.4 Plan de numeración

### 4.7.4.1 Aspectos generales

Plan de Encaminamiento: establece las rutas, y sus alternativas, para cada uno de los enlaces posibles.

Da lugar a un Plan de Numeración construido sobre la base del orden jerárquico que se desprende de la topología de la red.





## 4.7.4.2 Plan de Numeración Telefónico

### Códigos de país iberoamericanos y americanos de lengua inglesa

PAÍS	CÓDIGO	REGIÓN	PAÍS	CÓDIGO	REGIÓN
Anguila	1	5	Guayana Francesa	594	5
Antigua	1	5	Guinea Ecuatorial	240	5
Antillas Holandesas	599	5	Guyana	592	5
Argentina	54	5	Haití	509	5
Argentina (Islas Malvinas)	500	5	Honduras	504	5
Aruba	297	5	Islas Caimán	1	5
Bahamas	1	5	Islas Saint Kitts	1	5
Barbados	1	5	Islas San Pedro y Michelon	508	5
Belice	501	5	Islas Turcos y Caicos	1	5
Bolivia	591	5	Islas Vírgenes Británicas	1	5
Brasil	55	5	Jamaica	1	5
Canadá	1	5	Martinica	596	5
Chile	56	5	México	52	5
Colombia	57	5	Montserrat	1	5
Costa Rica	506	5	Nicaragua	505	5
Cuba	53	5	Panamá	507	5
Domínica	1	5	Perú	51	5
Ecuador	593	5	Portugal	351	5
El Salvador	503	5	San Vicente	1	5
España	34	5	Santa Lucía	1	5
Estados Unidos	1	5	Surinam	597	5
Granada	1	5	Trinidad & Tobago	1	5
Guadalupe	590	5	Uruguay	598	5
Guatemala	502	5	Venezuela	58	5



- **Código Nacional de Área**

Facilita el encaminamiento dentro de una red nacional.

Puede tener hasta varios dígitos.

En USA todos los códigos de área tienen siempre tres dígitos.

En muchos países se asigna siempre 10 dígitos a la totalidad del número nacional de un abonado.

- si en el modo local el número tiene ocho dígitos, el código de área tiene dos.
- si tiene seis dígitos, los otros cuatro corresponderán al código de área.



- **Número de abonado local**

Varia entre cinco y ocho dígitos en las redes totalmente automáticas.

La longitud dependerá de la importancia del centro urbano.

**Códigos de Acceso:** se anteponen al número telefónico del abonado para:

- acceder a una Central de Transito Interurbana (Código de Acceso Interurbano).
- acceder a una Central de Transito Internacional (Código de Acceso Internacional).



## 4.8 Equipos terminales conectados a la red telefónica

### 4.8.1 Introducción

Terminales habituales: teléfonos, facsímil y computadoras con módem.

Los equipos facsímil son reemplazados por el uso del correo electrónico.



## 4.8.2 Teléfonos

- Dos grandes grupos:
  - los equipos normalizados, que pueden ser conectados directamente a la red telefónica,
  - los equipos propietarios, que solamente pueden ser conectados a las centrales privadas para las cuales han sido diseñados.
- Los propietarios tienen funciones especiales.

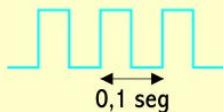


- Procedimientos de discado

Señales de pulsos: se generan desde los teléfonos con dial rotativo o con teclado digital.

El dial genera pulsos de corriente/no-corriente.

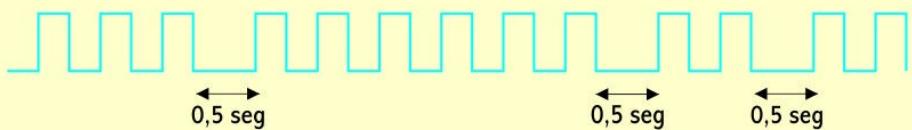
Tren de pulsos cuando se disca el N° 3



Tren de pulsos cuando se disca el N° 6



Secuencia de discado de 4 números consecutivos <3>, <6>, <2>, <2>

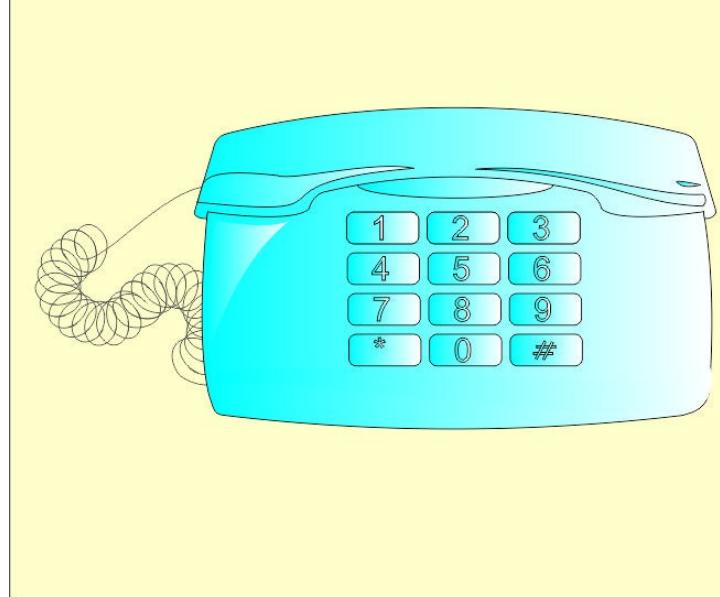


Intervalo entre números: 0,5 segundos (mínimo)



- Procedimientos de discado

Señales multifrecuentes: se generan desde teléfonos con teclado digital.  
Las señales generadas son dos tonos de distinta frecuencia.



	1209 Hz	1336 Hz	1447 Hz	
Fila 1	1	2	3	697 Hz
Fila 2	4	5	6	770 Hz
Fila 3	7	8	9	852 Hz
Fila 4	*	0	#	943 Hz
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	



### 4.8.3 Facsímiles

Terminal que permite la transmisión de documentos escritos.

Se convierte su contenido en señales eléctricas.

Trabajaban a una velocidad de transmisión razonables y lograban una calidad aceptable.

Clasificados por la UIT-T en cuatro grupos: Clases I a IV.



## 4.9 Distintos usos de la red telefónica

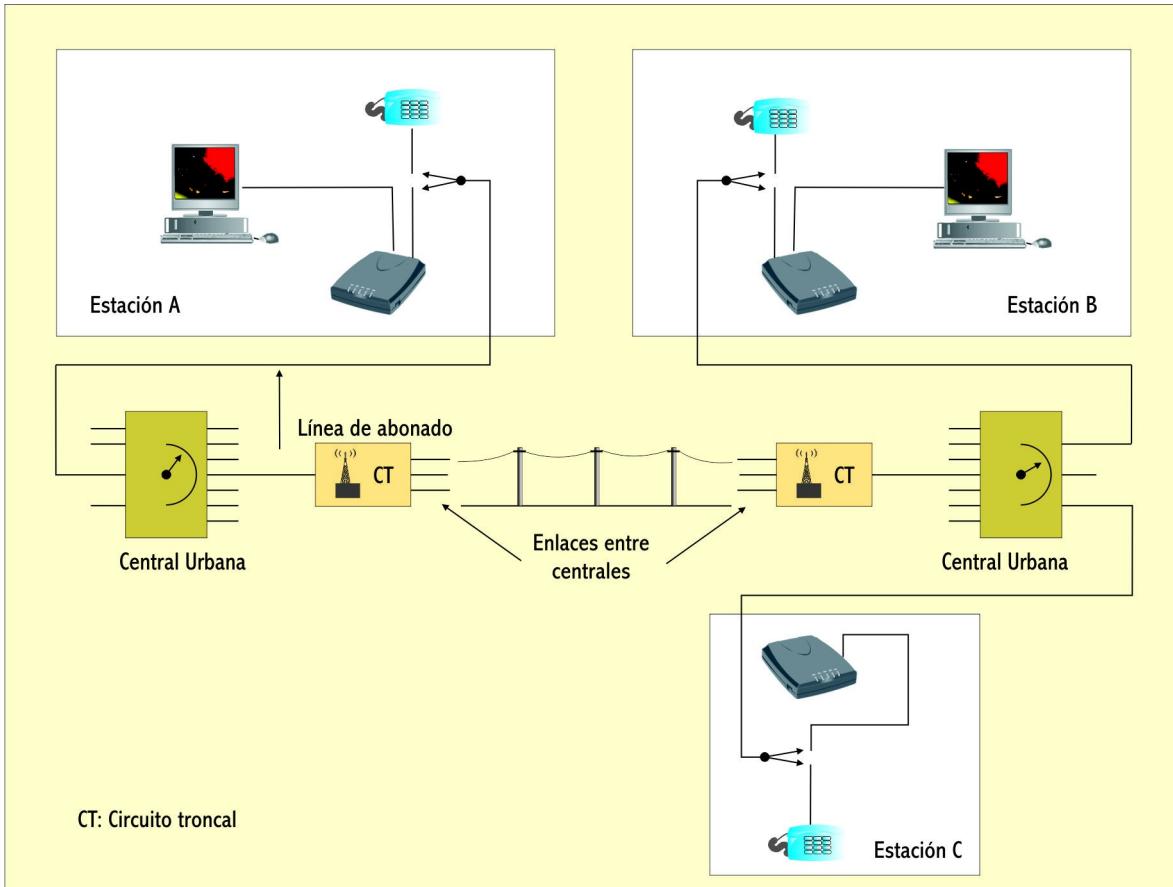
### 4.9.1 Consideraciones generales

Las redes telefónicas se emplean para la transmisión de datos ya que:

- El servicio telefónico está disponible en todo el mundo.
- Importantes inversiones de capital han instalado sistemas de transmisión.
- El costo de una red privada se ha tornado accesible mediante la contratación de circuitos arrendados de la red telefónica (red soporte).
- Es un servicio normalizado internacionalmente.
- Los costos son aceptables.



