



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.175

(05/2000)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales –  
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos  
especiales y conexiones de la red de conexiones  
telefónicas internacionales

---

**Planificación de la transmisión de tráfico vocal  
para la interconexión de redes privadas con  
redes públicas**

Recomendación UIT-T G.175

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
<b>Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales</b>	<b>G.170–G.179</b>
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

### **Planificación de la transmisión de tráfico vocal para la interconexión de redes privadas con redes públicas**

#### **Resumen**

Esta Recomendación UIT-T trata de la interconexión digital de redes públicas RDSI/RTPC y redes privadas. La aplicación primordial se refiere a la calidad global de la transmisión vocal de señales telefónicas de 3,1 kHz de anchura de banda empleando aparatos telefónicos, con independencia de otros tipos de servicios (por ejemplo, facsímil y datos en la banda de frecuencias vocales) proporcionados por esas redes. Se pretende proporcionar orientaciones para la planificación de la transmisión no solamente para un operador de red determinado, sino también para las negociaciones entre los operadores de redes afectados.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.175, revisada por la Comisión de Estudio 12 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 18 de mayo de 2000.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la CMNT.

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

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1	Ámbito ..... 1
2	Referencias normativas ..... 1
3	Abreviaturas ..... 2
4	Definiciones ..... 2
5	Configuraciones de referencia ..... 5
6	Principios básicos de planificación – Método del factor de degradación en combinación con el modelo E ..... 8
7	Método de planificación y límites ..... 10
7.1	Método de planificación ..... 10
7.2	Parámetros principales ..... 12
7.3	Valor esperado de la calidad y límites superiores absolutos de la planificación ..... 13
7.4	Empleo del modelo E ..... 13
	7.4.1 Parámetros de entrada ..... 13
	7.4.2 Ejecución de los cálculos ..... 15
	7.4.3 Valores por defecto ..... 16
8	Implementación de compensadores de eco ..... 16

## Recomendación UIT-T G.175

### Planificación de la transmisión de tráfico vocal para la interconexión de redes privadas con redes públicas

#### 1 Ámbito

Actualmente la mayoría de las Recomendaciones UIT-T de la serie G se basan en configuraciones en las que la parte nacional de una conexión internacional termina, generalmente, en un único equipo telefónico analógico o en un terminal digital. Por consiguiente estas Recomendaciones UIT-T no tienen en cuenta las centralitas automáticas privadas (PABX, *private automatic branch exchange*), o las redes privadas. Sin embargo, las redes privadas modernas, sobre todo las de gran tamaño y/o que utilizan nuevas tecnologías, contribuirán en una cuantía específica y posiblemente sustancial a la calidad de transmisión global.

Esta Recomendación UIT-T trata de la interconexión digital de redes públicas RDSI/RTPC y redes privadas. La aplicación primordial se refiere a la calidad global de la transmisión vocal de señales telefónicas de 3,1 kHz de anchura de banda empleando aparatos telefónicos, con independencia de otros tipos de servicios (por ejemplo, facsímil y datos en la banda de frecuencias vocales) proporcionados por esas redes. Se pretende proporcionar orientaciones para la planificación de la transmisión no solamente para un operador de red determinado, sino también para las negociaciones entre los operadores de redes afectados.

Para los fines de esta Recomendación UIT-T únicamente se tienen en cuenta los trayectos de la llamada entre la red privada y las demás redes (privadas o públicas) que incluyen aparatos telefónicos u otros terminales de voz. Por consiguiente, quedan fuera de esta Recomendación UIT-T la provisión de transconexiones entre dos interfaces con otras redes o trayectos de llamada entre dos terminales dentro de la misma red.

NOTA – Aunque en principio no se estudia aquí la planificación de conexiones internas y transconexiones de redes privadas, pueden utilizarse los métodos y reglas descritas en esta Recomendación UIT-T para esas aplicaciones.

#### 2 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] Recomendación UIT-T G.100 (1993), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales.*
- [2] Recomendación UIT-T G.101 (1996), *Plan de transmisión.*
- [3] Recomendación UIT-T G.107 (2000), *El modelo E, un modelo informático para su utilización en planificación de la transmisión.*
- [4] Recomendación UIT-T G.108 (1999), *Aplicación del modelo E: Directrices para la planificación.*

- [5] Recomendación UIT-T G.109 (1999), *Definición de las categorías de calidad de transmisión vocal.*
- [6] Recomendación UIT-T G.113 (1996), *Degradaciones de la transmisión.*
- [7] Recomendación UIT-T G.122 (1993), *Influencia de los sistemas nacionales en la estabilidad y el eco para la persona que habla en las conexiones internacionales.*
- [8] Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco.*
- [9] Recomendación UIT-T G.168 (2000), *Compensadores de eco de redes digitales.*
- [10] Recomendación UIT-T G.703 (1998), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*
- [11] Recomendación CCITT G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*

### 3 Abreviaturas

En esta Recomendación UIT-T se utilizan las siguientes siglas.

ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
DCME	Equipo digital de multiplicación de circuitos ( <i>digital circuit multiplication equipment</i> )
ETSI	Instituto Europeo de Normal de las Telecomunicaciones ( <i>European Telecommunication Standards Institute</i> )
%GoB	Porcentaje bueno o mejor ( <i>percentage good or better</i> )
ICP	Punto de conexión internacional ( <i>international connection point</i> )
LSTR	Índice de efecto local para el oyente ( <i>listener sidetone rating</i> )
MIC	Modulación por impulsos codificados
MOS	Nota media de opinión ( <i>mean opinion score</i> )
OLR	Índice de sonoridad global ( <i>overall loudness rating</i> )
PABX	Centralita privada automática ( <i>private automatic branch exchange</i> )
%PoW	Porcentaje malo o peor ( <i>percentage poor or worse</i> )
qdu	Unidad de distorsión de cuantificación ( <i>quantizing distortion unit</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RLR	Índice de sonoridad en recepción ( <i>receiving loudness rating</i> )
RPV	Red privada virtual
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SLR	Índice de sonoridad en emisión ( <i>sending loudness rating</i> )
STMR	Índice de enmascaramiento para el efecto local ( <i>sidetone masking rating</i> )
TELR	Índice de sonoridad del eco para el hablante ( <i>talker echo loudness rating</i> )
WEPL	Pérdida de trayecto de eco ponderado ( <i>weighted echo path loss</i> )

### 4 Definiciones

En esta Recomendación UIT-T se definen los terminos siguientes.

**4.1 red privada:** El término "privada" se utiliza, generalmente, relacionado con varias PABX que forman una red, principalmente en una aplicación para un grupo de usuarios restringido. Al contrario, el término "pública" se utiliza, generalmente, para describir redes principales nacionales o regionales de telecomunicaciones que proporcionan servicios al público en general.

La siguiente lista, que especifica con más detalle la definición de una red privada se basa también en la hipótesis de que el trayecto de la llamada dentro de la red privada contribuye de una manera posiblemente importante a la degradación de la calidad global de la transmisión en aspectos tales como la atenuación, el tiempo de transmisión, el número de unidades de distorsión de cuantificación, etc.

El término "red privada" se define como sigue:

- 1) Está constituida, normalmente por más de un equipo de conmutación (PABX) interconectado mediante líneas privadas o arrendadas formando una red, con independencia de su estructura y jerarquía. Los equipos de conmutación y las líneas arrendadas pueden ser analógicos o digitales.
- 2) Proporciona funciones de conmutación y las demás características únicamente a un solo cliente o un grupo de clientes, pero no es accesible a cualquiera.
- 3) No hay ninguna limitación por su tamaño geográfico y no está restringida a la zona nacional ni hay límite del número de extensiones y puntos de acceso a otras redes.