#### 4.9.2.1 Aspectos generales





#### *4.9.2.2 Características especiales de los circuitos conmutados*

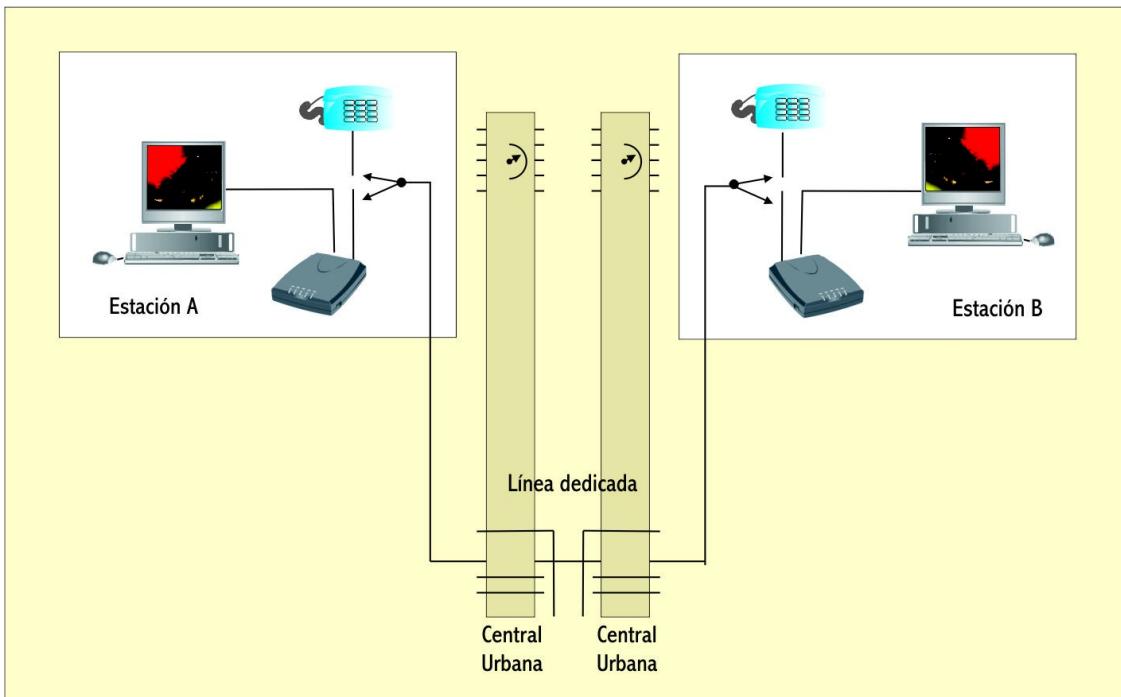
- Esta transmisión no puede ser pre acondicionada (el enrutamiento puede cambiar en cada comunicación).
- Si la comunicación es muy deficiente se vuelve a efectuar la llamada para buscar un enrutamiento diferente.
- El enlace se desconecta una vez que se termina la comunicación.
- La tarifa está relacionada con el tiempo de la comunicación y la distancia.
- Tienen poca calidad, en comparación con los circuitos arrendados.
- Puede haber ruido impulsivo (poco frecuente en redes digitales)
- La señalización está dentro de la banda de transmisión, los equipos de datos no deben interferir.
- Velocidad de modulación máxima: 3300 Baudios
- Velocidad de transmisión máxima: 52 000 bps.



## 4.9.3 Los circuitos arrendados

### 4.9.3.1 Aspectos generales

En circuitos arrendados sobre la red telefónica se puede obtener mejor calidad de transmisión.





#### *4.9.3.2 Características especiales de los circuitos arrendados*

- Están conectados a través de los edificios de las centrales urbanas pero no pasan por sus dispositivos de conmutación (sin ruido impulsivo)
- Poseen dispositivos que disminuyen las perturbaciones y la distorsión.
- Los ecualizadores corrigen la distorsión de frecuencia.
- Al seleccionar los pares se buscan los de menores pérdidas.
- Se puede trabajar con mayores velocidades de modulación que en los circuitos conmutados.



#### 4.9.4 Red soporte

Las redes particulares (empresariales) se implementan contratando circuitos arrendados de cuatro hilos(punto a punto) a los operadores de la red telefónica publica.

Los circuitos que se contratan son digitales.

Se debe especificar:

- los puntos que deben ser unidos (inicial y final)
- el ancho de banda que se requiere (bps)

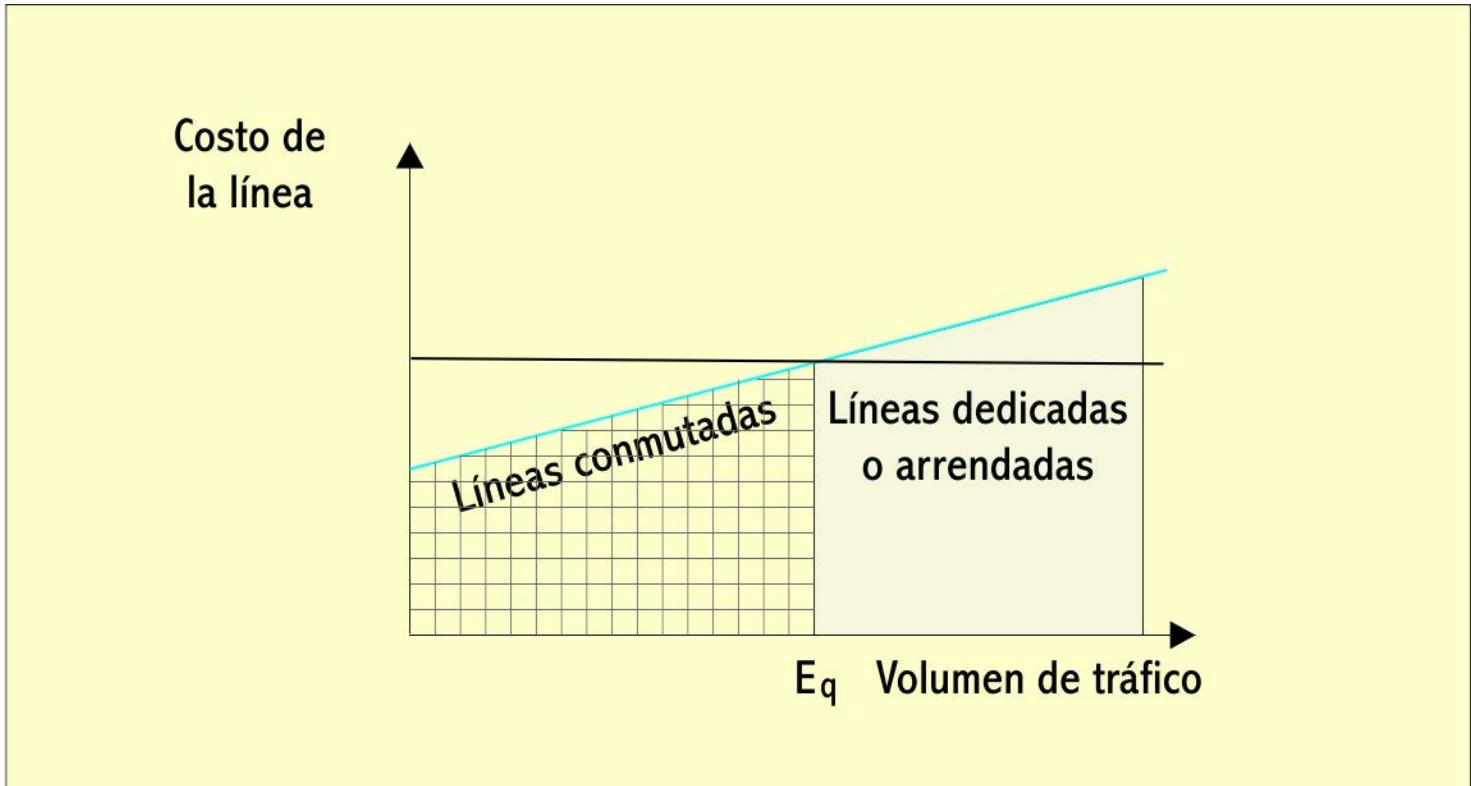
Puede soportar otras aplicaciones diferentes a la telefónica.

Se usan:

- cuando la línea no debe estar nunca ocupada en otra conversación
- cuando los costos de commutación son mayores que los de arrendar la línea.



#### 4.9.5 Análisis de costos entre servicios conmutados y servicios permanentes

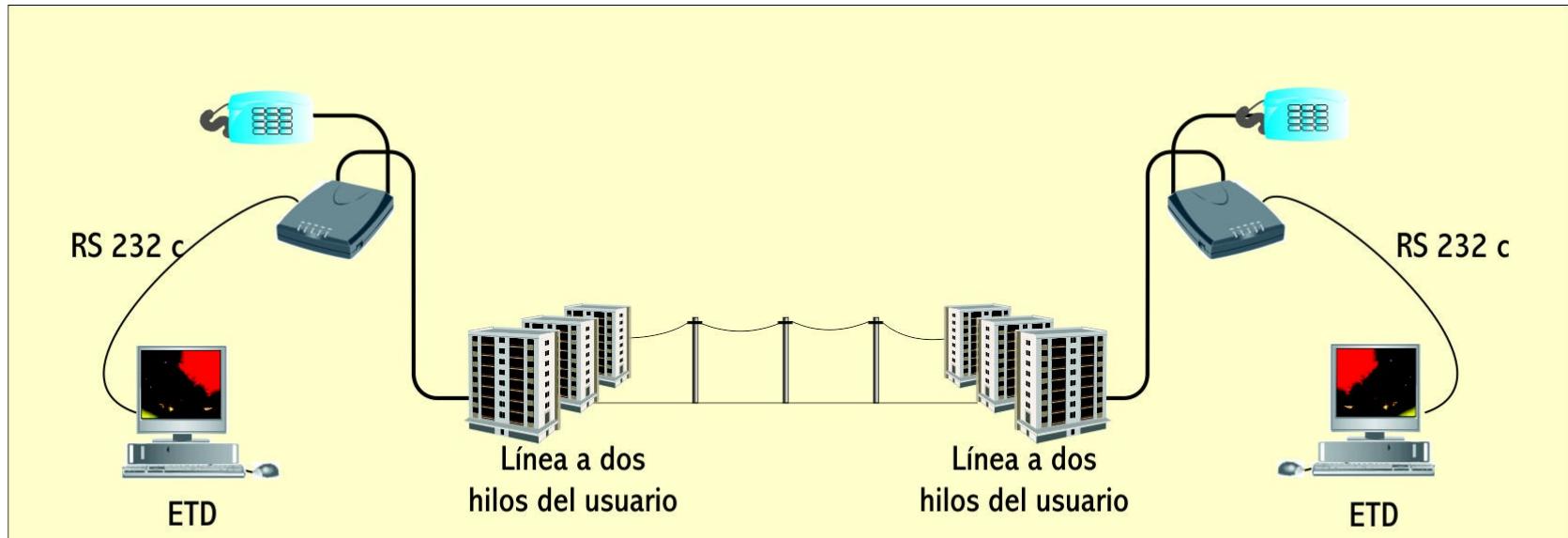


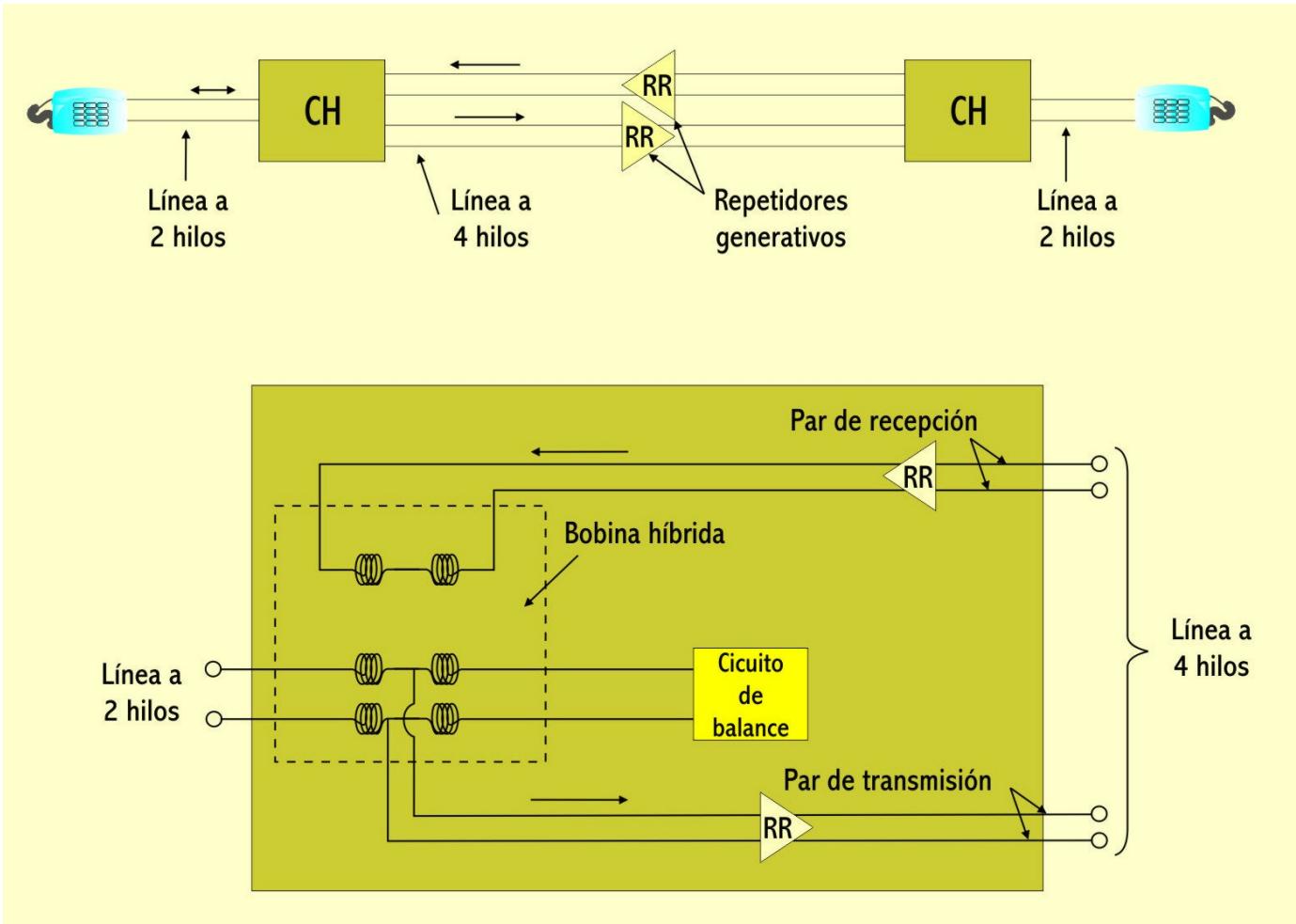


## 4.10 Circuitos de dos y de cuatro hilos

Circuitos a dos hilos:

- Velocidades de modulación de hasta 3 300 Baudios.
- Puede haber oscilaciones que perturben.
- En datos se obtiene la calidad normal de la norma M.1140 del UIT-T.
- Para señales de voz en líneas largas se colocan amplificadores bidireccionales.