Una red privada consta de centrales privadas locales que proporcionan interfaces para todos los tipos de elementos terminales y para elementos de transmisión con otras centrales privadas locales o de tránsito y centrales privadas de tránsito con interfaces para los elementos de transmisión con otras centrales privadas de tránsito o locales.

**4.2 red pública:** En esta Recomendación UIT-T se emplea el término "red pública" para todas las redes que proporcionan sus funciones de conmutación y características no solamente a un grupo específico de usuarios, sino también al público en general. El término "pública" no está vinculado a la situación legal del operador de la red. Las redes públicas pueden estar limitadas en tamaño u ofrecer únicamente características y funciones de conmutación específicas.

Además, las redes públicas pueden proporcionar puntos de acceso únicamente en una zona geográfica específica. Desde el punto de vista de una conexión, las redes públicas son fundamentalmente "redes de tránsito". Sin embargo, pueden también considerarse como una combinación de "redes de tránsito y de terminación" en aquellos casos en que el operador de la red pública proporcione también los equipos terminales tales como los aparatos telefónicos, PABX o características de PABX.

**4.3 elementos de red:** Todos los componentes que forman una conexión pueden dividirse en tres grupos principales. En las configuraciones de referencia de las figuras 1 a 4, se muestran las interconexiones entre redes privadas y públicas. La red privada está constituida por elementos de terminal, elementos de conmutación y elementos de transmisión.

**4.4 tipos de tráfico:** En el caso de algunas redes privadas deben tenerse en cuenta los "tipos principales de tráfico" a través de otras redes (principalmente redes públicas) para un posible valor elevado de las degradaciones permitidas dentro de la red privada. La inclusión del tipo de tráfico externo en la planificación permite al planificador, siempre que ello sea posible, ampliar los límites de los parámetros específicos (por ejemplo, tiempo de transmisión) dentro de la red privada, lo que conlleva un diseño más económico de la red.

Como distinción básica para el tráfico cursado por las redes públicas pueden distinguirse tres tipos diferentes a los efectos de la planificación y con relación al grado de degradaciones de la transmisión. Con referencia al elemento de conmutación (central local) de la red pública que proporciona el acceso a la red privada, *el tráfico local* significa todas las conexiones en la red pública local o en una zona geográfica restringida de la red pública.

Un segundo tipo de tráfico es el *tráfico de llamadas nacionales interurbanas*, que designa todas las llamadas que se producen en la totalidad de la superficie de un país. Generalmente esta superficie es idéntica a la zona de cobertura de la red o redes públicas principales de este país.

Por último deben tenerse en cuenta las *llamadas internacionales* ya que, en la mayoría de los casos, producen mayores degradaciones de la transmisión que las llamadas nacionales.

La distinción entre estos tipos de tráfico puede soportar negociaciones entre operadores de redes privadas y públicas no solamente para el reparto de las degradaciones de la transmisión, sino también en relación con otros aspectos técnicos tales como la inserción correcta de los compensadores de eco, la utilización de ATM con nodos en distintas redes, etc.

**4.5 acceso a la red pública:** Entre otras cosas, el tipo de acceso a una red pública puede también tener influencia en la planificación de la transmisión de la red privada y puede ser útil para las negociaciones entre operadores de red. En este contexto la palabra "acceso" se refiere no solamente a las características físicas de las interfaces entre las redes públicas y privadas sino también al punto de acceso con respecto a la jerarquía de la red pública y a las facilidades adicionales que la red pública proporciona a las redes privadas. Para redes privadas de gran dimensión el punto de acceso no tiene porque ser idéntico a los accesos de los abonados aislados. De conformidad con el objeto de esta Recomendación UIT-T únicamente se consideran interfaces digitales para el acceso a las redes públicas.

**4.5.1 acceso digital a la central local:** En la mayoría de los casos el acceso a la red pública se efectuará a través de una central local o un elemento de conmutación similar de la misma jerarquía de la red pública que preste servicio a la zona del elemento de conmutación respectivo de la red privada. Las características físicas de estas interfaces digitales cumplirán las estructuras de trama y velocidades binarias habituales y normalizadas, tales como las que se describen en la Recomendación UIT-T G.703 [10].

**4.5.2 acceso digital en jerarquías superiores (por ejemplo, central de tránsito):** En el caso de redes privadas amplias y complejas con un elevado número de canales de acceso a la red pública, puede ser conveniente para los operadores de ambas redes privada y pública efectuar el acceso a la red pública a un nivel jerárquico superior (por ejemplo, una central de tránsito), puenteando la central local. Esto puede realizarse para la totalidad de los canales de acceso o únicamente para aquellos canales que transporten exclusivamente tráfico internacional o interurbano. En ambas aplicaciones pueden emplearse como medios de transmisión interfaces físicas a elevadas velocidades binarias y fibras ópticas.

**4.5.3 red privada virtual (RPV):** En este contexto, el significado del término red privada virtual (RPV) está relacionado con la característica en virtud de la cual se establecen las conexiones entre dos elementos de conmutación de la red privada mediante elementos de transmisión y de conmutación de una red pública sobre una base "por demanda" en lugar de mediante líneas fijas alquiladas. Para los fines de la planificación, debe considerarse ese tipo de encaminamiento como parte de la red privada teniendo en cuenta que las degradaciones de una RPV pueden variar de unas conexiones a otras al contrario de lo que sucede con las líneas fijas alquiladas.

**4.6 acceso a otras redes privadas:** La consideración del acceso a otra red privada exige identificar con claridad si existe de hecho una distinción entre esas dos redes con respecto a la definición de red privada en 4.1, o si esas redes deben considerarse para la planificación de la transmisión como una sola red. Las orientaciones de planificación que se ofrecen en la presente Recomendación UIT-T pueden ser también interesantes en esos casos cuando únicamente se emplea la interconexión para las llamadas entre esas dos redes sin ningún encaminamiento por una red pública.