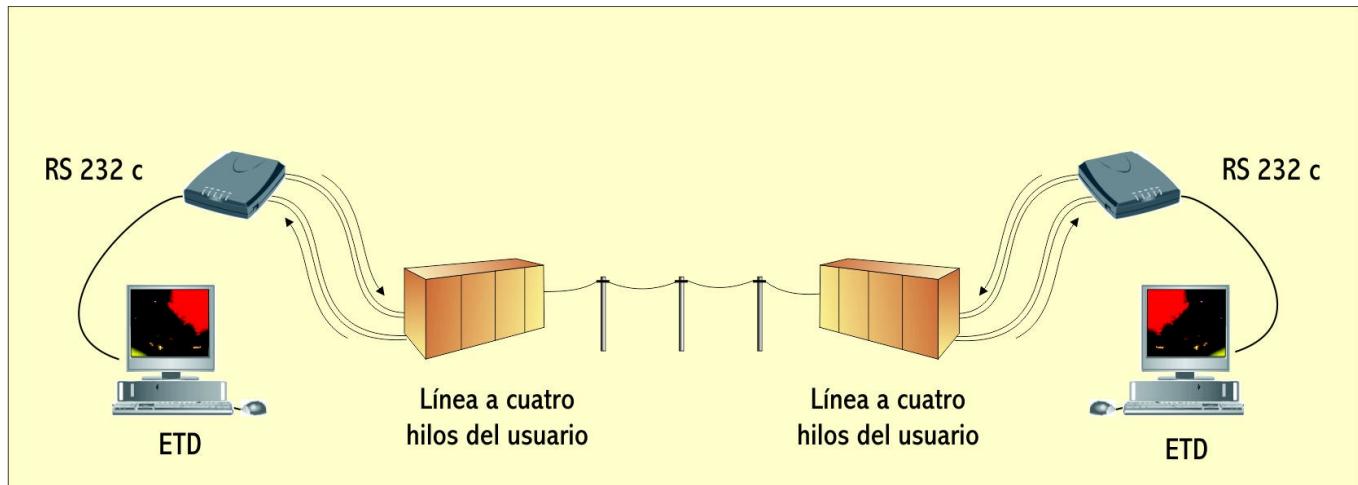






## Circuitos a cuatro hilos:

- Aptos para las comunicaciones dúplex completo (*full duplex*).
- Niveles de calidad compatibles de la norma M.1120 del UIT-T.
- No requieren el uso de bobinas hibridas.
- Necesitan dos pares de abonado para cada circuito.

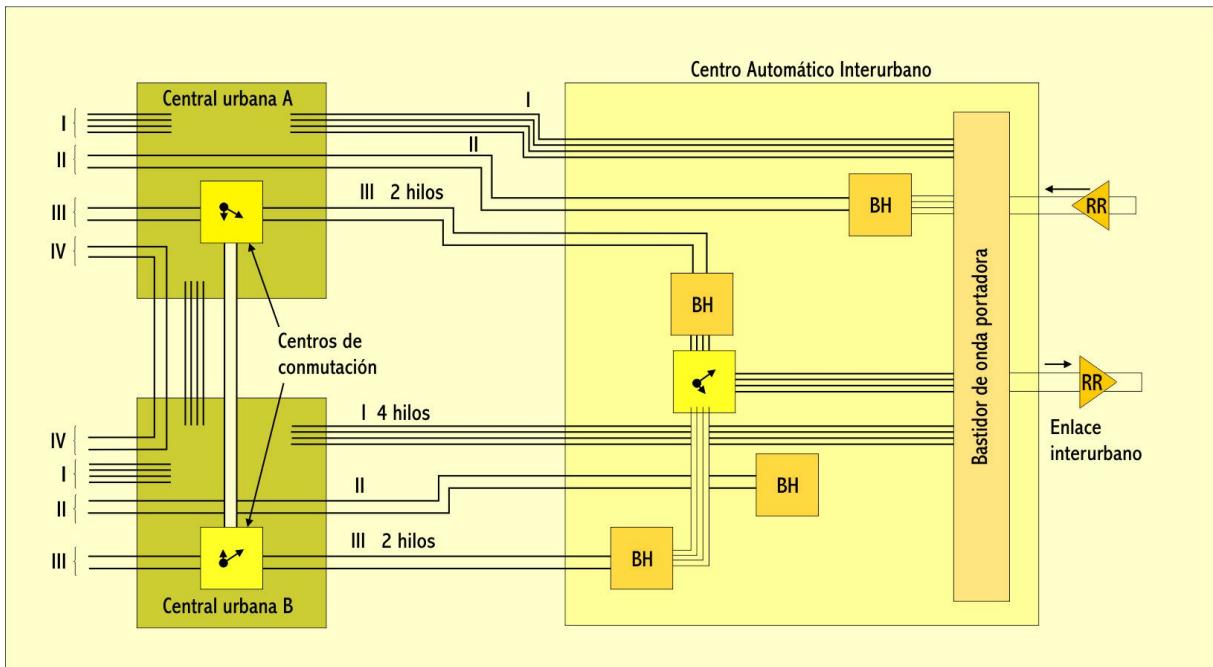




## 4.11 Señalización en la red telefónica

### 4.11.1 Conceptos generales

- Para intercambiar información entre dos extremos de la red se debe establecer un canal de comunicaciones a través de los vínculos.





## 4.11.2 Definición

Señalización de un canal de comunicaciones es el intercambio de información relacionada con el establecimiento, mantenimiento, liberación y control de las conexiones y con la gestión de una red de comunicaciones (Recomendación G.702 de la UIT-T).

Este intercambio se realiza a través de información codificada.



#### **4.11.3 Funciones que cumple la señalización**

- Establecer y liberar el canal de comunicaciones.
- Proporcionar información acerca del usuario final o destinatario de la llamada.
- Informar sobre el progreso de una llamada.
- Generar señales de alerta, tales como avisos de llamada en espera o de tener descolgado el micro teléfono.
- Proporcionar información sobre la condición de una línea de abonado o de un circuito troncal.
- Envío de señales de congestión y ocupado.
- Asegurar la confiabilidad de las comunicaciones.
- Permitir la ejecución de funciones administrativas y de mantenimiento.



#### 4.11.4 Características de las señales transmitidas

La señalización puede realizarse empleando señales analógicas o digitales.

Las señales analógicas envían en forma continua el estado de la señal

Se debe preservar la forma de la onda durante la transmisión.

Procedimientos :

- Duración de los pulsos (en los sistemas de marcación por pulso).
- Combinación de diferentes tipos de pulso.
- Frecuencia de la señal.
- Presencia o ausencia de la señal (corriente o no corriente).



## 4.11.5 Funcionamiento de los sistemas de señalización en la red telefónica

### 4.11.5.1 Generalidades

Hay dos tramos:

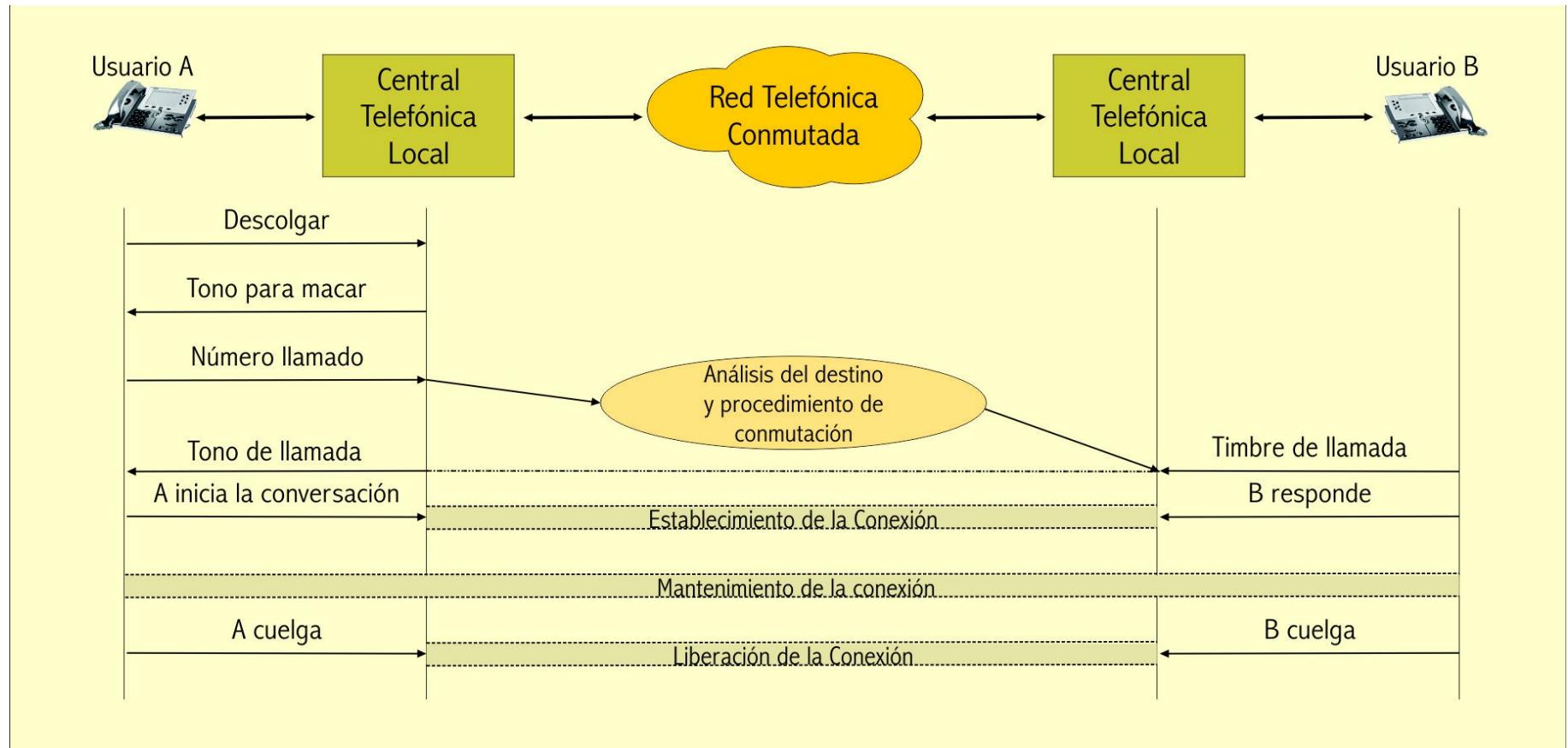
- el trayecto del par de abonado (última milla)
- el trayecto entre las centrales que arman el canal de comunicaciones

Hay varios casos:

- ambos usuarios conectados a la misma central
- intervienen solo dos centrales
- la llamada debe pasar por varias centrales hasta llegar al destino.



#### 4.11.5.2 Señalización en el par telefónico entre el teléfono y la central





#### *4.11.5.3 Señalización en los enlaces troncales entre centrales*

La señalización se puede trasmitir de dos formas:

- asociada al canal que transporta la información
- por un canal específico diferente.

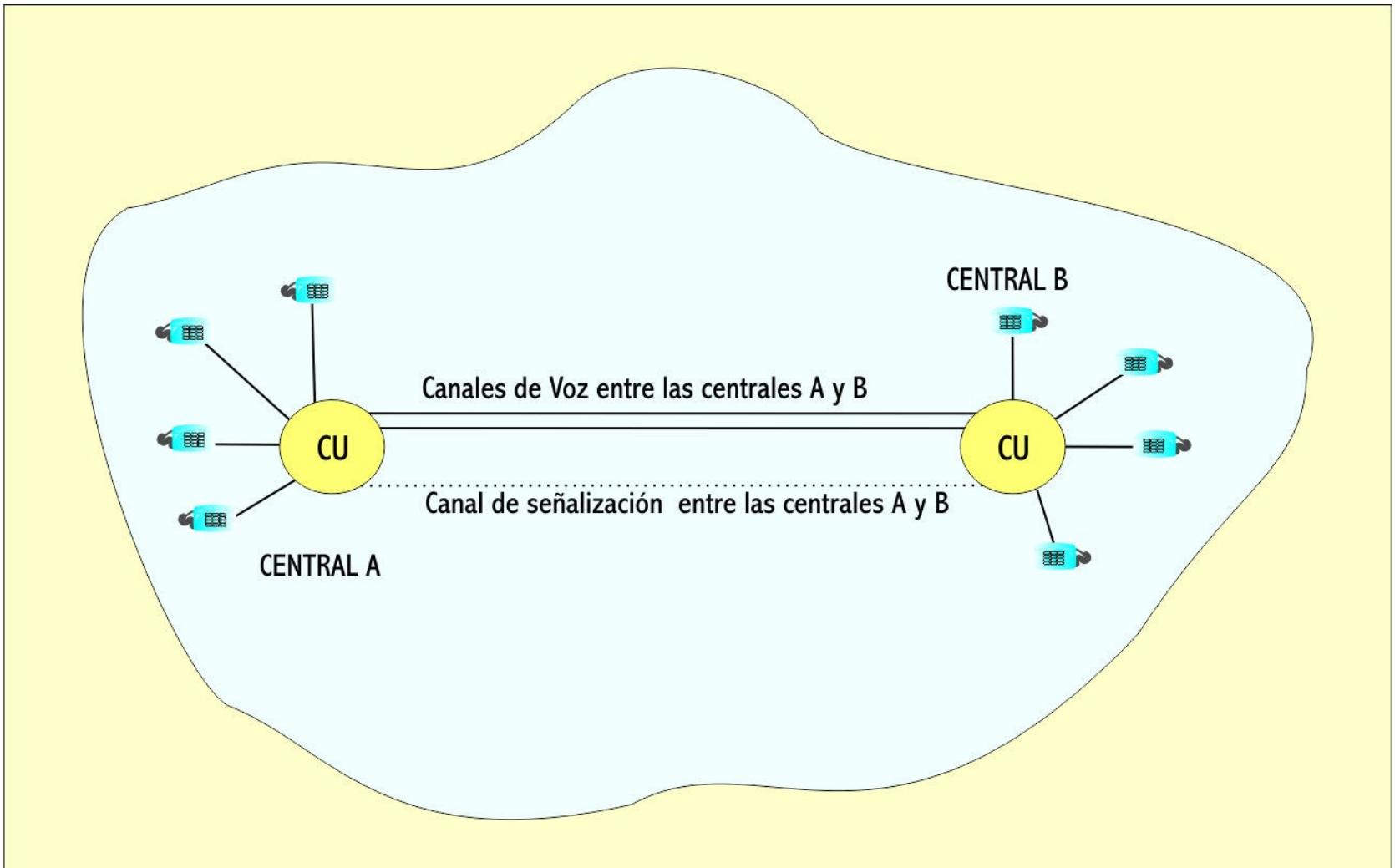
- **Sistemas de señalización por canal asociado**

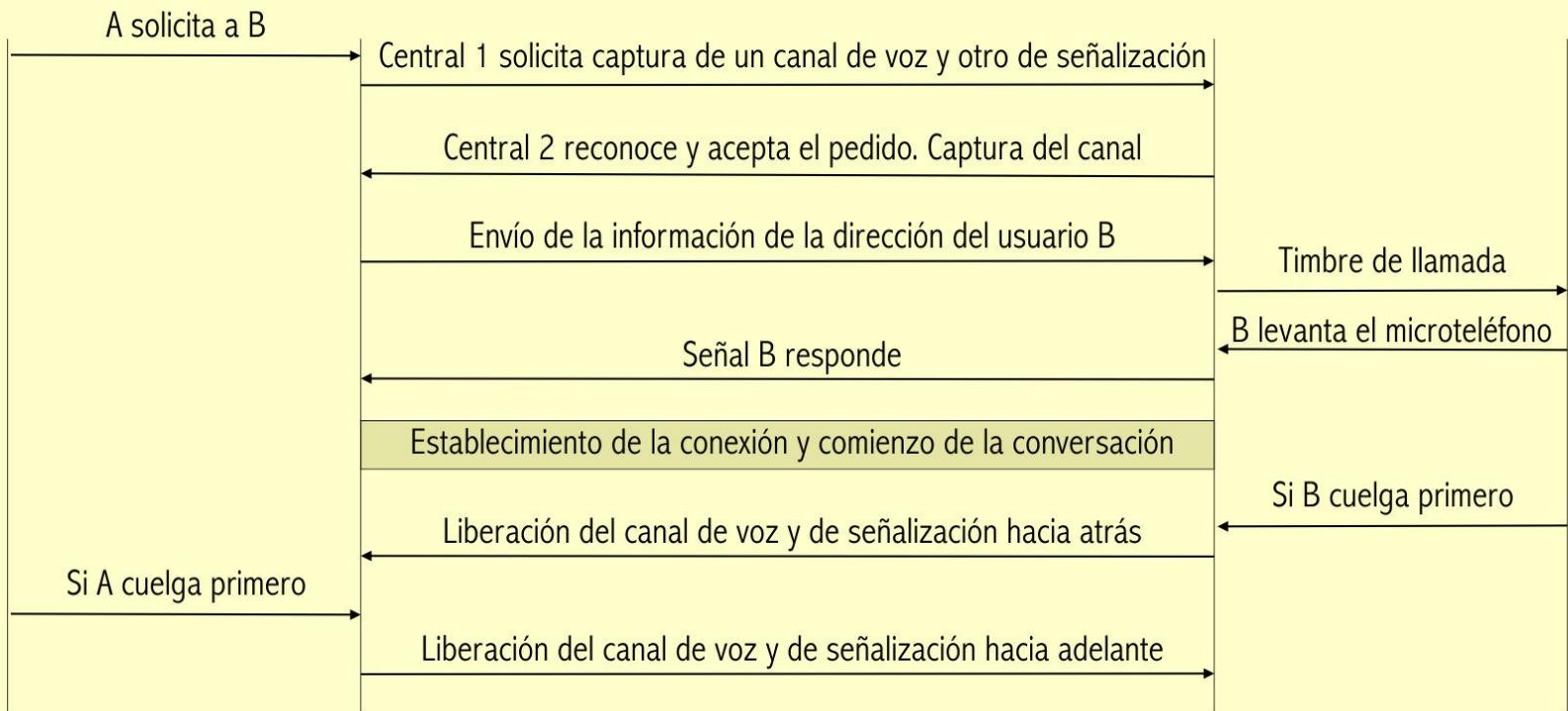
Presenta una serie de limitaciones y es más antiguo.