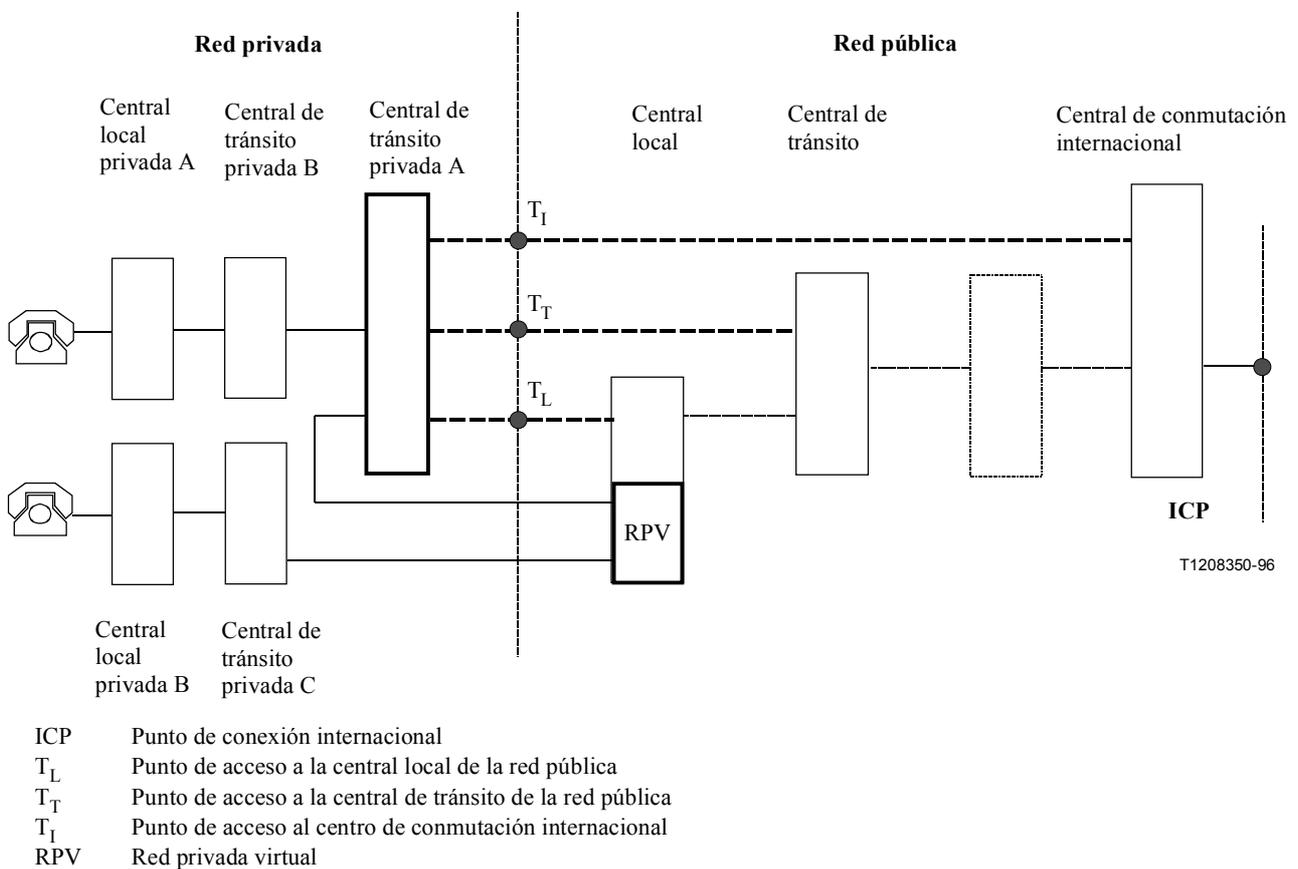
Si bien para el acceso a las redes públicas se emplean habitualmente interfaces y puntos de acceso normalizados, en el caso de interconexión entre redes privadas diferentes es necesario tener presente una mayor variedad de características físicas en lo que concierne a las estructuras de trama,

velocidades binarias y medios de transmisión utilizados. Para la planificación de la transmisión es importante conocer si la interconexión se va a efectuar directamente o a través de un elemento de transmisión adicional (tal como una línea alquilada, un enlace radioeléctrico o por satélite, etc.) que contribuye con degradaciones adicionales.

## 5 Configuraciones de referencia

Debido a la gran variedad de jerarquías, estructuras, encaminamientos y número y tipos de elementos de red de una red privada, cada conexión investigada conducirá a una configuración de referencia distinta. Por consiguiente, no es posible establecer una única figura básica para la tarea global de la planificación de una red privada. Las figuras 1 a 4 deben considerarse únicamente como ejemplos utilizados principalmente para las definiciones de esta Recomendación UIT-T.

En la figura 1 se muestra la configuración de referencia básica para la interconexión entre una red pública y una red privada. La red privada contiene centrales de tránsito y locales con sus terminales. La red pública únicamente se representa hasta el punto de conexión internacional de una central de conmutación internacional.

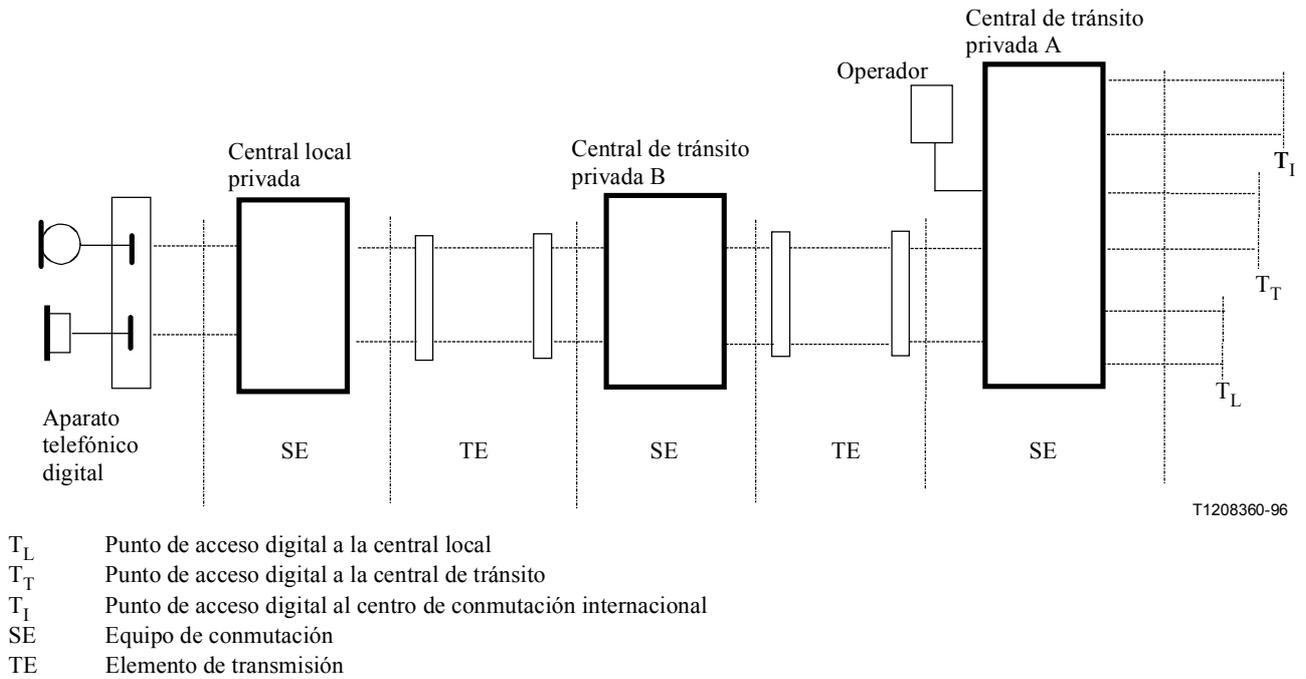


**Figura 1/G.175 – Configuración de referencia básica para la interconexión entre una red privada y una red pública**

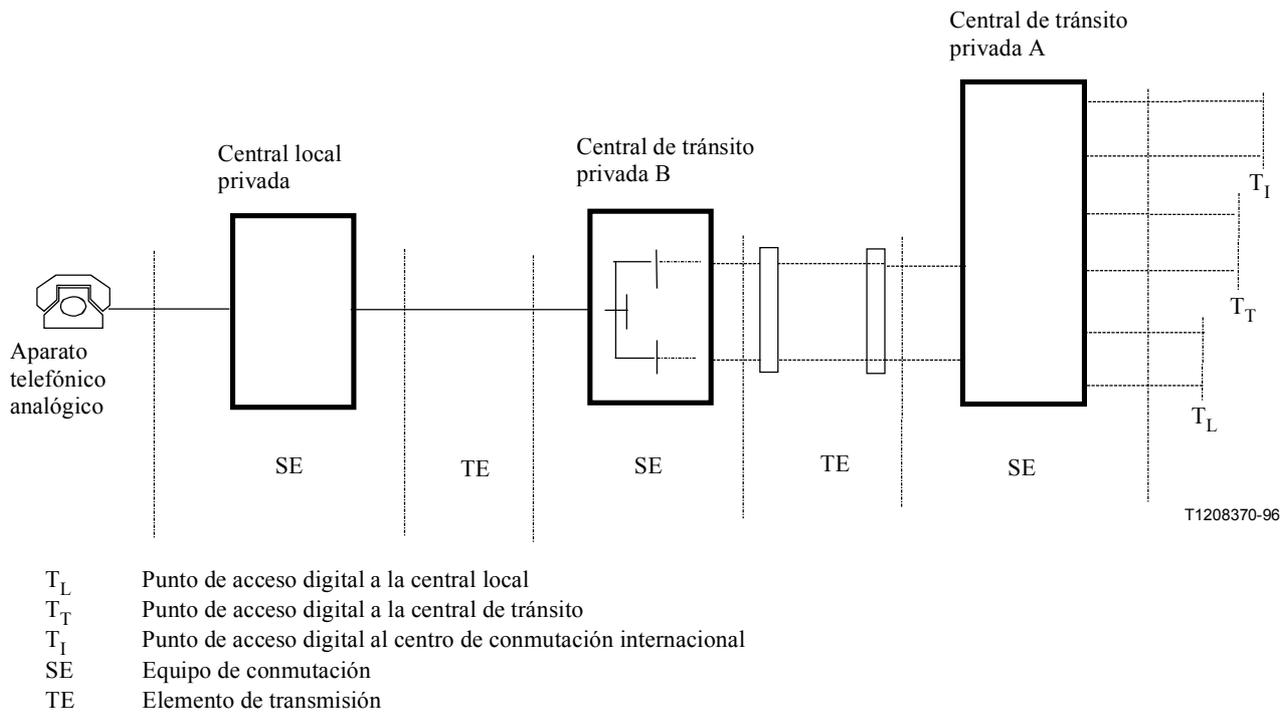
Se supone que las degradaciones permitidas entre los puntos de acceso para las llamadas en la red nacional se reparten por igual con referencia al punto de conexión internacional (ICP, *international connection point*) que se considerará como centro virtual de la red pública. Como las llamadas pueden terminar en ambos lados de las redes privadas de la misma configuración, parece suficiente dibujar la figura 1 de esta forma sencilla. Desde el punto de vista de la planificación, la red privada