Se utiliza en las redes analógicas

Puede ser de dos tipos:

- Sistema dentro de banda.
- Sistema fuera de banda.







## 4.11.6 Sistema de señalización por canal común

### 4.11.6.1 Características generales

Sistema CCS7 o ITU-T 7

Posibilitar la señalización entre centrales

Opera con los principios de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

Utiliza un amplio conjunto de protocolos de comunicaciones del modelo OSI

Utiliza dos canales separados para:

- señales de voz
- señales de control

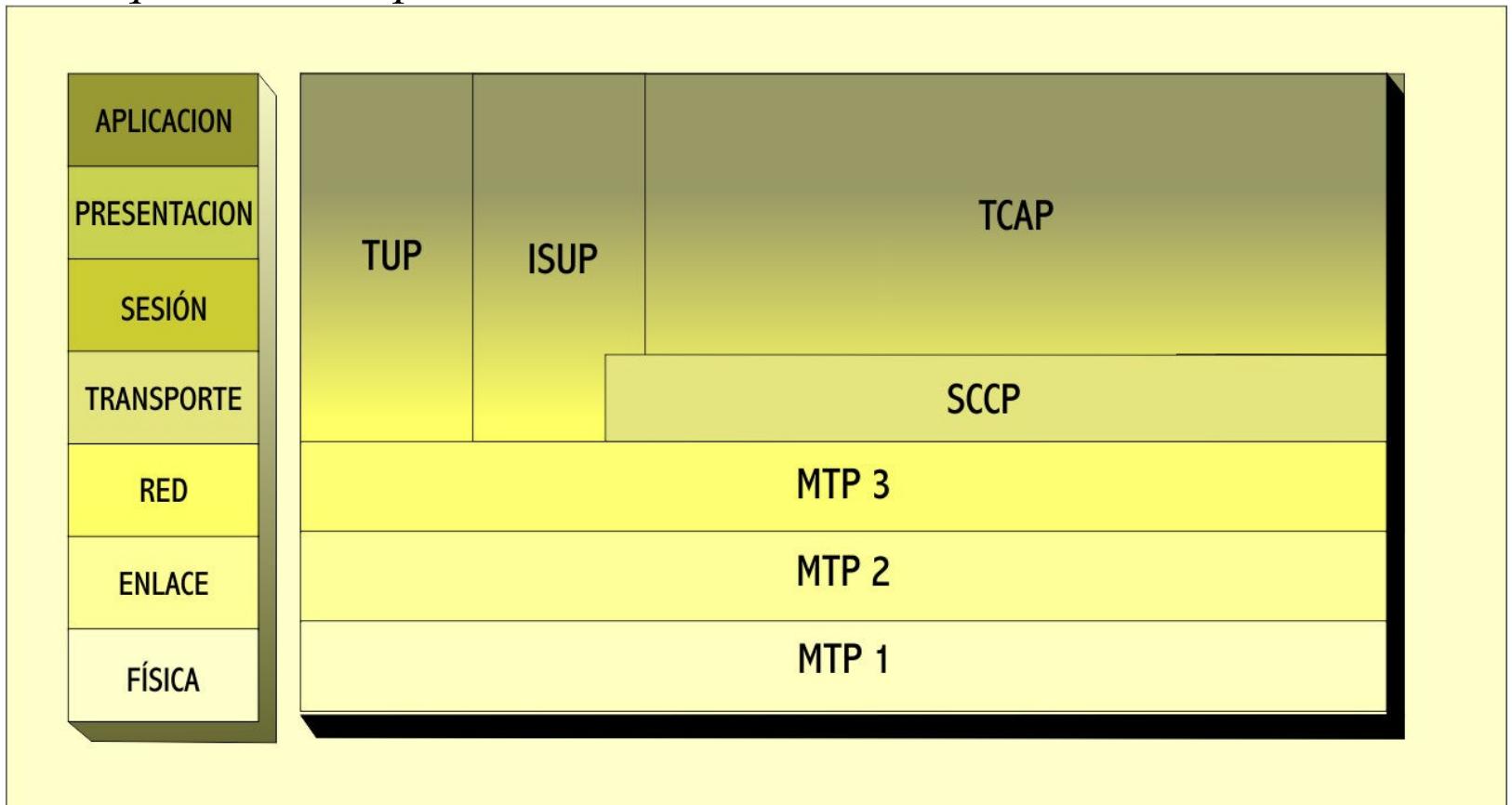


#### *4.11.6.2 Características particulares*

- Canales separados pueden evolucionar en forma independiente.
- Mayor rapidez en la transmisión.
- Con un único canal de señalización maneja varios canales de información.
- Flexibilidad para introducir cambios o nuevas mejoras en el servicio.
- Normalización internacional.
- Diseño y funcionamiento según el modelo de capas de la ISO.
- Hay variantes usadas por:
  - Modo de Transferencia Asincrónico (ATM)
  - Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM).



#### 4.11.6.3 Arquitectura de protocolos





#### *4.11.6.4 Tareas que realizan los protocolos del sistema*

- MTP 1: Protocolo de Mensajes nivel 1: características físicas, eléctricas y funcionales de canal de señalización y los medios para acceder al mismo.
- MTP 2: Protocolo de Mensajes nivel 2: funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes de señalización
- MTP 3: Protocolo de Mensajes nivel 3: funciones de transferencia y los procedimientos que son comunes e independientes de operación de enlaces



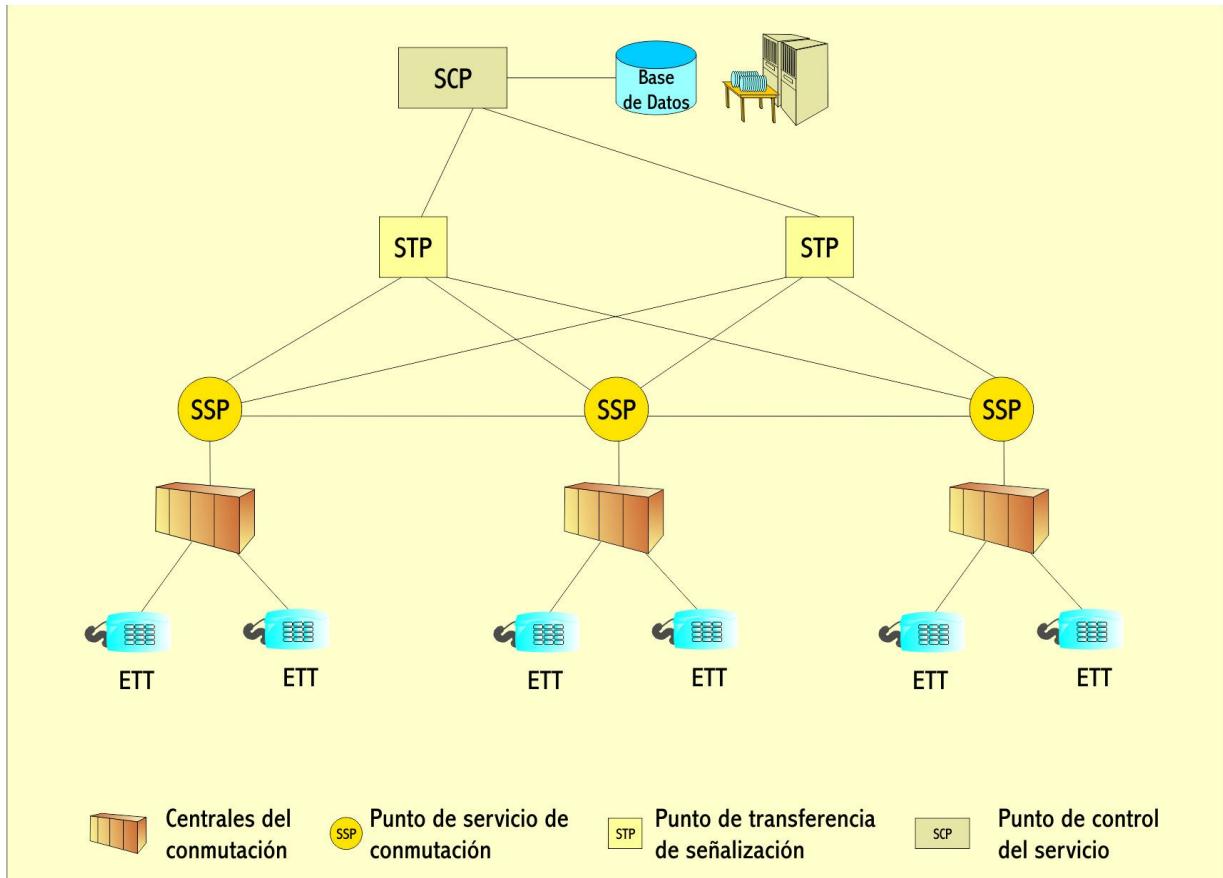
- SCCP: funciones adicionales para prestar servicios de red con conexión y sin ella.
- TUP: funciones de señalización de control de las llamadas de telefonía vocal.
- PU-RDSI: funciones de señalización para las Redes Digitales de Servicios Integrados—RDSI.
- TCAP: funciones de la capa de aplicación.

Protocolos y mensajes para comunicar aplicaciones (base de datos de información de la red, conexión entre distintos conmutadores, reconocimiento del discado, etc.) usando el protocolo SCCP.

- OMAP: facilitar la tarea de los administradores de la red de señalización CCS7.  
Valida la red y diagnostica problemas usando mensajes MTP y SCCP.



#### 4.11.6.5 Red de señalización





## 4.12 Red Inteligente

### 4.12.1 Conceptos generales

Red Inteligente–RI (*Intelligent Network–IN*) se aplica sobre las mismas redes de telecomunicaciones clásicas para ofrecer nuevos servicios.

Esto es posible porque:

- Hay movilidad por la miniaturización de los componentes electrónicos.
- Se usan procesadores inteligentes en las redes digitales de transmisión de datos.
- Hay sistemas informáticos embebidos en el hardware de comunicaciones.



## 4.12.2 Definición, objetivo y alcance

### 4.12.2.1 Definición

La Red inteligente supone la prestación de nuevos servicios con técnicas de procesamiento de información:

- utilización eficaz de recursos
- uso de sistemas modulares y reutilizables de las funciones de red
- creación y prestación de servicios integrados
- asignación flexible de funciones
- portabilidad
- comunicación normalizada por medio de interfaces independientes del servicio
- control por parte de los usuarios de algunos atributos de servicio específicos
- gestión normalizada de la lógica de servicio



#### *4.12.2.2 Objetivo*

Permite la inclusión de más capacidades para prestar servicios  
-con independencia de la ejecución de los servicios de red  
-en un entorno con múltiples suministradores.



#### *4.12.2.3 Alcance*

El concepto de red inteligente se aplica a:

- Red telefónica pública conmutada (RTPC).
- Red móvil (RM).
- Red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP).
- Red digital de servicios integrados (RDSI)
  - Banda Estrecha-RDSI-BE
  - Banda Ancha-RDSI-BA



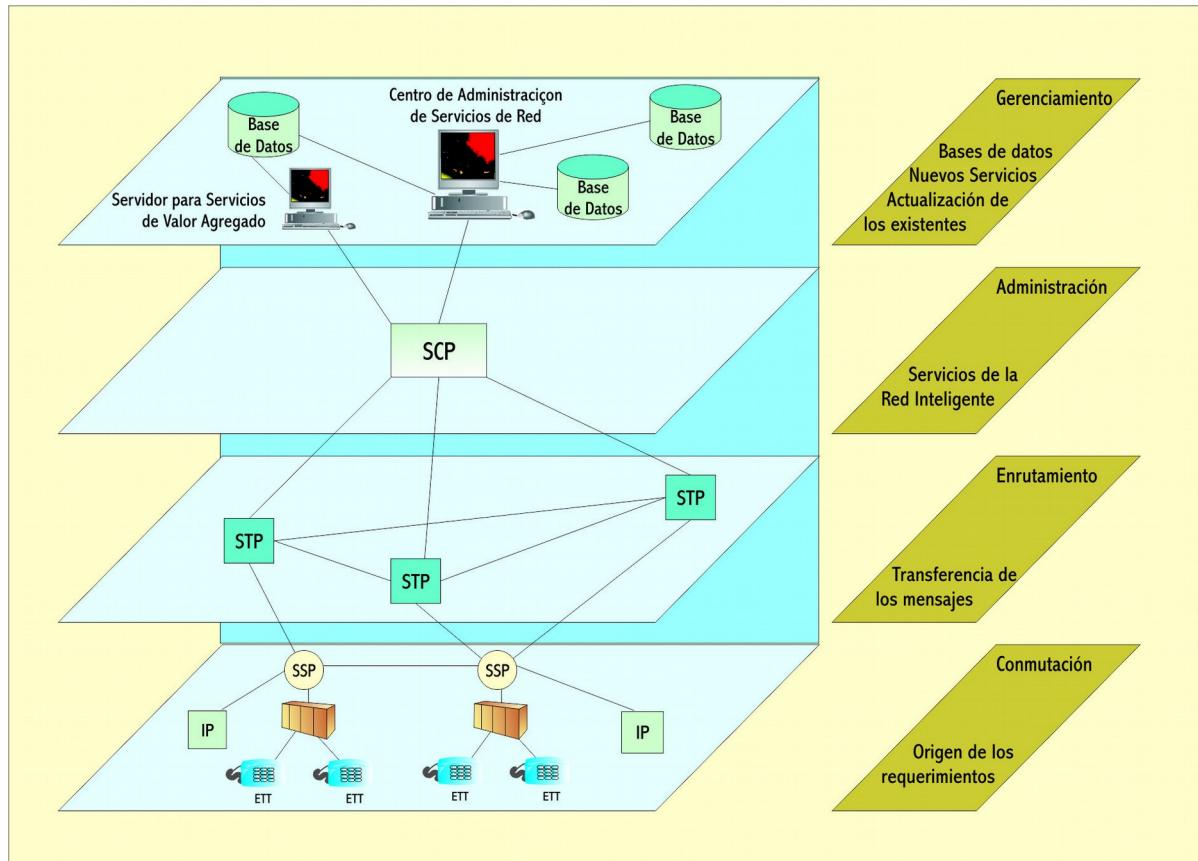
## 4.12.3 Funcionamiento

### 4.12.3.1 *Conceptos generales*

En las redes tradicionales los usuarios estaban asociados a conexiones físicas con un número que lo identifica en la red.



#### 4.12.3.2 Estructura de funcionamiento





## 4.12.4 Servicios

### 4.12.4.1 Conceptos generales

Servicios clásicos de la red telefónica conmutada pública:

- La hora oficial.
- La guía telefónica.
- Reparaciones.



#### *4.12.4.2 Clases y tipos de servicios*

Los servicios de la red Inteligente pueden ser clasificados según las características hacia las que están orientadas:

- Portabilidad del numero local (*Local number portability*–LNP).
- Tarifación.
- Servicios comerciales especiales.
- Movilidad del usuario.
- Servicios comunitarios
- Audiotexto.
- Seguridad.



## 4.13 Redes privadas virtuales

### 4.13.1 Concepto y definición

Las Redes Privadas Virtuales proveen un servicio similar a las redes privadas.

Usan los recursos físicos y lógicos de un operador público, quien emplea sus recursos y el auxilio de su red inteligente para configurarla como una red dedicada.

El hardware de la red puede ser mixto, en parte propio y en parte facilitado por el operador.



## 4.13.2 Características principales

### 4.13.2.1 Físicas

El operador provee líneas totalmente dedicadas que se conectan a las Centrales Telefónicas Privadas de la organización.

En lugares con poco personal se proveen líneas dedicadas.

En otros se instalan centrales privadas de capacidad variable.