se divide también en centrales locales y centrales de tránsito de nivel superior, de forma similar a la red pública. Se supone que la interconexión entre las redes privada y pública tiene lugar en tres configuraciones diferentes. El acceso  $T_L$  representa la interconexión normalizada con la central local de la red pública. Los otros tipos de acceso denominados  $T_T$  y  $T_I$  puentean la central local e ingresan en la red pública a un nivel jerárquico superior, ya sea en una central de tránsito o, directamente, acceden a la central de conmutación internacional.

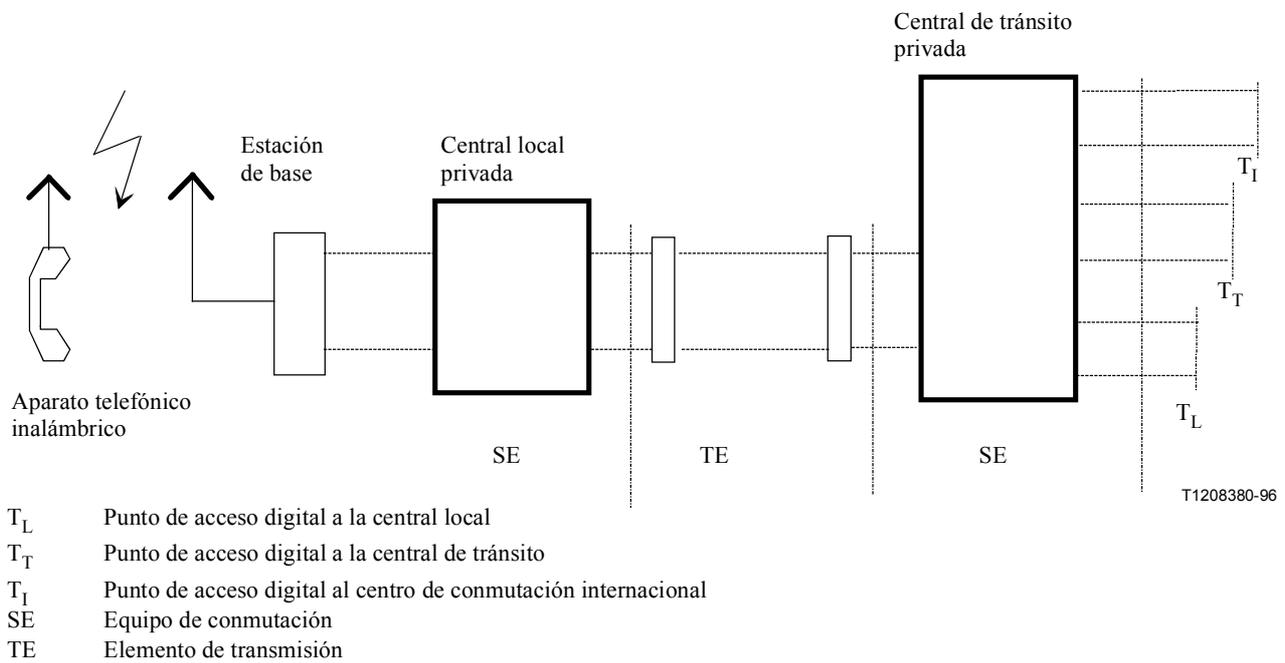
En las figuras 2 a 4 se presentan con más detalle algunos ejemplos de configuraciones posibles en la red privada junto con diferentes tipos de acceso a la red pública.



**Figura 2/G.175 – Red privada con encaminamiento totalmente digital**



**Figura 3/G.175 – Red privada con encaminamiento analógico/digital**



**Figura 4/G.175 – Red privada en unión de un teléfono inalámbrico conectado digitalmente**

## 6 Principios básicos de planificación – Método del factor de degradación en combinación con el modelo E

En general, la calidad de la transmisión vocal por canales telefónicos se funda en un juicio subjetivo emitido por los usuarios en ambos extremos. En consecuencia, la planificación de la transmisión que figura en la Recomendación UIT-T G.101 [2] se obtiene, en principio, a partir de una consideración de extremo a extremo junto con un reparto de todos los parámetros importantes entre las distintas redes o partes de una red, según proceda. En el caso de redes privadas ha sido habitual el empleo de este método para la regulación de todas las llamadas cursadas por la red pública, estableciéndose límites para la red privada entre la interfaz acústica del aparato telefónico y la interfaz eléctrica con la red pública. Se definieron esos límites para asegurar una calidad suficiente para todas las llamadas (nacionales e internacionales).

Como consecuencia del proceso creciente de liberalización en muchos países, la responsabilidad de una calidad de transmisión vocal suficiente se ha desplazado hacia el operador de la red privada. Sin embargo, la planificación de las redes privadas en lo relativo a la calidad de la transmisión vocal requiere conocimientos y experiencia en el campo de los parámetros de transmisión y su influencia en la calidad. Por consiguiente, parece conveniente ofrecer un método de planificación fácil de utilizar y acompañado de información de aprendizaje y de herramientas de planificación. Éste es el fin primordial de la presente Recomendación UIT-T.

El principio básico de planificación empleado en esta Recomendación UIT-T se aparta de los métodos anteriores de planificación de los escenarios de interconexión de redes privadas/públicas. Estos escenarios de interconexión no son tratados por otras Recomendaciones UIT-T de la serie G.100, las cuales proporcionan aún buenas orientaciones para la planificación de la transmisión de extremo a extremo. Para todas las configuraciones objeto de la presente Recomendación UIT-T, la planificación de la calidad de la transmisión vocal debería basarse en una consideración de extremo a extremo en vez de en la especificación de límites de parámetros objetivos individuales. La calidad de transmisión vocal de extremo a extremo se expresa mediante el índice  $R$  del modelo E, como resultado de cálculos con el modelo E (descrito en la Recomendación UIT-T G.107 [3]). El modelo E es una herramienta de planificación fundada en el método del factor de degradación del equipo, que se describe en la Recomendación UIT-T G.113 [6]. El índice  $R$  del modelo E puede transformarse en otras medidas de calidad, que han sido utilizadas anteriormente en la planificación de transmisión, como son la nota media de opinión (MOS, *mean opinion score*), el porcentaje de bueno o mejor (%GoB, *percentage good or better*) o el porcentaje de malo o peor (%PoW, *percentage poor or worse*), de acuerdo con el anexo B/G.107.