#### 4.13.2.2 Lógicas

Este tipo de redes pueden tener alguna de las siguientes características:

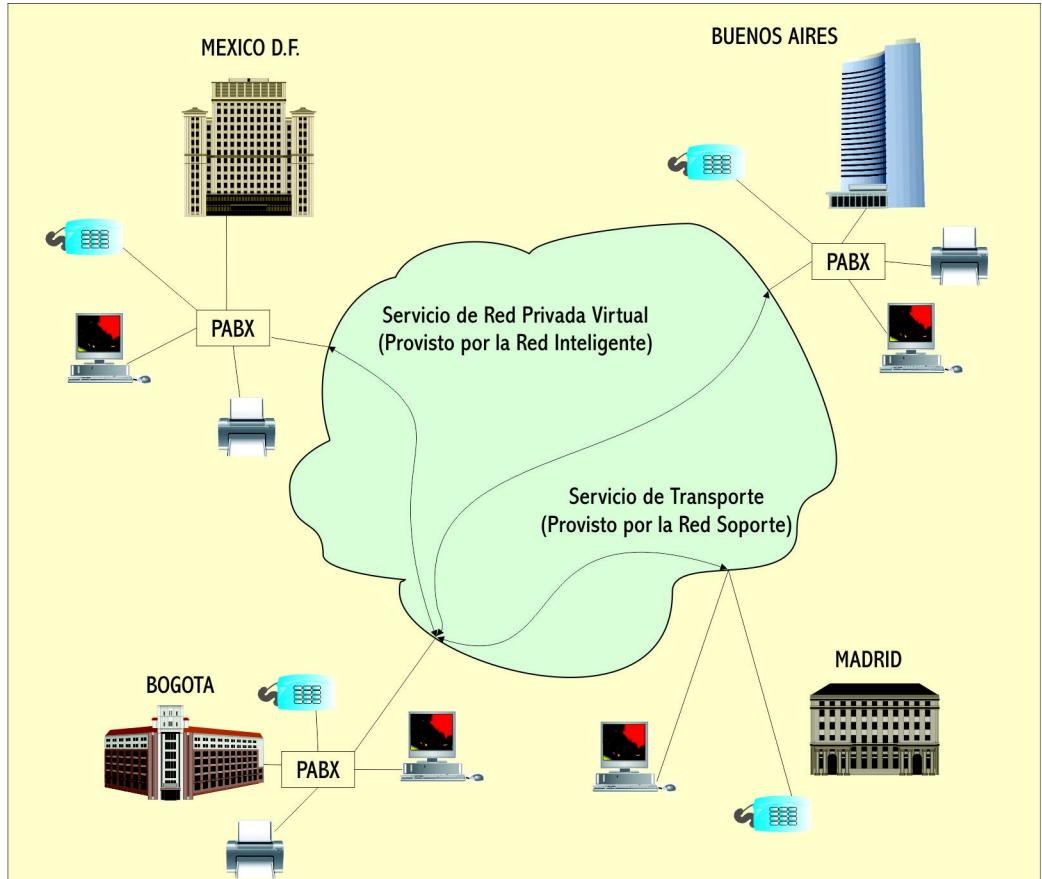
- Numeración interna única y abreviada.
- Numeración de cada teléfono de la red interna, con identificación en la red publica con un numero único de acceso desde ella.
- Interconexión lógica y física entre las distintas centrales privadas instaladas en la red.
- Tarifas diferenciales.
- Instalación de una Red Intranet de datos.
- Uso especial de equipos firewall de acceso a la red (que pueden ser operados por la empresa o por el propio operador de telecomunicaciones que organiza la red virtual).
- Acceso a la Red Internet.



## 4.14 Ingeniería de tráfico

### 4.14.1 Consideraciones generales

#### 4.14.1.1 Definiciones





#### *4.14.1.2 Ejecución de las tareas de ingeniería de tráfico*

- El dimensionamiento de centrales y enlaces troncales, ha ido cambiando con la tecnología.
- En una primera época era una tarea casi artesanal.
- Ahora las decisiones surgen de mediciones que hace el software.



## 4.14.2 Medida del tráfico

### 4.14.2.1 Definiciones y parámetros utilizados

El tráfico telefónico es de naturaleza aleatoria

Su estudio entra en el campo de la teoría de la probabilidad

Presenta períodos con máximos (hora pico) y mínimos.

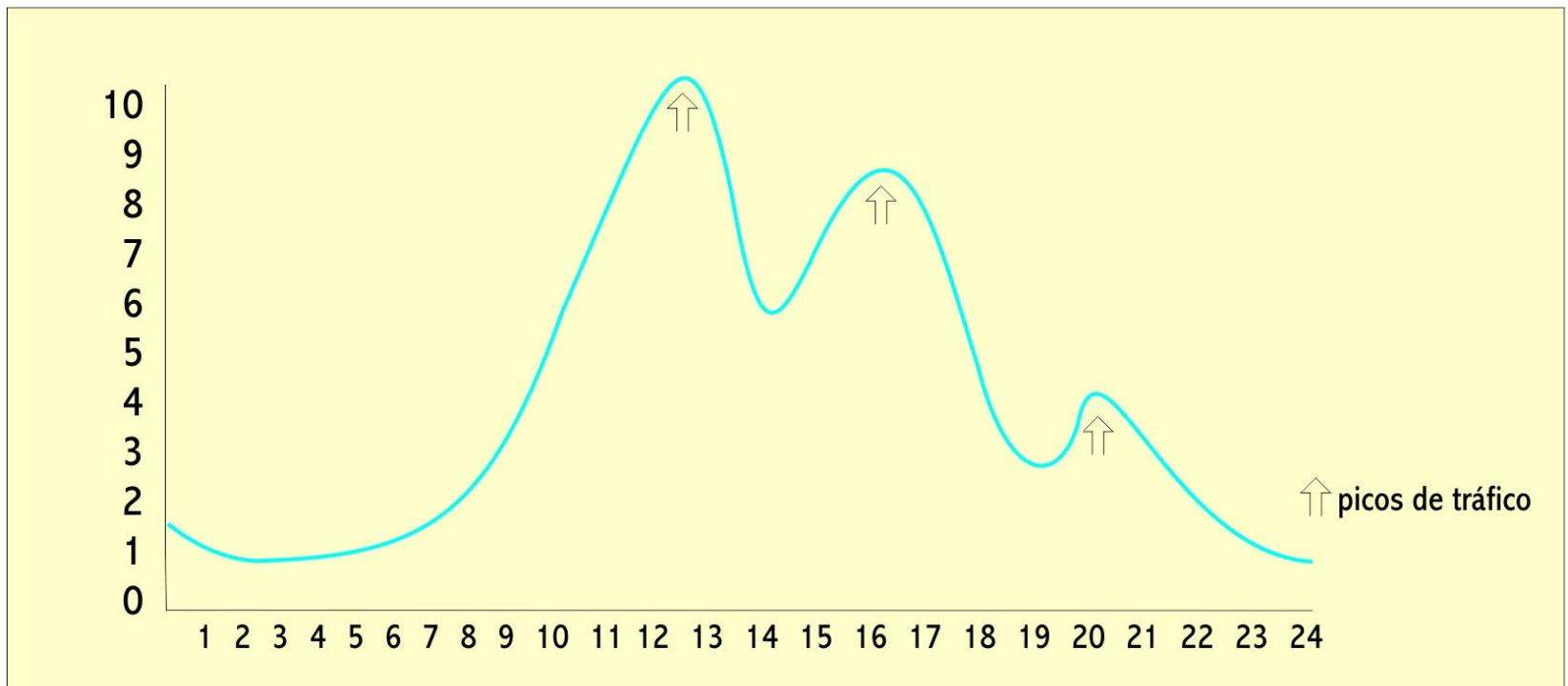
Cada usuario realiza llamadas de variadas duraciones.

Intensidad de tráfico es el número de llamadas por unidad de tiempo

Tiempo de retención es el tiempo promedio que dura cada llamada.



#### 4.14.2.2 Concepto de hora pico





#### 4.14.2.3 Unidades de medida del flujo de tráfico

Denominaremos flujo de tráfico sobre un nodo, o en un vínculo de comunicaciones, al producto de la intensidad de tráfico por el tiempo de retención.

La unidad de flujo de tráfico es el *Erlang* en honor a un matemático danés.



## 4.14.3 Congestionamiento y grado de servicio

### 4.14.3.1 Concepto de congelamiento

Los nodos de conmutación pueden ser congestionables (blocking) o no congestionables (no blocking).

Los nodos de conmutación instalados como centrales telefónicas de las redes públicas con conmutación están dimensionados para poder atender a N abonados de un total de M conectados.

Cuando se empiezan a establecer conexiones sobre una central, los abonados hasta el numero N obtendrán tono de discar, pero el abonado  $N + 1$  recibirá tono de ocupado (central esta congestionada o bloqueada).

Que no exista la posibilidad de bloqueo resulta antieconómico.

Se diseña para que con el flujo de trafico en la hora pico el equipo no se bloquee.



#### *4.14.3.2 Grado de servicio*

El grado de servicio es la probabilidad de que el equipo conmutador pueda bloquearse en la hora pico.

Llamada perdida es la que al primer intento no obtienen el tono de discar.



#### *4.14.3.3 Determinación del grado de servicio*

Grado de servicio depende del flujo de tráfico en la hora pico.

Los valores de tráfico pueden llevarse a distintos modelos para calcular el grado de servicio en función del numero de líneas troncales necesarias para evacuar el tráfico recibido sobre una ruta determinada.

Los modelos más utilizados están basados en:

- Modelo de Distribución de Poisson
- Modelo de Distribución de Erlang