Debe subrayarse que la finalidad primordial de la planificación de red es controlar la suma de las degradaciones de la transmisión provocadas por los distintos elementos de la red en todas las configuraciones posibles. No es objeto de la planificación de redes limitar las degradaciones de transmisión de un elemento de red específico. A menos que se indique otra cosa, se supone que los elementos de transmisión, de conmutación y terminales se han diseñado en general para cumplir todos los requisitos pertinentes que figuran en Recomendaciones UIT-T y en normas nacionales o internacionales para esos tipos de elementos.

La introducción de un factor de calidad con fines de planificación permite también al operador de la red privada realizar el proyecto de su red en función de la relación coste/calidad, teniendo en cuenta los requisitos específicos de la red privada.

La planificación de transmisión basada en el modelo E recomendado en esta cláusula proporciona una predicción de la calidad esperada, percibida por el usuario, para una conexión investigada. Basándose en pruebas subjetivas, la percepción por los usuarios se expresa mediante MOS, %GoB o %PoW. Sin embargo, durante la planificación de transmisión no es conveniente la ejecución de pruebas subjetivas. Por lo tanto debe proporcionarse un método que permita al planificador combinar mediante cálculo todas las degradaciones de transmisión existentes en la conexión considerada hasta un valor total de degradación. Este cálculo debe efectuarse utilizando un algoritmo basado en

pruebas subjetivas. En conexiones telefónicas constituidas por una gama de elementos de red, puede ocurrir que distintos parámetros de transmisión contribuyan también simultáneamente a la degradación global, por lo que los métodos de planificación utilizados deben también tener en cuenta los efectos de combinación.

Un método de planificación que responde con la aproximación de satisfacer los requisitos anteriormente mencionados es el método del factor de degradación [6] en combinación con el modelo E [3].

Sobre la base de una evaluación de extremo a extremo de cada parámetro de transmisión (incluido el tipo y el número de códecs a baja velocidad binaria) se obtienen valores de degradación. Este método tiene en cuenta las degradaciones introducidas por los codificadores MIC así como las degradaciones que no corresponden directamente al tratamiento digital.

El método del factor de degradación se basa en la hipótesis de que las degradaciones de transmisión pueden transformarse en factores psicológicos y que éstos son aditivos en la "escala psicológica". El modelo E proporciona un algoritmo matemático apropiado, con el cual pueden transformarse los distintos parámetros de transmisión en diferentes "factores de degradación". Este método y el algoritmo del modelo E incluyen también los efectos combinados de las degradaciones que se producen simultáneamente en la conexión considerada, así como algunos efectos de enmascaramiento. Con el modelo E se tiene una herramienta muy útil que proporciona un método simplificado y de manejo sencillo para la práctica de la planificación. El resultado final de cualquier cálculo con el modelo E es el índice  $R$  del modelo E. La relación entre los diferentes valores de degradación y  $R$  viene dada por la ecuación:

$$R = R_o - I_s - I_d - I_e + A \quad (\text{vease la nota})$$

Valores altos del índice  $R$  del modelo E de la gama  $90 \leq R < 100$  deben interpretarse como calidad excelente, mientras que un valor menor de  $R$  indica una calidad menor.

NOTA – Para los cálculos presentados en esta Recomendación UIT-T, el algoritmo del modelo E se ha tomado de la Recomendación UIT-T G.107 en el momento de su publicación. En el caso de que una revisión posterior de la Recomendación UIT-T citada presente una versión perfeccionada del algoritmo, el valor de  $R = 94,1$  para todos los valores de entrada por defecto puede cambiar ligeramente. No obstante, esta Recomendación UIT-T seguirá proporcionando orientación válida para fines de aprendizaje. Para las tareas de planificación de transmisión efectivas, habrá que remitirse, en cualquier caso, a la versión más reciente de la Recomendación UIT-T G.107.

El término  $R_o$  expresa la relación señal/ruido básica.

El término  $I_s$  representa todas las degradaciones que se producen más o menos simultáneamente con la señal de voz, tales como: nivel vocal demasiado alto (OLR no óptimo), efecto local (STMR) no óptimo, ruido de cuantificación (qdu), etc.

El factor de "degradación por retardo"  $I_d$  suma todas las degradaciones debidas a efectos de retardo y de eco, y el "factor de degradación del equipo",  $I_e$ , representa las degradaciones causadas por códecs a baja velocidad binaria utilizados en equipos especiales.

El "factor de ventaja"  $A$  representa una "ventaja de acceso" que ciertos sistemas pueden ofrecer en comparación con los sistemas convencionales. Mientras todos los otros factores de degradación se sustraen de la relación señal/ruido básica  $R_o$ , este valor se añade, compensando así hasta cierto punto otras degradaciones. Puede utilizarse para tener en cuenta el hecho de que el usuario tolerará alguna disminución de la calidad de transmisión a cambio de la "ventaja de acceso". Ejemplos de esas ventajas son los sistemas sin cordón o móviles o las conexiones en regiones de difícil acceso mediante múltiples saltos de satélite. La utilización y la magnitud del factor de ventaja  $A$  son de la responsabilidad de cada planificador de transmisión y serán objeto de estudio ulterior.

Debe señalarse que, en algunos casos, no sólo el resultado final de  $R$  presenta interés, sino también los valores de degradación específicos  $I_s$ ,  $I_d$  e  $I_e$ . Su contribución individual al valor total de las

degradaciones puede utilizarse para la determinación de las grandes degradaciones en cada configuración determinada y como posibles soluciones a la reducción de esta gravedad de las degradaciones: por ejemplo, reduciendo *Id* mediante la inserción de compensadores de eco.

En la Recomendación UIT-T G.107 puede verse una descripción más detallada de los diferentes factores de degradación, así como el algoritmo del modelo E.

## **7 Método de planificación y límites**

En la cláusula 6 se han expuesto brevemente la introducción de los principios básicos y los nuevos métodos de planificación. La planificación de las redes privadas se realiza en muchos casos por el operador de la red privada aunque en la mayoría de las aplicaciones le afecta substancialmente la planificación de la transmisión de la red pública. Las reglas de planificación previas o existentes todavía para interconexiones con las redes RDSI/RTPC se aplican únicamente en el dominio de redes privadas, es decir entre las interfaces acústicas y la interfaz con la red pública. Los valores de planificación se basan en un prorrateo de las degradaciones permitidas o en límites para cada parámetro de transmisión específico.

Ese prorrateo que, generalmente, no tiene en cuenta el tamaño específico, estructura y complejidad de una red privada, producirá un tratamiento muy rígido de los distintos parámetros de transmisión junto con límites muy exigentes para éstos. A fin de proporcionar más flexibilidad en este campo, la planificación y diseño de las redes privadas debe basarse, en consecuencia, en negociaciones individuales entre operadores de redes privadas y públicas en vez de en un prorrateo. Aunque en la mayoría de los casos las fronteras entre las redes privadas y públicas pueden identificarse claramente en interfaces específicas, la prioridad de las negociaciones debe incidir, preferentemente, en la determinación de las degradaciones reales en el dominio de las redes privadas y públicas. Esto puede soportarse considerando las configuraciones y requisitos individuales de una red privada, tales como el tipo y punto de acceso a la red pública y la mayoría de los tipos de conexión (llamadas internacionales, nacionales interurbanas o locales).

Para cumplir estos objetivos se recomienda seguir un método de planificación, que se describe seguidamente, para la interconexión entre redes privadas y públicas. Este método puede también aplicarse, en general, a redes multioperador.

### **7.1 Método de planificación**

El método de planificación para la interconexión de las redes privadas con las redes RDSI/RTPC públicas puede considerarse constituido por varias fases. Puede emplearse como orientación la siguiente descripción detallada de estas fases.

#### *– Configuración y requisitos de la red privada individual*

En primer lugar, se considerará la configuración de la red privada, sus características con todos los encaminamientos posibles resultantes y el tipo y punto de acceso a la red pública. Además, deberá tenerse en cuenta la mayoría del tráfico por las redes públicas siempre que aparezca aplicable y dependiendo de los aspectos comerciales del operador de la red privada.

#### *– Determinación de las configuraciones de referencia*

Como es habitual en la planificación de redes, se recomienda establecer una configuración de referencia sobre todo para el trayecto en la red privada. Esto facilita la identificación clara de todos los elementos de red y de sus degradaciones de transmisión importantes. Se supone que se selecciona como configuración de referencia el trayecto más crítico con respecto a las degradaciones de la transmisión. Sin embargo, dependiendo de la decisión del operador de la red pueden aceptarse con calidad inferior, aunque sin considerarse como configuraciones de referencia, algunas configuraciones o encaminamientos específicos que se presentan en la red únicamente en casos excepcionales.

– *Evaluación de las degradaciones reales de transmisión*

Deben determinarse los valores reales para cada uno de los elementos de la red privada, así como para todos los parámetros importantes objeto de la planificación que se enumeran en 7.2. Debe observarse que algunos elementos pueden contribuir con más de un parámetro a su degradación total específica. Para la mayoría de los parámetros de transmisión principales, pueden determinarse por separado los valores de las degradaciones de cada elemento mediante una simple suma de todos los valores propios de los elementos. Sin embargo para algunos parámetros, tales como el eco y la estabilidad, debe efectuarse la investigación para la parte total pertinente de la conexión.

En esta fase se recomienda también investigar algunas fuentes posibles de degradaciones de transmisión adicionales, tales como la desadaptación de impedancias en las interfaces analógicas, la relación entre el nivel de la señal y la capacidad de carga de los códecs y un valor excesivo del ruido de sala en ubicaciones específicas.

La determinación de las degradaciones de transmisión reales debidas a las redes públicas está sujeta a acuerdos entre los operadores de las redes públicas y privadas. Siempre que sea posible esta evaluación deberá incluir no solamente la información sobre los parámetros que contribuyen a la degradación y sus valores reales con respecto a los diferentes encaminamientos de las llamadas locales, nacionales interurbanas e internacionales, sino también la información sobre el empleo de compensadores de eco y su calidad de funcionamiento. Debe tenerse presente que estos valores pueden variar en una amplia gama representando únicamente una estimación de la calidad de transmisión de los trayectos por la red pública. Sin embargo se recomienda que se dé más prioridad a las consideraciones estadísticas que a las del caso más desfavorable.

Lo mismo se aplica para la terminación opuesta que debe definirse con la finalidad de una inspección de extremo a extremo. La mayoría de las terminaciones opuestas estarán constituidas por un único aparato telefónico digital o analógico, aunque deben también considerarse PABX o redes privadas. La definición de estas terminaciones y sus parámetros sobre todo el SLR, RLR, distorsiones, retardo y pérdida de eco proporcionadas deberán obtenerse también mediante consideraciones estadísticas. Si es posible, la información necesaria relativa a la configuración de la red en la zona del abonado puede obtenerse del operador de la red pública.

Deberán también determinarse para todos los tipos de líneas alquiladas digitales o analógicas los valores reales correspondientes a todos los parámetros de transmisión pertinentes. Aunque estas líneas alquiladas serán, generalmente, proporcionadas por los operadores de redes públicas deben considerarse como parte de la red privada desde el punto de vista de la planificación de la transmisión.

– *Cálculos de planificación*

Para su utilización en el modelo E se transforman todos los valores reales de los parámetros principales correspondientes a los distintos elementos de la red privada, la red o redes públicas y la terminación opuesta. En 7.4 se ofrece una descripción detallada sobre el empleo de este modelo. Pueden obtenerse resultados tales como el índice  $R$  del modelo E que se evaluarán de conformidad con el cuadro 1. En 7.4.2 se facilitan detalles adicionales sobre los cálculos de planificación empleando el modelo E.

– *Valoración de resultados*

Empleando las categorías indicadas en 7.3 deberán valorarse los resultados de la investigación de planificación expresados en términos de índice  $R$  del modelo E. Es conveniente observar que puede también utilizarse este método de planificación para comparar distintas soluciones técnicas para un elemento de red específico por medio de su influencia en la calidad esperada, por ejemplo influencia de distintos algoritmos de códec, utilización de equipos DCME en los elementos de transmisión, aplicación del ATM, etc.

Con miras a un diseño económico de la red privada, la decisión final puede basarse en la relación entre los costes y la calidad percibida.

## 7.2 Parámetros principales

Sobre la base de la hipótesis de que en las redes privadas modernas la mayoría de las centrales y de las líneas (alquiladas) de interconexión utilizan tecnología digital y que las interconexiones con las RDSI y RTPC públicas se efectúan únicamente en forma digital, deberá realizarse una valoración de los distintos parámetros de transmisión con respecto a su influencia en la calidad vocal. En un entorno digital algunos parámetros (por ejemplo, distorsión de frecuencia, ruido del circuito estacionario, variación de la atenuación con el tiempo, etc.) tienen menos importancia. Se recomienda la inclusión en la planificación de la transmisión de los siguientes parámetros.

- *Índice de sonoridad global (OLR, overall loudness rating)*

En algunas configuraciones de redes privadas, sobre todo en los niveles más bajos de la jerarquía, se utilizarán pequeñas PABX conectadas mediante secciones analógicas de 2 hilos, las cuales contribuyen con pérdidas. Además los aparatos telefónicos analógicos tienen sus valores de SLR y RLR diseñados para conexiones previas totalmente analógicas que pueden producir degradaciones debido a un índice de sonoridad global que no es óptimo.
- *Retardo absoluto en conexiones sin ecos*

Este parámetro es muy importante en el caso de llamadas internacionales.
- *Eco*

La investigación de las degradaciones debidas a los efectos del eco suele ser uno de los aspectos de planificación más importantes en un entorno digital. Deben considerarse dos parámetros diferentes, el índice de sonoridad del eco para el hablante (TELR, *talker echo loudness rating*) y el valor medio del retardo en un sentido  $T$  del trayecto de eco. La investigación sobre el eco debe comprender, asimismo, decisiones sobre el empleo de compensadores de eco.
- *Estabilidad*

De conformidad con la hipótesis de que las redes privadas están interconectadas en forma digital con las RDSI/RTPC públicas, cualquier conversión de 2 hilos a 4 hilos puede terminar la cadena internacional, afectando eventualmente a la estabilidad. El modelo E no incluye los cálculos de estabilidad, por lo que se recomienda encarecidamente la adopción de una pérdida de estabilidad suficiente cuyos valores y orientaciones de cálculo pueden encontrarse en la Recomendación UIT-T G.122 [7].
- *Distorsión de cuantificación*

En las redes privadas y públicas modernas que utilizan cada vez más un encaminamiento totalmente digital va decreciendo la degradación debida a la distorsión de cuantificación expresada en unidades de qdu. El modelo E incluye este parámetro, aunque únicamente debe utilizarse un proceso de codificación MIC conforme con la Recomendación UIT-T G.711 [11]. Para otros algoritmos de codificación, deberá emplearse el factor de degradación  $I_e$  como se indica en apéndice I/G.113 [6].
- *Factor de degradación del equipo  $I_e$* 

El factor de degradación del equipo  $I_e$  que expresa las degradaciones debidas a algoritmos de codificación a baja velocidad binaria y otros dispositivos de tratamiento es una de las degradaciones más importantes en las redes modernas. En el apéndice I/G.113 se facilitan valores disponibles para su utilización en el modelo E.

### 7.3 Valor esperado de la calidad y límites superiores absolutos de la planificación

Como se indica en la Recomendación UIT-T G.107 [3] y en 7.4, los resultados de los cálculos de planificación con el modelo E se obtienen en términos del índice  $R$  del modelo E para la configuración considerada. El índice  $R$  del modelo E puede variar en la gama de 0 a 100, donde  $R = 100$  representa una calidad de transmisión muy elevada y  $R = 0$  supone una calidad extremadamente mala o inaceptable. El valor  $R$  puede transformarse en diferentes medidas de calidad tales como la MOS, el %GoB y el %PoW utilizando la función de error gaussiana como se indica en el anexo B/G.107.

Básicamente, la valoración del índice  $R$  del modelo E resultante queda a juicio del planificador. Sin embargo, se recomienda encarecidamente el establecimiento de un límite específico que no debiera rebasarse nunca ni siquiera en casos excepcionales.

En algunos casos, los planificadores pueden no estar acostumbrados a la utilización del índice  $R$  del modelo E como resultado de los cálculos de planificación. En el cuadro 1, extraído de la Recomendación UIT-T G.109 [5], se facilita orientación en forma de descripción literal de la satisfacción de los usuarios esperada para distintos valores de  $R$ .

**Cuadro 1/G.175 – Definición de las categorías de calidad de transmisión vocal**

Gama de valores de $R$	Categoría de calidad de transmisión vocal	Satisfacción del usuario
$90 \leq R < 100$	Óptima	Muy satisfecho
$80 \leq R < 90$	Alta	Satisfecho
$70 \leq R < 80$	Media	Algunos usuarios poco satisfechos
$60 \leq R < 70$	Baja	Muchos usuarios poco satisfechos
$50 \leq R < 60$	Mala	Casi todos los usuarios poco satisfechos
NOTA – No se recomiendan conexiones con valores de $R$ inferiores a 50.		

### 7.4 Empleo del modelo E

En la Recomendación UIT-T G.107 [3] figuran los principios básicos y el algoritmo del modelo E, incluida la configuración de referencia del modelo. Cuando se emplee el modelo E para cálculos de planificación deben adaptarse precauciones para la introducción correcta de todos los parámetros de transmisión. La lista de parámetros que se facilita a continuación proporciona la orientación necesaria, en tanto que en la Recomendación UIT-T G.108 [4] puede verse información de aprendizaje para diferentes aplicaciones. El modelo se distingue entre el lado emisión y el lado recepción. Ambos lados y la mayoría de los parámetros se refieren a un punto virtual de 0 dBr. En total hay 18 parámetros de transmisión de entrada aunque no se hace variar a todos ellos para la realización de la planificación de la transmisión. Es importante observar que el modelo E estima la calidad de la comunicación vocal para el hablante y el oyente tal como la percibe el usuario del lado receptor. Para los parámetros de transmisión invariables en los cálculos de la planificación, deben utilizarse valores por defecto como se recomienda en 7.4.3.

#### 7.4.1 Parámetros de entrada

En el modelo E se utilizan los siguientes parámetros de entrada.

- *Índice de sonoridad en emisión (SLR, send loudness rating) e índice de sonoridad en recepción (RLR, receive loudness rating)*

Los valores del SLR y el RLR no están relacionados directamente con los valores de los aparatos telefónicos que se utilizan. El SLR representa el índice de sonoridad entre la boca humana en el lado emisión y el punto virtual de 0 dBr y el RLR representa el índice de

sonoridad entre el punto de 0 dBr y el oído humano en el lado recepción. Si se insertan elementos de red que proporcionan pérdidas entre el aparato telefónico y el punto de 0 dBr y viceversa, deberá efectuarse por separado el cálculo de los SLR y RLR totales ya que el modelo no permite la entrada del índice de sonoridad del circuito. En cualquier caso el índice de sonoridad global (OLR) es la suma del SLR y del RLR. Si tiene que investigarse una gama específica del OLR, se recomienda variar el SLR y el RLR simultáneamente para evitar errores. Si los aparatos telefónicos utilizados en cada extremo de la conexión tienen valores distintos del SLR y del RLR, deben calcularse por separado los valores de  $R$  para ambos sentidos de la transmisión. En esta aplicación únicamente deben utilizarse como entradas del modelo el SLR en el lado emisión y el RLR en el lado recepción. Los demás parámetros (SLR en el lado recepción y RLR en el lado emisión) no se utilizan. Mediante los parámetros TELR, STMR y LSTR se tiene en cuenta la influencia del ruido de sala y del eco para el hablante sobre la calidad de la transmisión vocal.

- *Índice de enmascaramiento para el efecto local (STMR, sidetone masking rating) e índice de efecto local para el oyente (LSTR, listener sidetone rating)*

Estos parámetros, relacionados directamente con los aparatos telefónicos utilizados no son, en la mayoría de los casos, objeto de planificación por lo que se les asignarán valores por defecto. Únicamente deben tenerse en cuenta si son de esperar desacoplos de impedancia en los aparatos telefónicos analógicos o valores reducidos del STMR y del LSTR.

- *Factores  $D$  ( $D_s$  y  $D_r$ )*

Los factores  $D$ ,  $D_s$  para el lado emisión y  $D_r$  para el lado recepción son valores fijos que dependen de la forma de los microteléfonos de los aparatos telefónicos utilizados. Como tales valores fijos, generalmente no son objeto de planificación. Para los factores  $D$  así como para los valores del STMR y del LSTR de un aparato telefónico, se supone una relación fija como sigue:

$$LSTR = STMR + D$$

- *Índice de sonoridad del eco para el hablante (TELR)*

Se define el TELR, que expresa el índice de sonoridad del trayecto de eco, como la suma del SLR y del RLR del teléfono del hablante y de la pérdida de eco para el trayecto del eco. Este valor debe calcularse separadamente empleando los valores SRL/RLR en el lado recepción con respecto al modelo E. El trayecto del eco debe identificarse y calcularse cuidadosamente dentro de la configuración de referencia para evitar entradas erróneas del TELR.

- *Pérdida de trayecto de eco ponderado (WEPL, weighted echo path loss)*

Este parámetro, junto con el retardo de ida y vuelta en un bucle cerrado de 4 hilos, puede causar degradaciones debidas al eco para el oyente. Pueden producirse bucles cerrados de 4 hilos en una configuración si la conexión comprende conversiones de 4 hilos a 2 hilos. Tales conversiones pueden estar ubicadas en redes distintas y en países diferentes. Se define la WEPL como la suma de todas las pérdidas y ganancias dentro del bucle denominadas también "pérdidas de ida y vuelta". En la mayoría de los casos puede despreciarse el eco para el oyente si en la conexión telefónica se ha previsto un control del eco suficiente.

- *Valores de los retardos ( $T$ ,  $T_a$  y  $T_r$ )*

El modelo E considera tres valores diferentes del retardo que deben determinarse y emplearse separadamente en el modelo. Se utiliza el valor medio del retardo unilateral  $T$  en ms para calcular las degradaciones debidas al eco para el hablante en combinación con el TELR. Debe subrayarse que, aunque se trata de una degradación hacia el hablante, la estimación de la degradación se refiere al lado recepción del modelo. El valor medio del retardo en un sentido  $T$  debe determinarse y calcularse únicamente para las secciones de la configuración de referencia que constituyen el trayecto de eco, es decir desde el teléfono del

hablante hasta el punto identificado donde pueden producirse las reflexiones de la señal, por ejemplo en una conversión de 4 hilos a 2 hilos. Complementariamente, el retardo absoluto en un sentido  $Ta$  en ms, es en cualquier caso el retardo total para la conexión completa entre los dos abonados.  $Ta$  representa las degradaciones debidas a un retardo excesivo y debe incluirse sobre todo en la planificación de las comunicaciones internacionales, aun cuando se haya previsto una compensación de eco perfecta. El retardo de ida y vuelta  $Tr$ , en ms, producirá eco en el oyente junto con WEPL.  $Tr$  se define como el retardo total en el bucle cerrado de 4 hilos.

– *Factor de degradación del equipo ( $Ie$ )*

Los valores del factor de degradación del equipo  $Ie$  utilizados como entradas al modelo E representan degradaciones debidas a los códecs de velocidad binaria reducida en elementos de red específicos. En el apéndice I/G.113, se facilitan valores basados en pruebas subjetivas.

– *Factor de mejora ( $A$ )*

El algoritmo del modelo E incluye también el factor  $A$  para el cálculo del factor de índice  $R$ ; si bien la inclusión de este factor y sus valores queda a juicio del planificador. Para más información, véase la cláusula 6.

– *Ruido de sala ( $Ps$  y  $Pr$ )*

Las degradaciones percibidas en el lado recepción pueden ser debidas también al ruido de sala en el lado emisión y en el lado recepción, que contribuyen a la relación señal/ruido básica. En general, para el ruido de sala  $Ps$  en dB(A) en el lado emisión y  $Pr$  en dB(A) en el lado recepción se utilizan valores por defecto, si bien éstos pueden variarse con fines de planificación en el caso de un ruido excesivo en una ubicación específica. El algoritmo del modelo E transforma estos valores en un ruido de circuito equivalente referido al punto de 0 dBr.

– *Ruido del circuito ( $Nc$ , circuit noise)*

Si es necesario, puede obtenerse el ruido del circuito  $Nc$  en dBm0p mediante una suma en potencia de todas las fuentes de ruido eléctrico de la conexión referidas al punto de 0 dBr. En la mayoría de los casos pueden despreciarse las fuentes de ruido estacionario en un entorno digital, ajustándose en este caso el parámetro de entrada a su valor por defecto.

– *Ruido de fondo ( $Nfor$ , noise floor)*

El parámetro de entrada umbral de ruido en dBmp representa un ruido básico del equipo en el lado recepción. Su valor nominal se ajusta a  $-64$  dBmp, y no debe modificarse.

– *Número de unidades de distorsión de cuantificación ( $qdu$ , quantization distortion unit)*

Las degradaciones debidas a la distorsión de cuantificación se incorporan en el modelo en forma de un número de  $qdu$ . Debe resaltarse que las  $qdu$  únicamente pueden utilizarse para un par de códecs que utilice una codificación MIC conforme con la Recomendación UIT-T G.711 y para las distorsiones debidas a las pérdidas digitales o elementos de ganancia (0,7  $qdu$ ). Para los demás algoritmos de codificación deben emplearse los factores de degradación del equipo  $Ie$  pertinentes.

#### 7.4.2 Ejecución de los cálculos

Si se dispone de todos los parámetros, el proceso de cálculo puede describirse como sigue:

- a) Se calculan por separado el SLR y el RLR y se realizan los cálculos de la relación señal/ruido básica  $Ro$ .
- b) Se calcula el factor de degradación simultánea  $Is$ .

- c) Se calculan por separado el valor medio del retardo en un sentido y del TELR del trayecto de eco, el valor absoluto del retardo en un sentido  $Ta$  y el retardo de ida y vuelta  $Tr$ , y se calcula el factor de degradación del retardo  $Id$ .
- d) Se suman los factores de degradación del equipo  $Ie$  para los distintos equipos.
- e) Se calcula el factor de índice  $R$  y se suma el factor  $A$ , si procede.
- f) Se verifica si se ha rebasado el límite recomendado  $R = 50$ .

En la práctica, se utilizan para los cálculos programas de ordenador que realizan una ejecución completa de las fases a) a f) anteriores.

### 7.4.3 Valores por defecto

En la Recomendación UIT-T G.107 se facilitan valores por defecto para todos los parámetros de entrada utilizados en el algoritmo del modelo E. Se recomienda encarecidamente la utilización de estos valores por defecto para todos los parámetros que no varían en los cálculos de planificación. Si se asignan los valores por defecto a todos los parámetros, el cálculo proporciona una calidad muy elevada con un factor de índice  $R = 94,1$  (véase la nota de la cláusula 6).

## 8 Implementación de compensadores de eco

La creciente utilización de dispositivos de tratamiento de la voz así como de secciones radioeléctricas digitales en las redes privadas modernas aumentará los valores del retardo en la red privada en un grado tal que exige la implementación de dispositivos de control de eco no solamente para las llamadas nacionales interurbanas, sino también para llamadas locales o internas. Como puede esperarse que haya poca experiencia con la inserción de estos dispositivos en el dominio de redes privadas, se facilitan algunas orientaciones al planificador.

En primer lugar se recomienda la utilización de compensadores de eco, y ya no se recomienda la utilización de supresores de eco (de la anterior Recomendación UIT-T G.164). Los compensadores de eco deben cumplir o exceder los requisitos de la Recomendación UIT-T G.168 [9] y pueden utilizarse compensadores de eco conformes con la más antigua Recomendación UIT-T G.165 [8] si no se producen problemas. Pueden producirse conexiones en cascada de compensadores, sobre todo en el caso de llamadas internacionales cuando el operador de la red pública inserta también compensadores de eco. La experiencia práctica ha demostrado que los compensadores de eco (recientemente proyectados según las normas de la Recomendación UIT-T G.165 [8]) no producirán problemas en una configuración en cascada, pero la puesta en cascada puede repercutir en algunos casos en la calidad vocal percibida, posible repercusión esta que depende de diversos factores, que no están sujetos a planificación de transmisión (por ejemplo, habla simultánea, conversación altamente interactiva, ECs de distintos fabricantes). Se recomienda preguntar al operador de la red pública si utiliza compensadores y cuál es su calidad. En función del retardo del trayecto de eco permitido por estos equipos, del punto de acceso y del encaminamiento en la red pública, en algunos casos posiblemente podrán evitarse compensadores de eco en la red privada.

La investigación y decisión final sobre la inserción de compensadores de eco en la red privada debe tener en cuenta no solamente el control del eco para el hablante en la red privada, sino también para el hablante en la terminación opuesta en el caso de llamadas locales o interurbanas establecidas por la red pública.

Algunos elementos terminales y de transmisión, tales como los teléfonos inalámbricos y móviles o dispositivos de compresión-expansión de la voz, pueden disponer de compensadores de eco integrados los cuales deben tenerse en cuenta. Deben investigarse cuidadosamente estos equipos en lo relativo a sus parámetros de calidad pertinentes, tales como el retardo de trayecto de eco permitido, la atenuación del eco residual, la atenuación del trayecto de eco requerida, etc.

Como regla básica, deben ubicarse los compensadores de eco en las cercanías de las fuentes de eco dentro de la red privada en beneficio de la terminación opuesta. Para compensadores de eco conformes con la Recomendación UIT-T G.165 [8], debe proporcionarse un trayecto de eco lineal con una atenuación del trayecto de eco mínima de 6 dB. Para el control del eco del hablante experimentado por el abonado en la red privada (trayecto de eco a través de la red pública y la terminación opuesta), puede obtenerse información sobre este trayecto de eco en lo relativo al retardo, la atenuación del trayecto de eco y la linealidad mediante negociaciones entre los operadores de ambas redes pública y privada, a fin de poder efectuar una selección cuidadosa de los dispositivos necesarios. En la mayoría de los casos se ubicarán estos compensadores de eco en las proximidades de la interfaz con la red pública.

## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación