

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.1028

(06/2019)

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

Calidad de servicio y de transmisión multimedios –  
Aspectos genéricos y aspectos relacionados al usuario

---

**Calidad de servicio de extremo a extremo para  
servicios vocales en redes móviles 4G**

Recomendación UIT-T G.1028

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
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
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
<b>CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO</b>	<b>G.1000–G.1999</b>
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

## Recomendación UIT-T G.1028

### Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios vocales en redes móviles 4G

#### Resumen

En la Recomendación UIT-T G.1028 se dan directrices sobre los aspectos más importantes que influyen en la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de las aplicaciones vocales gestionadas en redes LTE y sobre cómo pueden evaluarse adecuadamente con los conocimientos actuales.

Se describen algunas hipótesis de servicio de extremo a extremo típicas de casos con acceso LTE por ambos lados de la comunicación o con tecnologías distintas en cada uno de los lados (acceso alámbrico e inalámbrico). Estas hipótesis se basan en las conexiones de referencia típicas definidas en esta Recomendación, compuestas de varios segmentos: terminal, acceso inalámbrico, red de retroceso, red núcleo. También se incluyen consideraciones sobre la compartición del presupuesto de algunos parámetros clave y el lugar en que pueden evaluarse dentro de esos segmentos.

En lo que respecta a la influencia específica del procedimiento de repliegue de conmutación de circuitos (CSFB) en la calidad de servicio (QoS), pueden encontrarse informaciones y materiales al respecto en la Recomendación UIT-T G.1028.2, *Evaluación del repliegue de conmutación de circuitos LTE – Influencia en la calidad de servicio vocal*.

#### Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T G.1028	2016-04-06	12	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12748">11.1002/1000/12748</a>
2.0	UIT-T G.1028	2019-06-29	12	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13927">11.1002/1000/13927</a>

#### Palabras clave

Calidad de servicio, QoS, telefonía, voz, VoLTE, 4G, LTE.

---

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), 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 AMNT.

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2020

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Definiciones .....	3
3.1 Términos definidos en otros documentos .....	3
3.2 Términos definidos en la presente Recomendación .....	3
4 Abreviaturas y acrónimos .....	4
5 Convenios .....	7
6 Breve introducción a la voz por LTE e hipótesis .....	7
7 Modelos de referencia hipotéticos .....	10
7.1 Comunicación LTE-LTE en la misma red .....	12
7.2 Comunicación LTE-LTE entre dos redes interconectadas (incluida itinerancia) .....	12
7.3 Comunicación LTE-3G .....	12
7.4 Comunicación LTE-RTPC .....	13
8 Aspectos de calidad de servicio para servicios de voz por LTE.....	13
9 Indicadores importantes y objetivos de calidad .....	15
10 Recomendaciones para monitorización de QoS y resolución de problemas .....	22
10.1 Puntos de monitorización de QoS recomendados .....	22
10.2 Estrategia de monitorización .....	27
10.3 Herramientas disponibles en normas UIT-T .....	30
Anexo A – Lista de degradaciones a las que se enfrentan los usuarios finales del servicio VoLTE y sus posibles causas .....	34
A.1 Problema de QoS vinculado a calidad de funcionamiento de sesión de llamada .....	34
A.2 Problema de QoS vinculado a calidad vocal percibida .....	35
Bibliografía .....	38



## Recomendación UIT-T G.1028

### Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios vocales en redes móviles 4G

#### 1 Alcance

La presente Recomendación se basa en la idea de que la voz por LTE (VoLTE) es un servicio de voz "gestionado", a diferencia de las aplicaciones superpuestas (OTT) sin utilización de señalización de protocolo de iniciación de sesión/subsistema multimedia IP (SIP/IMS) y sin tráfico priorizado. La videotelefonía por LTE (ViLTE) es otro servicio que se estudia en la Recomendación especial [UIT-T G.1028.2].

En la presente Recomendación se describen los aspectos fundamentales que repercuten en la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de aplicaciones de voz gestionadas por redes LTE en la mayoría de los casos de llamadas comunes, incluido el repliegue de conmutación de circuitos (no se estudia la desviación del tráfico IMS ni la continuidad de la llamada vocal de difusión simple (SRVCC) ni la movilidad bajo red de acceso local inalámbrica), y cómo pueden evaluarse adecuadamente utilizando conocimientos actuales.

Los mecanismos importantes de calidad de servicio (QoS) utilizados para gestionar el servicio de voz, como la compresión de encabezamiento robusta (RoHC), la agregación de intervalo de tiempo de transmisión (TTI), la planificación semipermanente (SPS), la transmisión discontinua (DTX) y la recepción discontinua (DRX), la selección de dominio de servicio (SDS) o las condiciones previas SIP no se estudian en la presente Recomendación como parte obligatoria de un servicio VoLTE, si bien su repercusión en la calidad percibida de extremo a extremo se tendrá en cuenta.

En la presente Recomendación no se pretende analizar la repercusión de VoLTE en la calidad de servicios suplementarios (como transmisión de datos) o en características de dispositivos (duración de batería).

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones UIT-T y demás referencias contienen disposiciones que, por referencia a las mismas en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En la fecha de publicación, las ediciones citadas estaban en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias están sujetas a revisión, por lo que se alienta a los usuarios de esta Recomendación a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. La referencia a un documento en el marco de esta Recomendación no confiere al mismo, como documento autónomo, el rango de Recomendación.

- [UIT-T E.800] Recomendación UIT-T E.800 (2008), *Definiciones de los términos relativos a la calidad de servicio.*
- [UIT-T E.804] Recomendación UIT-T E.804 (2014), *Aspectos relativos a la calidad de servicio para los servicios más utilizados en las redes móviles.*
- [UIT-T G.107] Recomendación UIT-T G.107 (2015), *El modelo E: un modelo informático para utilización en planificación de la transmisión.*
- [UIT-T G.107.1] Recomendación UIT-T G.107.1 (2015), *Modelo E para la transmisión en banda ancha.*
- [UIT-T G.109] Recomendación UIT-T G.109 (1999), *Definición de las categorías de calidad de transmisión vocal.*

- [UIT-T G.114] Recomendación UIT-T G.114 (2003), *Tiempo de transmisión en un sentido.*
- [UIT-T G.711] Recomendación UIT-T G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*
- [UIT-T G.1000] Recomendación UIT-T G.1000 (2001), *Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones.*
- [UIT-T G.1028.1] Recomendación UIT-T G.1028.1 (2019), *Calidad de servicio de extremo a extremo para servicios de videotelefonía en redes móviles 4G.*
- [UIT-T G.1028.2] Recomendación UIT-T G.1028.2 (2019), *Evaluación del repliegue de conmutación de circuitos LTE – Influencia en la calidad de servicio vocal.*
- [UIT-T P.10] Recomendación UIT-T P.10/G.100 (2017), *Vocabulario sobre calidad de funcionamiento, la calidad de servicio y la calidad percibida.*
- [UIT-T P.563] Recomendación UIT-T P.563 (2004), *Método basado en un solo extremo para la evaluación objetiva de la calidad vocal en aplicaciones de telefonía de banda estrecha.*
- [UIT-T P.564] Recomendación UIT-T P.564 (2007), *Pruebas de conformidad para los modelos de evaluación de la calidad de transmisión de la voz por IP.*
- [UIT-T P.800.1] Recomendación UIT-T P.800.1 (2016), *Terminología de las notas medias de opinión.*
- [UIT-T P.862] Recomendación UIT-T P.862 (2001), *Evaluación de la calidad vocal por percepción: Un método objetivo para la evaluación de la calidad vocal de extremo a extremo de redes telefónicas de banda estrecha y códecs vocales.*
- [UIT-T P.863] Recomendación UIT-T P.863 (2018), *Predicción de la calidad de escucha objetiva por percepción.*
- [UIT-T P.863.1] Recomendación UIT-T P.863.1 (2019), *Guía para la aplicación de la Recomendación UIT-T P.863.*
- [UIT-T Y.1540] Recomendación UIT-T Y.1540 (2016), *Servicio de comunicación de datos con protocolo – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet.*
- [UIT-T Y.1541] Recomendación UIT-T Y.1541 (2011), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet.*
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0.0 (2018), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Services and service capabilities.*
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v 15.4.0 (2018), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Policy and charging control architecture.*
- [ETSI TS 124 229] ETSI TS 124 229 v 15.6.0 (2019), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3.*
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v 15.5.0 (2019), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Multimedia telephony; Media handling and interaction.*



[ETSI TS 126 131]	ETSI TS 126 131 v 15.1.0 (2018), <i>Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Terminal acoustic characteristics for telephony; Requirements.</i>
[ETSI TS 101 563]	ETSI TS 101 563 v 1.4.1 (2015), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); IMS/PES/VoLTE exchange performance requirements.</i>
[ETSI TR 102 775]	ETSI TR 102 775 v 1.6.3 (2014), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Guidance on objectives for Quality related Parameters at VoIP Segment-Connection Points; A support to NGN transmission planners.</i>
[ETSI TR 103 219]	ETSI TR 103 219 v1.1.1 (2015), <i>Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Quality of Service aspects of voice communication in an LTE environment.</i>
[ETSI TR 125 912]	ETSI TR 102 912 v 15.0.0 (2018), <i>Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Feasibility study for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN).</i>
[IETF RFC 6076]	IETF RFC 6076 (2011), <i>Basic Telephony SIP End-to-End Performance Metrics.</i>
[IETF RFC 3095]	IETF RFC 3095 (2001), <i>Robust Header Compression (RoHC): Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed.</i>

### 3 Definiciones

#### 3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

**3.1.1 tiempo de establecimiento de llamada** [UIT-T E.800]: periodo que comienza cuando la red (reconocida en la línea de acceso del usuario llamante) recibe la información de dirección necesaria para establecer una llamada y termina cuando la parte llamante (es decir, reconocida en la línea de acceso del usuario llamante) recibe un tono de ocupado, un tono de llamada o una señal de respuesta. Han de incluirse las llamadas locales, nacionales y de servicio, pero no las efectuadas a otros operadores con licencia, pues el operador de origen no puede controlar la QoS proporcionada por otra red.

**3.1.2 calidad vocal** [UIT-T P.10]: calidad de la lengua hablada como se percibe en presentación acústica. Resultado de una percepción y un proceso de evaluación, en el que el participante evaluador establece una relación entre las características percibidas, es decir, el evento auditivo y las características deseadas o esperadas.

**3.1.3 calidad de accesibilidad del servicio** [UIT-T E.800]: capacidad para obtener un servicio, dentro de determinados límites y otras condiciones, cuando así lo solicita el usuario.

**3.1.4 tiempo medio de propagación en un sentido** [UIT-T P.10]: en una conexión, la media de los tiempos de propagación en los sentidos de transmisión.

#### 3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

Ninguno.

#### 4 Abreviaturas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

2G	Segunda generación de red de acceso radioeléctrico (también llamado GSM)
3G	Tercera generación de red de acceso radioeléctrico (también llamado UMTS)
4G	Cuarta generación de red de acceso radioeléctrico (también llamado LTE)
ACK	Acuse de recibo ( <i>acknowledgment</i> )
AEC	Cancelación de eco acústico ( <i>acoustical echo cancellation</i> )
AF	Función de aplicación ( <i>application function</i> )
AGC	Control automático de ganancia ( <i>automatic gain control</i> )
AGW	Pasarela de acceso ( <i>access gateway</i> )
AMR	Codificación multivelocidad adaptativa ( <i>adaptive multi rate coding</i> )
AMR-WB	Codificación multivelocidad adaptativa de banda ancha ( <i>wide-band adaptive multi rate coding</i> )
BGCF	Función de control de la pasarela limítrofe ( <i>border gateway control function</i> )
BTS	Estación transceptora de base ( <i>base transceiver station</i> )
CDR	Registro de detalles de llamadas ( <i>call detail record</i> )
CNG	Generación de ruido de confort ( <i>comfort noise generation</i> )
CS	Conmutación de circuitos ( <i>circuit switched</i> )
CSFB	Repliegue de conmutación de circuitos ( <i>circuit switched fall back</i> )
DL	Enlace descendente ( <i>downlink</i> )
DRX	Recepción discontinua ( <i>discontinuous reception</i> )
DTX	Transmisión discontinua ( <i>discontinuous transmission</i> )
EEC	Cancelación de eco eléctrico ( <i>electrical echo cancellation</i> )
E-NodeB	Nodo B mejorado ( <i>enhanced node B</i> )
EPC	Núcleo de paquetes evolucionado ( <i>evolved packet core</i> )
E-UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS evolucionada ( <i>evolved UMTS terrestrial radio access network</i> )
EVS	Servicios de voz mejorados ( <i>enhanced voice services</i> )
GBR	Velocidad binaria garantizada ( <i>guaranteed bit rate</i> )
GERAN	Red de acceso radioeléctrico GSM/EDGE ( <i>GSM/edge radio access network</i> )
GGSN	Nodo de servicio de la pasarela GPRS (servicio general de radiocomunicaciones por paquetes) ( <i>gateway GPRS (general packet radio service) service node</i> )
GSM	Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles ( <i>global system for mobile communications</i> )
GSMA	Asociación GSM ( <i>the GSM association</i> )
GW	Pasarela ( <i>gateway</i> )
HARQ	Petición de repetición automática híbrida ( <i>hybrid automatic-repeat-request</i> )
HD voice	Voz de alta definición ( <i>high definition voice</i> )

HO	Traspaso ( <i>hand over</i> )
HSS	Servidor de abonado residencial ( <i>home subscriber server</i> )
I-CSCF	Función de control de la sesión de llamada de interrogación ( <i>interrogating call session control function</i> )
IFR	Indicadores fundamentales de rendimiento
IMS	Subsistema multimedia IP ( <i>IP multimedia subsystem</i> )
IPDV	Variación de la demora de paquetes de Internet ( <i>Internet packet delay variation</i> )
IPER	Tasa de errores en los paquetes de Internet ( <i>Internet packet error ratio</i> )
IPLR	Tasa de pérdida de paquetes de Internet ( <i>Internet packet loss ratio</i> )
IPTD	Retardo de transferencia de paquetes de Internet ( <i>Internet packet transfer delay</i> )
IRA	Tentativa de registro ineficaz ( <i>ineffective registration attempt</i> )
LTE	Evolución a Largo Plazo (de redes de acceso radioeléctrico) ( <i>long term evolution (of radio access networks)</i> )
MGCF	Función de control de la pasarela de medios ( <i>media gateway controller function</i> )
MGW	Pasarela de medios ( <i>media gateway</i> )
MME	Entidad de gestión de la movilidad ( <i>mobility management entity</i> )
MOS	Nota media de opinión ( <i>mean opinion score</i> )
MOS-LQ	Nota media de opinión sobre la calidad de escucha ( <i>mean opinion score – listening quality</i> )
MTAS	Servidor de aplicaciones de telefonía multimedios ( <i>multimedia telephony application server</i> )
MTSI	Servicio de telefonía multimedios IMS ( <i>multimedia telephony service for IMS</i> )
NB	Banda estrecha (espectro de voz) ( <i>narrow band (voice spectrum)</i> )
NER	Tasa de errores de red ( <i>network error rate</i> )
O-SDS	Selección de dominio de servicio de origen ( <i>originating service domain selection</i> )
OTT	Superpuesto ( <i>over-the-top</i> )
PCC	Control de políticas y tarificación ( <i>policy and charging control</i> )
PCEF	Función de aplicación de política y tarificación ( <i>policy and charging enforcement function</i> )
PCRF	Función de política y norma de tarificación ( <i>policy and charging rule function</i> )
P-CSCF	Función de control de la sesión de llamada de intermediario ( <i>proxy call session control function</i> )
PDD	Demora después de marcar ( <i>post dialling delay</i> )
PGW	Pasarela de red de datos por paquetes ( <i>packet data network gateway</i> )
PLC	Ocultación de la pérdida de paquetes ( <i>packet loss concealment</i> )
PLMN	Red móvil terrestre pública ( <i>public land mobile network</i> )
QCI	Identificador de clasificación de calidad ( <i>quality classification identifier</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )

RACH	Canal de acceso aleatorio ( <i>random access channel</i> )
RoHC	Compresión de encabezamiento robusta ( <i>robust header compression</i> )
RRC	Control de recursos radioeléctricos ( <i>radio resource control</i> )
RTCP	Protocolo de control de transporte en tiempo real ( <i>real-time transport control protocol</i> )
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real ( <i>real-time transport protocol</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada ( <i>public switched telephone network</i> )
S-CSCF	Función de control de la sesión de llamada de servicio ( <i>servicing call session control function</i> )
SCR	Tasa de compleción de sesión ( <i>session completion ratio</i> )
SDP	Protocolo de descripción de sesión ( <i>session description protocol</i> )
SDS	Selección de dominio de servicio ( <i>service domain selection</i> )
SEER	Tasa de eficacia de establecimiento de sesión ( <i>session establishment effectiveness ratio</i> )
SGSN	Nodo de soporte de servicio GPRS (servicio general de radiocomunicaciones por paquetes) ( <i>service GPRS (general packet radio service) support node</i> )
SGW	Pasarela de servicio ( <i>servicing gateway</i> )
SIP	Protocolo de iniciación de sesión ( <i>session initiation protocol</i> )
SIP-I	Protocolo de iniciación de sesión con ISUP encapsulada ( <i>session initiation protocol with encapsulated ISUP</i> )
SPR	Depósito de perfil de abonado ( <i>subscriber profile repository</i> )
SPS	Planificación semipermanente ( <i>semi-persistent scheduling</i> )
SRD	Demora de petición de sesión ( <i>session request delay</i> )
SRVCC	Continuidad de la llamada vocal de difusión simple ( <i>single radio voice call continuity</i> )
SWB	Banda superancha (espectro de voz) ( <i>super wide band (voice spectrum)</i> )
T-ADS	Selección de dominio de acceso de terminación ( <i>terminating access domain selection</i> )
TDM	Multiplicación de dominio del tiempo ( <i>time domain multiplication</i> )
TrFO	Operación sin transcodificación ( <i>transcoding free operation</i> )
TrGW	Pasarela de entronque ( <i>trunking gateway</i> )
T-SDS	Selección de dominio de servicio de terminación ( <i>terminating service domain selection</i> )
TTI	Intervalo de tiempo de transmisión ( <i>transmission time interval</i> )
UDP	Protocolo de datagrama de usuario ( <i>user datagram protocol</i> )
UE	Equipo del usuario ( <i>user's equipment</i> )
UL	Enlace ascendente ( <i>uplink</i> )
UMTS	Sistema de telecomunicaciones móviles universales ( <i>universal mobile telecommunication system</i> )

UTRAN	Red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS ( <i>UMTS terrestrial radio access network</i> )
VAD	Detección de actividad vocal ( <i>voice activity detection</i> )
ViLTE	Videotelefonía por LTE ( <i>video-telephony over LTE</i> )
VoWiFi	Voz por Wi-Fi ( <i>voice over WiFi</i> )
VoLTE	Voz por LTE ( <i>voice over LTE</i> )
VQE	Mejora de la calidad de voz ( <i>voice quality enhancement</i> )
WB	Banda ancha (espectro de voz) ( <i>wide band (voice spectrum)</i> )
Wi-Fi	Red de acceso radioeléctrico inalámbrica ( <i>wireless fidelity radio access network</i> )

## 5 Convenios

Ninguno.

## 6 Breve introducción a la voz por LTE e hipótesis

En la presente Recomendación se asume lo siguiente, de acuerdo con el perfil IMS para voz definido por la Asociación Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSMA) en [b-GSMA IR.92] y el servicio de telefonía multimedios para procedimientos de tratamiento de medios IMS (MTSI) (solo parte de voz) definido por 3GPP en [ETSI TS 126 114], en lo relativo a la voz por LTE (VoLTE):

- Las llamadas vocales las inicia y/o recibe un terminal conectado a una red de acceso radioeléctrico 4G (red de acceso radioeléctrico terrenal universal evolucionada, o E-UTRAN).
- Los terminales conectados a E-UTRAN llevan incorporado un cliente VoLTE por defecto, tanto directamente nativo en el chip o como una aplicación especial.
- E-UTRAN está conectada a una red de núcleo de paquetes evolucionado (EPC). El punto de conexión es un nodo mejorado B (e-NodeB).
- EPC permite la comunicación entre terminales 4G y plataformas de núcleo IMS, para establecer llamadas utilizando el protocolo de iniciación de sesión (SIP). No hay otra opción para establecer llamadas.
- EPC soporta clasificación de calidad de servicio (QoS) (entre la función de aplicación de política y tarificación (PCEF) y el terminal), como se define en [ETSI TS 122 105] (sección 5) y [ETSI TS 123 203] (sección 6.1.7 y cuadro auxiliar que se reproduce parcialmente en el Cuadro 1).
- La señalización SIP se asigna con el identificador de clasificación de calidad QoS (QCI) 5.
- La señal de voz en tiempo real en llamadas se realiza con protocolo de transporte en tiempo real/protocolo de datagrama de usuario (RTP/UDP), y se asigna con el QCI 1.
- La aplicación de QCI 5 para portadora de señalización SIP y QCI 1 para portadora de voz en tiempo real les otorga una prioridad importante sobre todas las portadoras de datos, y el resultado es que no hay degradación del servicio de voz cuando se utilizan en paralelo con la sesión de datos sobre el mismo dispositivo.
- Las llamadas de voz pueden no mostrar discontinuidades con usuarios de extremo lejano de voz con conmutación de circuitos (CS) conectados a una red telefónica pública conmutada (RTPC) o con acceso móvil 2G o 3G. Esto implica que se entiende que el servicio VoLTE se despliega en toda la red 4G. No se estudian los casos de terminales VoLTE bajo 4G pero sin cobertura VoLTE.

- Las llamadas de voz entre dos clientes VoLTE pueden realizarse utilizando cualquier velocidad binaria y modo de códec de codificación multivelocidad adaptativa (AMR) y codificación multivelocidad adaptativa de banda ancha (AMR-WB), como se indica en la sección 3.2.1 de [b-GSMA IR.92]. En un futuro próximo también se soportarán servicios de voz mejorados por códec de banda superancha (SWB). Las entidades que finalizan el plano de usuario (terminal, pasarela de medios (MGW)) soportan la operación sin transcodificación (TrFO).
- La característica TrFO en protocolo de iniciación de sesión SIP con ISUP encapsulada (SIP-I) se activa, lo que significa que la negociación códec entre VoLTE y otras redes se realiza de extremo a extremo.

**Cuadro 1 – Identificadores de clasificación de calidad utilizados para voz por LTE (fuente: [ETSI TS 123 203])**

QCI	Tipo de recurso	Nivel de prioridad	Presupuesto de demora de paquetes	Tasa de pérdida por paquetes con errores	Ejemplo de servicios
1	GBR	2	100 ms (Nota)	$10^{-2}$	Conversación de voz
5	No GBR	1	100 ms (Nota)	$10^{-6}$	Señalización IMS

NOTA – Deberán restarse 20 ms por la demora entre una PCEF y una estación de base radioeléctrica de un presupuesto de demora de paquetes particular para obtener el presupuesto de demora de paquetes que se aplica a la interfaz de radiocomunicaciones. Esa demora es el promedio entre cuando la PCEF se ubica "cerca" de la estación de base radioeléctrica (unos 10 ms) y cuando la PCEF está "lejos" de la estación de base radioeléctrica, por ejemplo, con itinerancia con tráfico con encaminamiento interno (la demora de paquetes en una dirección entre Europa y la costa oeste de América del Norte es de unos 50 ms). Para el promedio se tiene en cuenta que la itinerancia es una situación menos típica. El objetivo de restar esta demora media de 20 ms de un presupuesto de demora de paquetes concreto es obtener la calidad de funcionamiento de extremo a extremo en los casos más habituales. Nótese también que el presupuesto de demora de paquetes define un límite superior. Normalmente las demoras de paquetes efectivas (en particular para el tráfico con velocidad binaria garantizada (GBR)) deberían ser inferiores al presupuesto de demora de paquetes que se especifica para un QCI, siempre que el terminal tenga suficiente calidad de canal radioeléctrico.

Esos elementos son constitutivos de un servicio de voz "gestionado", a diferencia de aplicaciones OTT en las que no se utiliza señalización SIP/IMS ni tráfico priorizado.

Las dos últimas características de los QCI del Cuadro 1 (presupuesto de demora de paquetes, presupuesto de pérdida de paquetes) parecen fijar objetivos de QoS potencialmente opuestos a los propuestos en los Cuadros 4 a 7. En realidad, como se indica en la Nota del Cuadro 1, estos presupuestos solo atañen a los mensajes de señalización intercambiados entre la red de acceso radioeléctrico y la plataforma IMS (en particular la PCEF, es decir, principalmente para procedimientos de tarificación).

En el Cuadro 2 se muestran algunos valores máximos realistas para el presupuesto de demora de paquetes en acceso radioeléctrico para el plano de usuario de VoLTE, medidos en algunas redes operativas para llamadas 4G móvil a móvil en la misma red, reproducidos de [ETSI TR 102 775] (véanse el Cuadro A.13 y el Cuadro A.14) y [ETSI TR 125 912] (véase el Cuadro 13.4).

**Cuadro 2 – Presupuesto de demora de paquetes para el plano de usuario en redes de acceso 4G (llamada 4G-4G)**

<b>Paso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Descendente</b>	<b>Ascendente</b>
1	Retardo de procesamiento del eNB (S1-U->Uu)	1 ms	1 ms
2	Alineación de trama	1,022 ms	1,423 ms
3	TTI para DATA PACKET	0,675 ms	0,675 ms
4	Retransmisión HARQ	Proporción 5 ms x HARQ	Proporción 5 ms x HARQ
5	Retardo de procesamiento del UE	1 ms	1 ms
6	Retardo de transferencia S1-U y aGW	7 ms	15 ms
	<b>Retardo total en un sentido (ejemplo con HARQ 30%)</b>	<b>12,2 ms</b>	<b>20,6 ms</b>

Cuando uno de los elementos fundamentales anteriores (terminal compatible con VoLTE, plataforma IMS) no está disponible, la llamada se tratará siguiendo el procedimiento de repliegue de conmutación de circuitos (CSFB) (véase la cláusula 7). En lo sucesivo se indicará explícitamente la aplicabilidad de una disposición de esta Recomendación tanto a VoLTE como a CSFB. Cuando [UIT-T G.1028.2] contenga información pertinente, aunque no aplicable, se incluirá una referencia explícita a esa Recomendación.

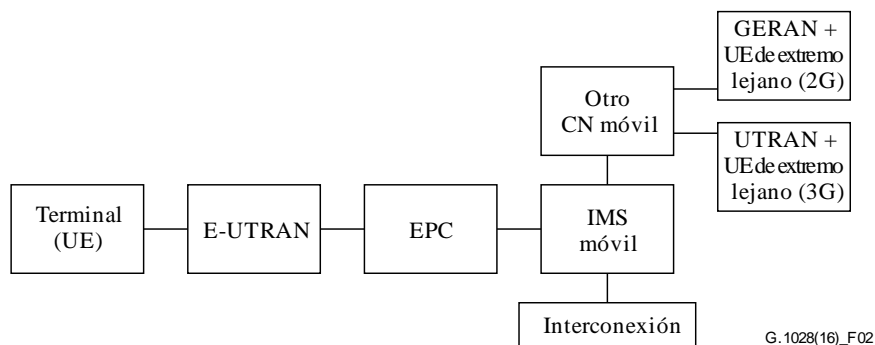
En la presente Recomendación no se estudian los mecanismos QoS importantes utilizados en redes de acceso 4G ni en EPC ni en plataformas IMS para gestionar el servicio de voz como parte obligatoria de un servicio VoLTE, pero en la medida de lo posible se tendrá en cuenta su repercusión en la calidad percibida de extremo a extremo. Las características más frecuentes son:

- La compresión de encabezamiento robusta (RoHC, véase [IETF RFC 3095]) es un método para acortar el tamaño de los paquetes de voz (el encabezamiento suele representar un 60% del total del paquete y puede reducirse hasta 20 veces gracias a RoHC) y limitar así la ocupación del ancho de banda de red.
- La agregación de intervalo de tiempo de transmisión (TTI) es un mecanismo para mejorar la cobertura de borde de célula 4G o en malas condiciones radioeléctricas, transmitiendo cada paquete cuatro veces seguidas (sin señalización de tara).
- La planificación semipermanente simplifica la atribución y reatribución de recursos radioeléctricos en una célula y, así, es posible tener más llamadas VoLTE simultáneas y un menor consumo de batería en dispositivos.
- La transmisión discontinua (DTX) es una técnica para reducir el ancho de banda ocupado por una llamada de voz, mediante la no transmisión de datos durante los periodos de silencio.
- La recepción discontinua (DRX) pone al terminal en repetición periódica de modo de espera y modo encendido (para escuchar mensajes de la red), lo que permite reducir el consumo de batería.
- Las condiciones previas SIP, como se especifican en la sección 2.4.1 de [b-GSMA IR.92] y [ETSI TS 124 229] pueden añadirse a los mensajes de protocolo de descripción de sesión (SDP) intercambiados entre terminales e IMS para que las portadoras radioeléctricas especiales estén disponibles antes de establecer la llamada. Esto fortalece el proceso de establecimiento de la llamada pero lo alarga varios segundos.
- La selección de dominio de servicio de terminación o de origen (T-SDS y O-SDS) permite seleccionar entre el dominio IMS o CS para ofrecer el servicio de voz al terminal VoLTE bajo cobertura de red CD y VoLTE. El mecanismo de selección de dominio para comunicar la terminación de llamada de la red al terminal se llama selección de dominio de acceso de terminación (T-ADS).





La descripción anterior se simplifica en la Figura 2:



**Figura 2 – Arquitectura simplificada de servicios VoLTE**

En la presente Recomendación se ofrece una vista general de la repercusión de diversos problemas en la calidad percibida, y una estimación cuantitativa de esa repercusión mediante el bloque de construcción de un modelo de referencia hipotético para diversos escenarios de extremo a extremo.

Un cliente de un servicio VoLTE puede experimentar diferentes tipos de llamadas:

- Llamada básica: Tanto con otro usuario VoLTE conectado con la misma red 4G (véase la cláusula 7.1) o con un usuario de otra red de voz (CS o RTPC, véanse las cláusulas 7.3 y 7.4).
- Repliegue de conmutación de circuitos (CSFB): Una llamada con otro terminal 4G cuando uno de los dos extremos debe realizar un repliegue a la conexión CS por 3G o 2G antes del establecimiento de la llamada. Desde el punto de vista de un usuario, CSFB es automático y transparente, no se requiere ninguna acción. La calidad de funcionamiento de CSFB en cuanto al establecimiento de la llamada se considera como una subparte de la calidad de funcionamiento de llamada básica y se aborda específicamente en la Recomendación UIT-T G.1028.2. Una vez que se realiza CSFB, los objetivos de calidad de funcionamiento en cuanto a integridad y retenibilidad de llamada son similares a los de una llamada básica (véanse las cláusulas 7.3 y 7.4).
- Interconexión: Una llamada entre dos terminales VoLTE conectados a dos redes interconectadas diferentes (véase la cláusula 7.2).
- Desviación del tráfico IMS: Si el terminal VoLTE está bajo la cobertura CS, la señalización y los planos de usuario pasan por el dominio IMS. Desde la perspectiva de calidad de funcionamiento e2e, esa desviación del tráfico IMS solo debería repercutir en la demora de extremo a extremo y la demora después de marcar (PDD). Este caso de llamada está fuera del ámbito de estudio de la presente Recomendación.

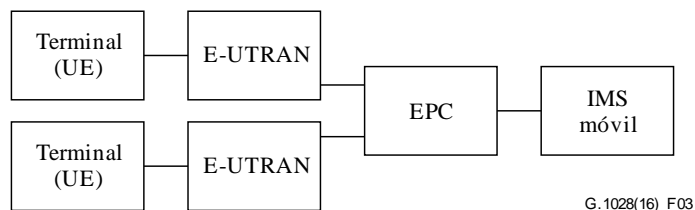
Debido a la movilidad, una llamada iniciada en la cobertura VoLTE 4G puede que tenga que traspasarse (HO) a cobertura CS para continuar. Este proceso, conocido como SRVCC, también está fuera del ámbito de estudio de la presente Recomendación y se estudiará en el futuro.

Una llamada iniciada bajo cobertura VoLTE 4G puede que también tenga que traspasarse a una cobertura de red de acceso local inalámbrica. Un terminal 4G puede que también inicie directamente una llamada de voz sobre una plataforma IMS bajo esa cobertura radioeléctrica. Este caso de utilización, conocido como voz por Wi-Fi (VoWiFi), también está fuera del ámbito de estudio de la presente Recomendación y se estudiará en el futuro.

A continuación se detallan los escenarios más comunes estudiados en la presente Recomendación.

## 7.1 Comunicación LTE-LTE en la misma red

Como se muestra en la Figura 3, dos clientes del mismo servicio VoLTE están en comunicación. Se parte de la base de que no se ubican bajo la misma cobertura de la misma célula.

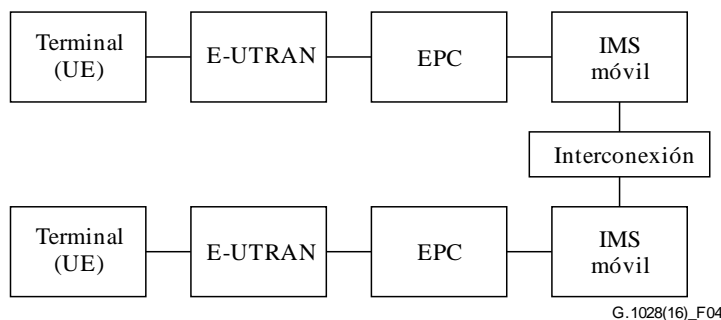


**Figura 3 – Modelo de referencia hipotético para una comunicación LTE-LTE sobre la misma red**

## 7.2 Comunicación LTE-LTE entre dos redes interconectadas (incluida itinerancia)

En la Figura 4 se muestran clientes de servicios VoLTE de dos operadores diferentes en comunicación. Las redes núcleo IMS están interconectadas, lo que permite la señalización y la continuidad de plano de usuario.

Se parte de la base de que la interconexión se basa en IP (no se estudia la solución de multiplicación de dominio del tiempo (TDM)). También se parte de la base de que la característica TrFO en SIP SIP-I está activada en las dos redes.



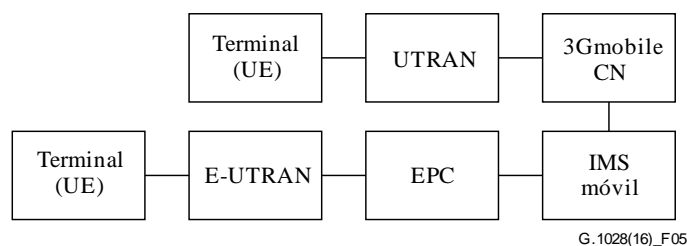
**Figura 4 – Modelo de referencia hipotético para una comunicación LTE-LTE entre dos redes interconectadas**

Pueden estudiarse dos casos de interconexiones VoLTE diferentes:

- Las dos redes están directamente interconectadas, lo que permite el uso del mismo códec (como para dentro de una red móvil terrestre pública (PLMN)) y de valores bajos de PDD y de demora de extremo a extremo.
- Las redes están interconectadas mediante una red intermedia CS que aumenta la PDD y la demora de extremo a extremo, reduce la velocidad de códec y puede incluso causar la pérdida de la voz de alta definición (voz HD) (si la red CS no soporta el códec WB AMR).

## 7.3 Comunicación LTE-3G

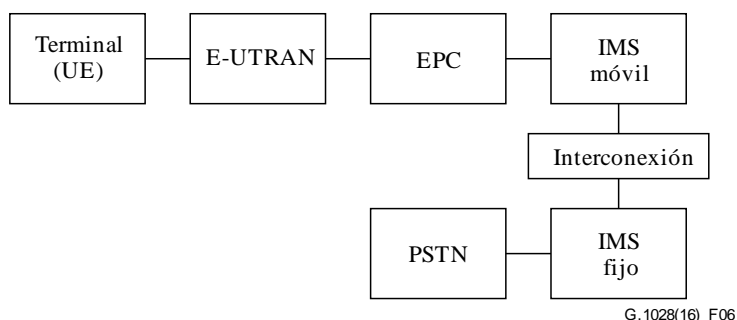
Cuando un cliente VoLTE está en comunicación con un cliente móvil CS, el IMS móvil está conectado a la red nuclear móvil 3G (véase la Figura 5), lo que permite señalización y continuidad de plano de usuario.



**Figura 5 – Modelo de referencia hipotético para una comunicación LTE-3G**

#### 7.4 Comunicación LTE-RTPC

Cuando un cliente VoLTE está en comunicación con un usuario en RTPC, el IMS móvil está conectado al IMS fijo (véase la Figura 6), lo que permite señalización y continuidad de plano de usuario.

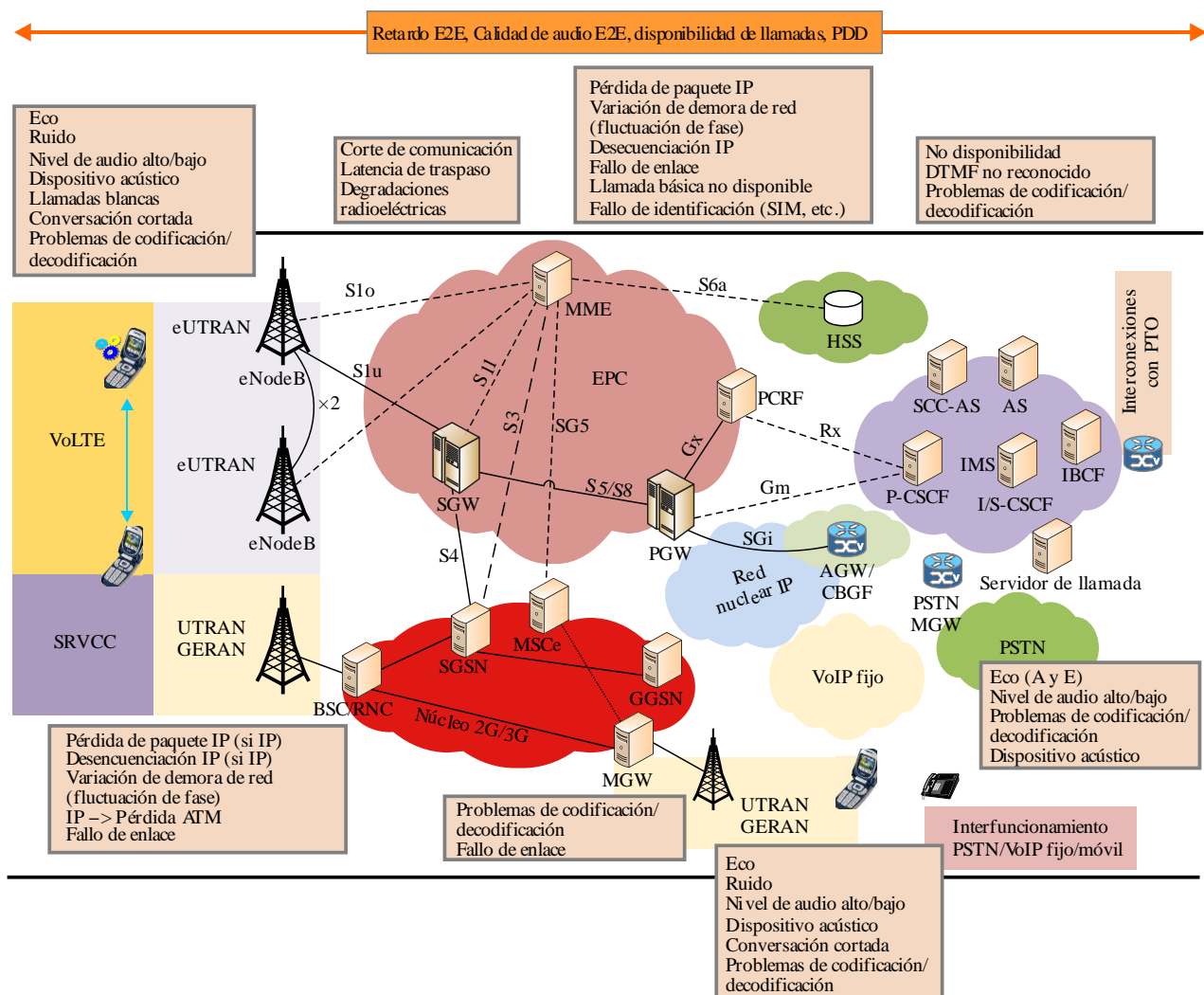


**Figura 6 – Modelo de referencia hipotético para una comunicación LTE-RTPC**

Todos los escenarios, incluida interconexión a otra red, pueden incorporar trayectos internacionales muy largos. Esto se considera un caso diferente y no lleva a consideraciones de presupuesto general de demoras.

#### 8 Aspectos de calidad de servicio para servicios de voz por LTE

En la Figura 7 se muestran las degradaciones QoS que más pueden aparecer en una llamada VoLTE. La definición de QoS es la de [UIT-T E.800]. Se muestran los elementos principales de la red para que se vea la señalización y los elementos de medios, así como las conexiones con RTPC o plataformas móviles.



G.1028/16) F07

**Figura 7 – Degradaciones típicas de comunicaciones VoLTE**

Desde el punto de vista de un cliente (QoS requerida y percibida, como se define en [UIT-T G.1000]), estas degradaciones se dividen en las siguientes categorías:

- Calidad de funcionamiento de sesión de llamada:
  - Problemas de registro al servicio (IMS/SIP).
  - Problemas de establecimiento de la llamada (mala accesibilidad).
  - Continuidad fallida (o retenibilidad), incluida repercusión de movilidad (traspasos radioeléctricos y eventos SRVCC).
- Calidad vocal percibida durante la llamada (integridad):
  - Contenido de frecuencia. Se refiere al espectro vocal de señales presentadas a usuarios finales (NB, WB o SWB) y sus posibles distorsiones.
  - Interrupciones. Afecta a todos los eventos cuyo resultado es un recorte de la señal de voz durante la conversación.
  - Demora de extremo a extremo (repercusión sobre interactividad de conversación).
  - Presencia de ruidos no deseados, de cualquier origen.

En el Anexo A figura una lista más detallada de las degradaciones típicas a las que se enfrentan los usuarios finales del servicio VoLTE, junto con posibles causas; esta lista queda completada, específicamente para CSFB, por la cláusula 9 de [UIT-T G.1028.2].

VoLTE también puede repercutir a otros servicios o funcionalidades del dispositivo. Por ejemplo:

- la calidad de funcionamiento de transferencia de datos puede verse influida si se utiliza VoLTE en la misma célula;
- la autonomía de batería puede ser fundamental si al utilizar una aplicación en concreto (en este caso VoLTE) se consume demasiada energía.

Estos aspectos están fuera del ámbito de estudio de la presente Recomendación.

Para describir, monitorizar y resolver esos problemas de QoS que sufren los clientes deben realizarse métricas coherentes. Este es el objetivo de las siguientes secciones.

## 9 Indicadores importantes y objetivos de calidad

Desde la perspectiva de extremo a extremo que percibe un usuario final ubicado bajo una cobertura de red 4G de conformidad con VoLTE y llamadas de origen, los indicadores importantes figuran en el Cuadro 3, junto con los posibles indicadores fundamentales de rendimiento (IFR) de red de contribuyente.

**Cuadro 3 – Indicadores de calidad de extremo a extremo e IFR de red correspondientes**

<b>Indicadores de extremo a extremo</b>	<b>Definición</b>	<b>IFR de red IP</b>
Tasa de registros exitosos	Tasa de intentos de registro exitosos en el servicio VoLTE. Equivalente a tasa de registros IMS exitosos como se define en [ETSI TR 103 219]. Este indicador no se aplica a CSFB.	<u>Tasa de registros exitosos</u> IFR relativos a IMS y basados en contadores P-CSCF. Equivalente a 1 – tasa de tentativa de registro ineficaz (IRA) como se define en [IETF RFC 6076].
Disponibilidad de servicio	Disponibilidad de servicio de extremo a extremo en cuanto a capacidad para establecer llamadas de y a cliente VoLTE. Equivalente a 1 – tasa de establecimiento de sesión VoLTE fallida como se define en [ETSI TR 103 219]. Equivalente a 1 – no accesibilidad a servicio de telefonía como se define en [UIT-T E.804] (cláusula 7.3.6.1). Para CSFB se da el indicador específico en la cláusula 7.1 de [UIT-T G.1028.2].	<u>Tasa de eficiencia de red</u> Mide la habilidad de red, desde el punto de vista de plataforma de servicio, para ofrecer llamadas al cliente VoLTE. Basándose en protocolo SIP, la tasa de errores de red (NER) es equivalente a la tasa de eficacia de establecimiento de sesión (SEER), como se define en [IETF RFC 6076].

**Cuadro 3 – Indicadores de calidad de extremo a extremo e IFR de red correspondientes**

Indicadores de extremo a extremo	Definición	IFR de red IP
Demora después de marcar	<p>Intervalo de tiempo (en segundos) entre el final de la marcación del llamante y la recepción que recibe del tono de llamada adecuado o anuncio registrado.</p> <p>Equivalente a tiempo de establecimiento de llamada, como se define en [UIT-T E.800].</p> <p>Equivalente a tiempo de establecimiento de llamada telefónica, como se define en [UIT-T E.804] (cláusula 7.3.6.2).</p> <p>Este indicador se aplica a CSFB con algunas especificidades descritas en la cláusula 7.2 de [UIT-T G.1028.2].</p>	<p><u>Tiempo de establecimiento de sesión SIP</u></p> <p>Intervalo entre enviar mensaje INVITE (con SDP) y mensaje ACK (180 ó 200) del extremo de origen.</p> <p>Equivalente a demora de solicitud de sesión exitosa (SRD), como se define en [IETF RFC 6076].</p>
Calidad de voz (MOS-LQO)	<p>Equivalente a calidad vocal, como se define en [UIT-T P.10].</p> <p>Los modelos como los definidos en [UIT-T P.862] y [UIT-T P.863] ofrecen una visión objetiva de la calidad de la señal de voz como la puede percibir el cliente.</p> <p>Puede verse como llamada o como muestra (véase [UIT-T E.804] cláusulas 7.3.6.3 y 7.3.6.4).</p> <p>Este indicador se aplica a CSFB.</p>	<p><u>Índice de calidad de red</u> ([UIT-T G.107], [UIT-T P.564])</p> <p><u>Tasa de pérdida de paquetes IP</u> (véase definición de tasa de pérdida de paquetes de Internet (IPLR) en [UIT-T Y.1540]); diversos puntos de medición posibles.</p>
Demora de boca a oído	<p>El tiempo que tarda la señal de voz desde la boca del hablante al oído del oyente.</p> <p>Este indicador se aplica a CSFB.</p>	<p><u>Demora de transferencia de paquetes IP</u> (véase definición de retardo de transferencia de paquetes de Internet (IPTD) en [UIT-T Y.1540]).</p> <p><u>Recorrido entre E/R</u></p> <p>Corresponde aproximadamente al doble de demora de extremo a extremo.</p> <p>Puede medirse a partir de mensajes de protocolo RTCP.</p>
Tasa de cortes de comunicación	<p>Continuidad de servicio en cuanto a capacidad para mantener llamadas a su extremo normal.</p> <p>Equivalente a tasa de corte de las comunicaciones telefónicas, como se define en [UIT-T E.804] (cláusula 7.3.6.5).</p> <p>Este indicador se aplica a CSFB.</p>	<p><u>Tasa de compleción de sesión</u></p> <p>IFR relativos a IMS y basados en contadores P-CSCF.</p> <p>Equivalente a tasa de compleción de sesión (SCR), como se define en [IETF RFC 6076].</p>

**Cuadro 3 – Indicadores de calidad de extremo a extremo e IFR de red correspondientes**

<b>Indicadores de extremo a extremo</b>	<b>Definición</b>	<b>IFR de red IP</b>
Ancho de banda vocal (NB, WB o SWB)	Medición de ancho de banda utilizado (NB o WB normal, o incluso limitación de ancho de banda parcial y no deseada). Este indicador se aplica a CSFB.	<u>Estadística de códec</u> Información relativa a la selección de (AMR y AMR WB) códec y modos de códec, así como conmutación entre ellos, accesible en mensajes de protocolo SIP.

Cabe señalar que la definición de demora después de marcar del Cuadro 3 es equivalente a la de otros indicadores definidos en otros documentos. La "equivalencia" aquí indicada no implica que demora después de marcar y tiempo de establecimiento de llamada sean dos maneras distintas de denominar el mismo indicador. La única definición aplicable a la demora después de marcar es la indicada en el Cuadro 3. Otros indicadores simplemente "se parecen" a la PDD y resultan útiles para estimar su magnitud y variación.

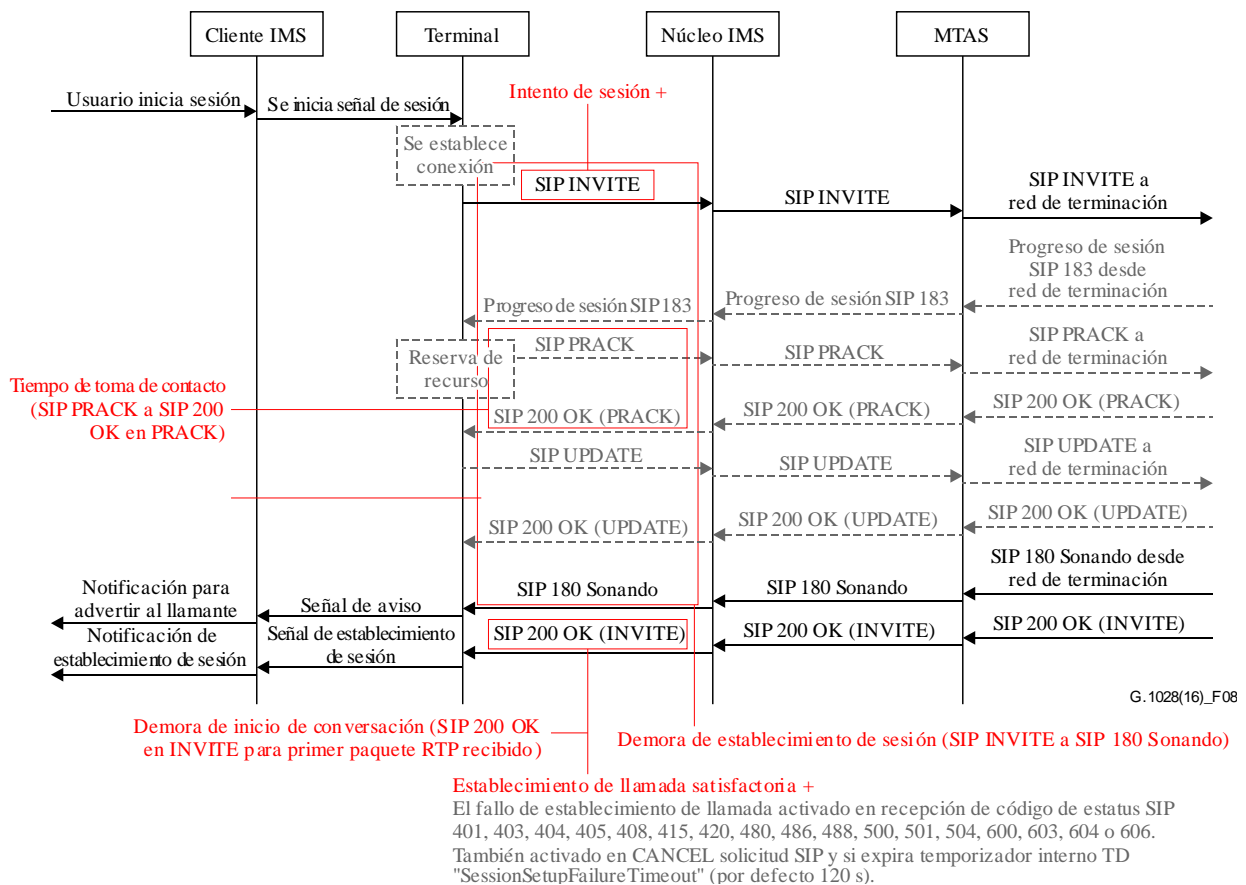
En el Cuadro 3, la IP KPI asociada con la demora después de marcar (tiempo de establecimiento de sesión SIP) se define con dos posibles desencadenantes finales: 180 Ringing o 200 OK. Sin embargo, estos dos mensajes SIP tienen significados específicos y diferentes. A continuación se dan orientaciones para su utilización a la hora de medir el tiempo de establecimiento de sesión SIP:

- Desde el punto de vista del usuario, la información significativa es el tono de llamada que puede oír en el teléfono. Este tono de llamada suele desencadenarse por la recepción de un mensaje 180 Ringing.
- En caso de itinerancia, algunas redes LTE envían un mensaje 180 Ringing al usuario llamante con independencia del estado real del usuario llamado y de la red (en algunas redes el mensaje 180 Ringing puede enviarse con independencia del estado de las condiciones previas). El llamante puede oír un tono de llamada cuando el procedimiento de establecimiento de llamada ha fallado. Solo la recepción de un mensaje 200 OK tras el mensaje 180 Ringing puede garantizar que no sea así, pero ese mensaje 200 OK puede llegar algún tiempo después de que el terminal del llamante esté sonando, causando así una sobreestimación de la PDD percibida.

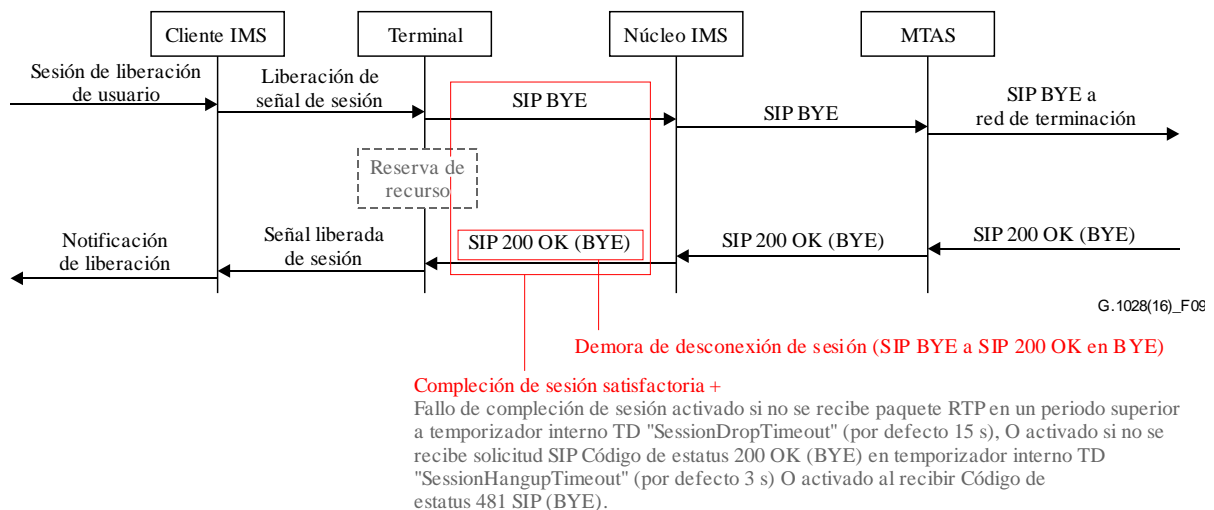
Por consiguiente, se recomienda:

- Utilizar el mensaje 180 Ringing como desencadenante para medir la PDD percibida por el usuario extremo, restringiéndolo exclusivamente a los casos en que se puede estar seguro al 100% de que la red no envía este mensaje antes de que la parte llamada y red acepten la llamada.
- Utilizar el mensaje 200 OK en todos los casos para medir el tiempo de establecimiento de sesión IP y calificar el establecimiento de llamada cuando se cumplen las condiciones previas, y como desencadenante para medir la PDD percibida por los usuarios extremos en todos los casos en que la restricción anterior no pueda aplicarse.

Los puntos de medición en establecimiento de sesión VoLTE y los procedimientos de compleción se muestran en las Figuras 8 y 9.



**Figura 8 – Flujo de medición de establecimiento de sesión VoLTE**



**Figura 9 – Flujo de medición de completión de sesión VoLTE**

Para la mayoría de los indicadores que figuran en el Cuadro 3 puede asignarse un presupuesto a diversos segmentos que componen trayectos de extremo a extremo como figura en la cláusula 6. En los Cuadros 4 a 7 se indican valores objetivo que pueden alcanzarse en cada uno de los segmentos para cada conexión de referencia hipotética descrita en la cláusula 7. El presupuesto total no es necesariamente la suma exacta de todos los presupuestos.



Estos objetivos son ejemplos de valores realistas que los operadores de red pueden lograrse al utilizar herramientas que cumplen normas actualizadas. Por ejemplo, las notas medias de opinión (MOS) en los Cuadros 4 a 7 se utilizan como valores medios al aplicar [UIT-T P.863] con la sentencia de referencia derecha (es decir, cumpliendo [UIT-T P.863.1]) y haciendo una pequeña prueba de propulsor con dispositivos más modernos. Para una prueba de propulsor más larga con eventos de traspaso, esos valores pueden considerarse como máximos. Para las pruebas de laboratorio con entorno estable limpio, esos valores pueden considerarse como mínimos. También debe apuntarse que esto podría variar en el futuro con nuevos dispositivos y establecimientos de red.

## Comunicación LTE-LTE en la misma red

**Cuadro 4 – Presupuestos de la calidad de comunicación LTE-LTE en la misma red**

Indicadores de extremo a extremo	Presupuesto TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS móvil	Red de transmisión
Tasa de registros exitosos	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Sin objetivo
Disponibilidad de servicio	99% Nota 1	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora después de marcar (PDD)	LTE-LTE: 3,5 s (Nota 2) CSFB: 6 s (Nota 3)	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Calidad de voz (MOS-LQxSW)	4 (Nota 4)	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora de boca a oído	400 ms (Nota 5)	190 ms (enviar + recibir) (Nota 6)	5 ms	15 ms	0	10 ms (puede ser superior en países más grandes)
Tasa de cortes de comunicación	2%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo

NOTA 1 – El objetivo de calidad de procesamiento de llamada de conformidad con [ETSI TS 101 563] es superior a 99,9%.

NOTA 2 – En [ETSI TS 101 563] se recomienda 5,9 s, con un 95% de probabilidad inferior a 2,4 s.

NOTA 3 – Aquí solo se estudia el repliegue de conmutación de circuitos en el extremo de origen móvil.

NOTA 4 – Se parte de la base de un uso de AMR-WB a 23,85 kbit de velocidad. Utilizar otros códecs y/o velocidades binarias generará otros valores.

NOTA 5 – En [UIT-T G.114] se especifica un valor máximo preferido a 150 ms, algo imposible de alcanzar actualmente; algunos operadores de red pueden ofrecer llamadas nacionales con demoras inferiores a 250 ms.

NOTA 6 – De conformidad con [ETSI TS 126 131].

## Comunicación LTE-LTE entre dos redes interconectadas (incluida itinerancia)

**Cuadro 5 – Presupuestos de la calidad de comunicación LTE-LTE entre dos redes interconectadas**

Indicadores de extremo a extremo	Presupuesto TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS móvil	Red de transmisión (internacional)
Tasa de registros exitosos	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Sin objetivo
Disponibilidad de servicio	99%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora después de marcar (PDD)	LTE-LTE: 4 s CSFB: 6 s (Nota 1)	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Calidad de voz (MOS-LQxSW)	4 (con voz HD + TrFO) (Nota 2) 2,8 (en caso contrario)	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora de boca a oído	400 ms (Nota 3)	190 ms (enviar + recibir) (Nota 4)	80 ms en ambos lados	50 ms	0	Véanse valores típicos en Cuadro 7 de [b-GSMA IR.34]
Tasa de cortes de comunicación	2%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo

NOTA 1 – Aquí solo se estudia el repliegue de conmutación de circuitos en el extremo de origen móvil.

NOTA 2 – Se parte de la base de un uso de AMR-WB a 23,85 kbit de velocidad. Utilizar otros códecs y/o velocidades binarias generará otros valores.

NOTA 3 – En [UIT-T G.114] se especifica un valor máximo preferido a 150 ms, algo imposible de alcanzar actualmente; algunos operadores de red pueden ofrecer llamadas nacionales con demoras inferiores a 250 ms.

NOTA 4 – De conformidad con [ETSI TS 126 131].

## Comunicación LTE-3G

**Cuadro 6 – Presupuestos de la calidad de comunicación LTE-3G**

Indicadores de extremo a extremo	Presupuesto TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS móvil	Red de transmisión (internacional)	Red de acceso de extremo lejano	Terminal de extremo lejano
Tasa de registros exitosos	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Disponibilidad de servicio	98%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora después de marcar (PDD)	4,5 s CSFB: para estudios posteriores	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Calidad de voz (MOS-LQxSW)	3,8 (con voz HD + TrFO) 2,8 (en caso contrario) Nota 1	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Demora de boca a oído	400 ms Nota 2	190 ms (enviar + recibir) Nota 3	80 ms	50 ms	0	Véanse valores típicos en Cuadro 7 de [b-GSMA IR.34]	UTRAN: 90	0
Tasa de cortes de comunicación	3%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo

NOTA 1 – Se supone que se utiliza AMR-WB a una velocidad de 12,65 kbit. Utilizar otros códecs y/o velocidades binarias generará otros valores.

NOTA 2 – En [UIT-T G.114] se especifica un valor máximo preferido a 150 ms, algo imposible de alcanzar actualmente; algunos operadores de red pueden ofrecer llamadas nacionales con demoras inferiores a 300 ms.

NOTA 3 – De conformidad con [ETSI TS 126 131].

## Comunicación LTE-RTPC

**Cuadro 7 – Presupuestos de la calidad de comunicación LTE-RTPC**

Indicadores de extremo a extremo	Presupuesto TOTAL	Terminal	E-UTRAN	EPC	IMS móvil	Red de transmisión (internacional)	RTPC
Tasa de registros exitosos	99,9%	99,9%	99,9%	100%	99,9%	Sin objetivo	Sin objetivo
Disponibilidad de servicio	99%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	100%
Demora después de marcar (PDD)	4 s CSFB: para estudios posteriores	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo
Calidad de voz (MOS-LQxSW)	3,1 (Nota 1)	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin degradación
Demora de boca a oído	400 ms (Nota 2)	190 ms (enviar + recibir) (Nota 3)	80 ms	50 ms	0	Véanse valores típicos en Cuadro 7 de [b-GSMA IR.34]	10 ms
Tasa de cortes de comunicación	2%	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	Sin objetivo	0%

NOTA 1 – Se supone que se utiliza AMR a una velocidad de 12,2 kbit. Utilizar otros códecs y/o velocidades binarias generará otros valores.

NOTA 2 – En [UIT-T G.114] se especifica un valor máximo preferido a 150 ms, algo imposible de alcanzar actualmente; algunos operadores de red pueden ofrecer llamadas nacionales con demoras inferiores a 250 ms.

NOTA 3 – De conformidad con [ETSI TS 126 131].

## 10 Recomendaciones para monitorización de QoS y resolución de problemas

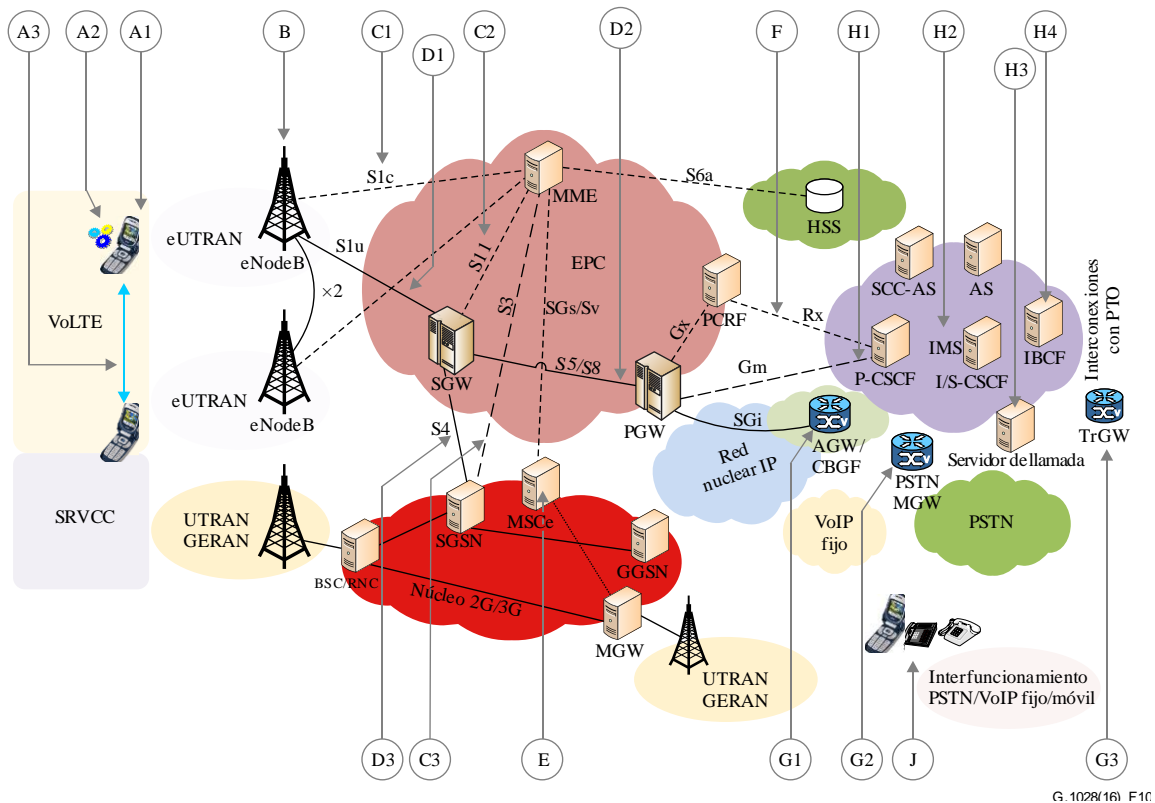
### 10.1 Puntos de monitorización de QoS recomendados

Los puntos de medición son fundamentales para ubicar las cuestiones económicas y operacionales requeridas para limitar el número de sondas, robots y otras herramientas.

El objetivo es obtener una buena representación estadística del territorio abarcado con miras a elaborar informes, realizar una monitorización y solucionar problemas con los instrumentos y fuentes de medición asociados (sondas, robots, contadores y registros de detalle de llamadas, CDR).

Pueden utilizarse tres tipos de puntos de medición (véase la Figura 10 más adelante):

- En los puntos extremos donde los usuarios finales acceden al servicio y lo utilizan (aquí A y J).
- En interfaces donde se puede acceder al plan de usuario, en general en puntos de demarcación entre enlaces de red o tecnologías de transmisión: aquí B, D, E y G.
- En puntos donde hay elementos que dan servicio relativo al plan de señalización: en este caso C, F y H (pero también E).



**Figura 10 – Puntos de medición de QoS VoLTE**

### 10.1.1 Puntos de medición A1, A2 y A3

Es absolutamente necesario realizar mediciones en las instalaciones del cliente ya que es importante conocer la calidad de servicio percibida por los usuarios finales. Eso ofrecerá una visión de extremo a extremo real como no puede obtenerse de ningún otro modo.

A continuación se plantea obviamente la cuestión de la representación: ¿cuántos puntos de medición hay, cuál es la repartición geográfica? La respuesta depende de las posibles soluciones en los puntos de medición en cuestión.

Hay diversas ejecuciones posibles:

El punto de medición **A1** se utiliza para mediciones para elaboración de informes (campañas de pruebas manuales).

De hecho, el punto no es obligatorio para la supervisión, pero desde el punto de vista de un operador, cada año se hacen muchas evaluaciones de QoS con esta metodología en toda la red para tareas de reglamentación y establecimiento de referencias. Esta es una forma de comprobar la QoS e intentar resolver los problemas encontrados.

Esto permite probar la precisión de las métricas de extremo a extremo pero también su disponibilidad y continuidad. Esa metodología se suele basar en:

- una cobertura buena y representativa de las zonas del país (rurales, ciudades de diferentes tamaños, etc.);
- una selección de situaciones representativas de comunicaciones (interiores, calles, coches, trenes, etc.);
- una selección de dispositivos representativos en la red del operador;
- una selección de periodos de día representativos para establecimiento de llamadas;
- una selección de llamadas representativas. Deberán tenerse en cuenta las llamadas de banda estrecha y banda ancha;

- mediciones suficientes para tener una visión correcta de la QoS del operador y estadísticas pertinentes.

Los puntos de medición **A2** y **A3** son para mediciones en las que instrumentos sustituyen al usuario final de A1 y sirven para realizar un modelo de su comportamiento y percepción de la calidad. Se recomienda su uso para la elaboración de informes sobre métricas de extremo a extremo en relación con la precisión, principalmente, pero también la disponibilidad, continuidad y velocidad de servicio. Aquí es donde se necesitan robots intrusivos, instrumentos de prueba de propulsor, analizadores de instrumentos radioeléctricos y agentes flexibles. El costo de una solución así exige que solo pueda aplicarse una estrategia de muestras. La selección de las ubicaciones, dispositivos y periodos de tiempo de medición sigue criterios similares a los que se aplican a A1, pero con menos limitaciones porque se trata de instrumentos automáticos.

**A2** está dentro del terminal. El agente flexible puede acceder a la señal decodificada y/o a información sobre el modo en que se procesa la comunicación (establecimiento de la llamada, corte de comunicación, comportamiento de la memoria intermedia de fluctuación de fase IP, etc.). Esas soluciones suelen tener una buena relación costo-eficacia, con ellas se pueden recopilar datos de muchos usuarios y dispositivos pero puede ser necesaria la participación o la opinión de usuarios finales.

**A3** es donde se requieren instrumentos intrusivos. Pueden ser soluciones estáticas basadas en robots (la atención se centrará en ese caso en la continuidad, precisión y velocidad de servicio) o soluciones móviles (llamadas instrumentos de prueba de propulsor; la atención también se dirigirá a la calidad de funcionamiento de la red radioeléctrica). Como se ha visto anteriormente, por razones operacionales y de costos, solo puede estudiarse la opción de una estrategia de muestreo con estos instrumentos (normalmente menos de diez puntos de medición para red nacional). Además, si se informa de un problema con un instrumento de medición, eso significa que probablemente muchos usuarios están afectados igualmente. Como consecuencia del bajo número de mediciones realizadas con esta estrategia de muestreo, estos instrumentos se utilizarán principalmente para elaborar informes. Los instrumentos de prueba de propulsor se suelen utilizar también para resolución de problemas cuando la mejora de QoS está vinculada a la optimización de la cobertura de red.

Es importante comprender que esta visión de extremo a extremo permite detectar o confirmar un problema pero rara vez conocer la fuente de la degradación, a menos de que venga del dispositivo.

### **10.1.2 Punto de medición B**

La parte de acceso a la red es una fuente importante de interrupciones (mayor número de elementos de red). Por ese motivo es necesario supervisarla. Una de las dificultades principales es tener en cuenta la parte radioeléctrica, que puede ser claramente diferente según la zona seleccionada.

El punto **B** se encuentra en eNodeB, que es el primer punto de ingreso a la red LTE. Ese punto de medición implica que hay monitorización de las interfaces en radio y en la dirección EPC. Con la estrategia se supone que se diferencia el tráfico VoIP de otro tráfico de datos basándose en un indicador de clase de tráfico adecuado (QCI).

Se utiliza para la medición de:

- calidad de funcionamiento radioeléctrico en células: Se recomienda principalmente para resolución de problemas sobre métricas de calidad de funcionamiento de red. Junto con A2, el punto eNodeB sirve para obtener una visión correcta de la calidad de funcionamiento de la cobertura de la zona;
- flujos de señalización para establecer estadísticas sobre llamadas: Se recomienda encarecidamente para realizar informes, monitorizar y resolver problemas sobre métricas de extremo a extremo relativas a disponibilidad, continuidad, precisión, utilización y calidad de funcionamiento de red.

Los instrumentos de supervisión de proveedores RAN pueden permitir una agregación mundial de ese tipo de información desde todos los puntos eNodeB.

La aplicación de la estrategia de medición de ese punto será más económica (es decir, contadores de calidad de funcionamiento accesibles desde el dispositivo) que exhaustiva.

### 10.1.3 Puntos de medición C1, C2 y C3

Los puntos **C1** a **C3** corresponden a las interfaces de EPC (en realidad todos están cerca de la entidad de gestión de movilidad (MME)) donde pueden capturarse y analizarse los mensajes de señalización más importantes. Se recomiendan encarecidamente para realizar informes, monitorizar y resolver problemas sobre métricas de extremo a extremo relativas a continuidad, utilización y disponibilidad de servicio. Se recomienda un acceso exhaustivo a todos los datos para todas las sesiones, principalmente mediante el uso de sondas o registros de detalle de llamadas de elementos de red.

**C1** cubre la señalización entre MME y acceso radioeléctrico (interfaz S1), **C2** supervisa el enlace a GW sirviente (interfaz S11) y con **C3** se aborda también la interfaz Sgs con servidor MSC (esta interfaz y S3, ambas correspondientes al punto de captura C3, son las que se han de controlar para evaluar los procedimientos CSFB).

Recuérdese que el tráfico capturado en todas las interfaces cubiertas por puntos C está tunelizado (GTP v2-C).

Estos puntos de medición son importantes, especialmente para el análisis de:

- estadísticas de portadora EPS;
- gestión de movilidad (estadística HO, actualización de la zona de encaminamiento);
- gestión de suscriptor (conexión directa a HSS).

### 10.1.4 Puntos de medición D1 y D2

Como C1, C2 y C3, estos puntos se ubican dentro de EPC pero cubren interfaces donde pueden capturarse y analizarse flujos en tiempo real (utilizando protocolo RTP).

**D1** se posiciona en el egreso entre EPC y acceso radioeléctrico (interfaz S1u de GW sirviente), mientras que **D2** cubre el enlace entre GW sirviente y GW PDN (interfaces S5-S8).

La GW sirviente constituye el punto de anclaje de la movilidad intra-LTE, así como de la movilidad entre GSM/GPRS, 3G/HSPA y LTE. Soporta QoS a nivel de transporte mediante el marcado de paquetes IP con puntos de código DiffServ adecuados basados en los parámetros asociados con la portadora correspondiente.

La GW PDN es el punto de interconexión con redes IP externas mediante interfaz SGi. Además tiene un papel fundamental en el soporte de QoS para servicios IP de usuario final.

Con esos puntos de medición tan importantes, toda la información sobre la calidad de transporte de comunicación es accesible. Se recomiendan encarecidamente para realizar informes, monitorizar y resolver problemas sobre métricas de extremo a extremo relativas a calidad de funcionamiento de red, continuidad, precisión, velocidad y disponibilidad de servicio. Se recomienda un acceso exhaustivo a todos los datos para todas las sesiones, principalmente mediante el uso de sondas o registros de detalle de llamadas de elementos de red.

### 10.1.5 Punto de medición E

El punto de medición **E** se ubica en la frontera entre la red nuclear 3G y EPC. El equipo correspondiente es el servidor MSC, que controla las llamadas y la movilidad en redes 2G y 3G (por ejemplo, en el caso de SRVCC). El servidor MSC también se encarga de funciones TrFO y TFO. En muchos casos el servidor MSC se combina con la función de control de la pasarela de medios (MGCF) a cargo de la creación y liberación de conexiones en MGW entre dominios CS e IMS.

Se recomienda por lo tanto ese punto para monitorizar y resolver problemas en la mayoría de las métricas relativas a comunicaciones donde se produce itinerancia entre LTE y 2G o 3G. Las métricas en cuestión suelen corresponder a las familias de velocidad, continuidad y disponibilidad de servicio.

#### **10.1.6 Punto de medición F**

La función de política y norma de tarificación (PCRF) es la entidad central en el control de política para las decisiones relativas al control de políticas y tarificación (PCC). Las decisiones pueden basarse en entradas de un número de fuentes diferentes, incluidas:

- configuración de operador en la PCRF que define las políticas aplicadas a ciertos servicios;
- información de suscripción para un usuario en particular, recibida del depósito de perfil de abonado (SPR);
- información sobre el servicio recibido de la función de aplicación (AF);
- información de la red de acceso sobre qué tecnología de acceso se utiliza, etc.

El punto de medición **F** es para monitorizar la interfaz Rx entre PCRF y la función de control de la sesión de llamada de intermediario (P-CSCF) de dominio IMS. Se recomiendan para realizar informes, monitorizar y resolver problemas sobre métricas relativas a velocidad, continuidad, disponibilidad y utilización de servicio.

#### **10.1.7 Puntos de medición G1, G2 y G3**

Ese grupo de puntos de medición corresponde a pasarelas de medios (GW). Las GW son ubicaciones importantes para tener información concreta sobre la evaluación de la situación de red nuclear (pérdidas de paquetes IP, demora y fluctuación de fase), códec en núcleo, transcodificación y uso de TrFO. Son puntos de interés para la monitorización y resolución de problemas sobre métricas, como la calidad de funcionamiento de red y la precisión de servicio.

Diversos tipos de GW soportan la monitorización adecuada de flujos de medios (RTP) no solo para interfuncionamiento de servicios entre EPC y otras redes:

- **G1** – IMS MGW – es una GW utilizada para fijación de tramos de medios entre dos usuarios VoLTE pero también en caso de SRVCC (HO de VoLTE a CS móvil) o VoLTE – interfuncionamiento CS móvil tradicional. Esta pasarela debería también proporcionar funcionalidad para interfuncionamiento entre usuarios VoIP fijos y VoLTE (con transcodificación AMR/AMR-WB – UIT-T G.711).
- **G2** – RTPC MGW – es una ubicación donde puede aplicarse monitorización, elaboración de informes y resolución de problemas (para calidad de funcionamiento de red), para flujos (de IP a RTPC) IP. Es también (y es su mayor interés) la ubicación donde se realiza la cancelación de ecos provenientes de RTPC.
- **G3** – Pasarela de entronque (TrGW) en caso de interconexión con otro operador de dominio IP.

#### **10.1.8 Puntos de medición H1, H2, H3 y H4**

Este es el grupo de puntos de medición dentro de plataformas IMS. La información de monitorización que puede tenerse aquí está relacionada con el tráfico de señalización. Las sondas que pueden desplegarse en el lado de plataforma deberían ser complementarias con la información recibida de CDR y contadores. La información de monitorización que debe recopilarse en los puntos de medición correspondientes está relacionada con la utilización, continuidad y disponibilidad de servicio. Según el servicio (buzón de voz, conferencia, etc.), las supervisiones de la calidad de funcionamiento de red y la precisión también pueden ser interesantes para estudiar los problemas de audio.



En lugar de tener un solo punto se recomienda separar la captura de métricas a nivel de diferentes entidades:

- **H1** – está ubicado en la interfaz entre EPC (GW PDN) e IMS (P-CSCF). Este punto cubre la monitorización pasiva de interfaz Gm, que es la primera interfaz donde no se centraliza la señalización SIP tunelizada proveniente de todos los usuarios en la red.
- **H2** – es un punto de monitorización mundial ubicado en la plataforma IMS (que comprende al menos elementos como I-CSCF y S-CSCF, AS y SCC-AS), ideal para realizar informes sobre la utilización de servicio ya que el análisis será muy fiable desde un punto de vista estadístico. Los datos de monitorización recopilados en ese punto se centran en datos de facturación y contadores de calidad de funcionamiento. Como el elemento de plataforma más apto para la recopilación de estadísticas puede que dependa de la métrica, en las definiciones de métrica se especificará información detallada sobre la interfaz de recopilación.
- **H3** – el punto de medición (en servidor de llamada/MGCF) puede utilizarse para una visión exhaustiva sobre el protocolo de señalización relativo a todas las llamadas salientes a la red RTPC ya que el servidor de llamada está implicado en todas las negociaciones de la comunicación. Las métricas de disponibilidad de servicio (y otras con menor prioridad en cuanto a continuidad y calidad de funcionamiento de red) se miden en este punto.
- **H4** – controla IBCF, donde se realiza la interconexión entre dos dominios de operador (incluidos los registros de datos de tasación). La información de señalización SIP para interconexión puede monitorizarse aquí.

### 10.1.9 Punto de medición J

El punto de medición **J** es el homólogo de red con conmutación de circuitos del punto A. Las mismas métricas pueden medirse para propósitos similares (excepto funcionamiento de la calidad de red radioeléctrica) y con la misma estrategia de muestreo.

La "conmutación de circuitos" significa en este caso todas las posibles interfaces: RTPC, 2G/3G PLMN y acceso VoIP fijo tras una puerta FXS de un encaminador DSL.

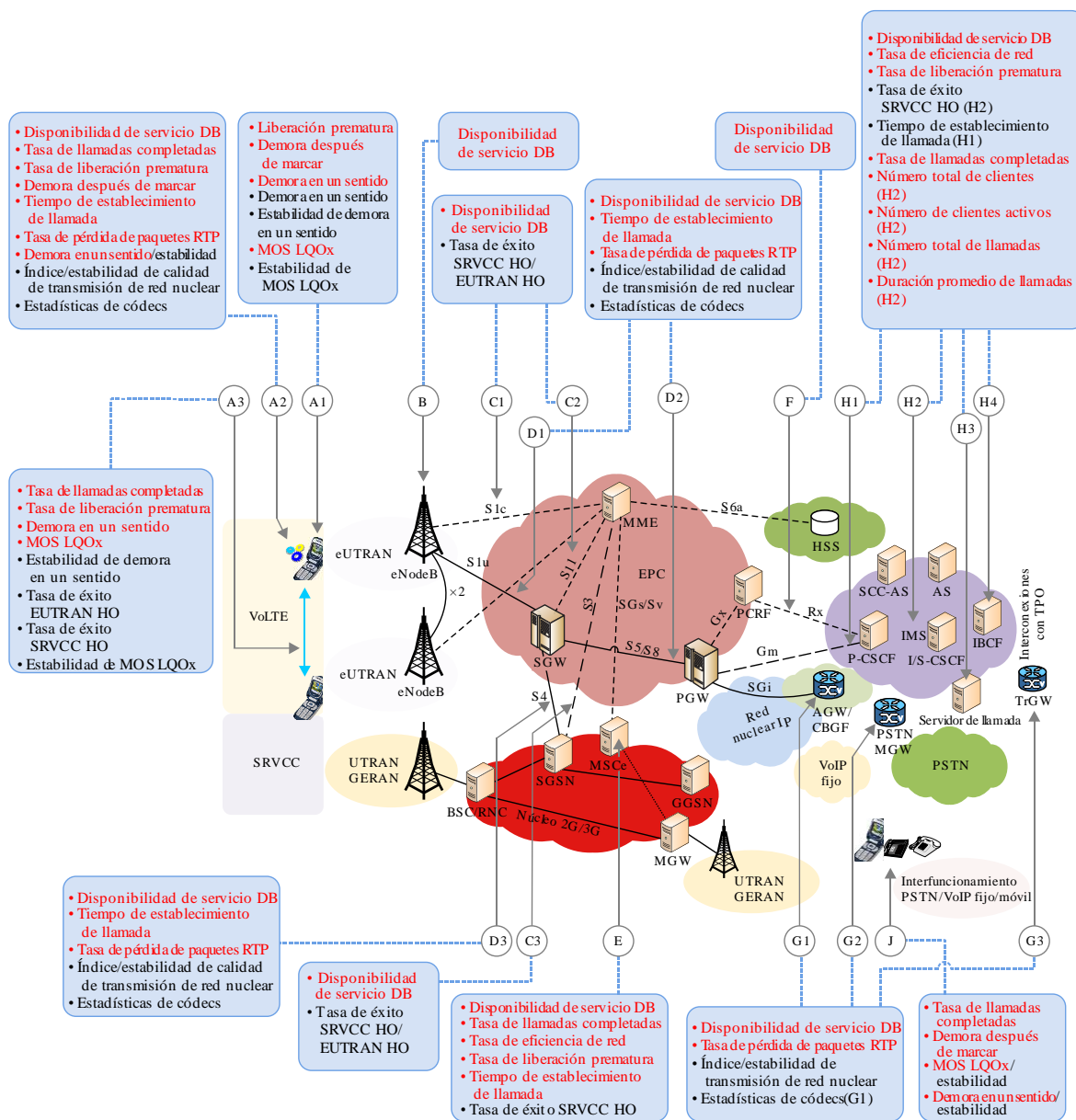
## 10.2 Estrategia de monitorización

Esta cláusula describe la ubicación de las métricas que deben medirse según su utilización. En particular pretende definir:

- qué debe medirse, cómo se medirá (con qué fuente de información, a qué frecuencia) y por qué se necesitan estas mediciones;
- qué tipo de instrumentos de medición y dónde (número y descripción de ubicaciones) se necesitan estas mediciones.

### 10.2.1 Elaboración de informes

La elaboración de informes proporcionará una visión general de la QoS, posiblemente desde una perspectiva de referencias (entre países o frente a competencia nacional) y de su evolución en el tiempo (visión longitudinal). También puede permitir la identificación de categorías de clientes que sufren una QoS degradada.



G.1028(16) F1

**Figura 11 – Puntos de medición de QoS VoLTE - elaboración de informes**

Todos los puntos de medición pueden en realidad ofrecer datos para la elaboración de informes. Incluso datos que nos son completamente representativos, como los recopilados de mediciones intrusivas, pueden ser valiosos para este propósito.

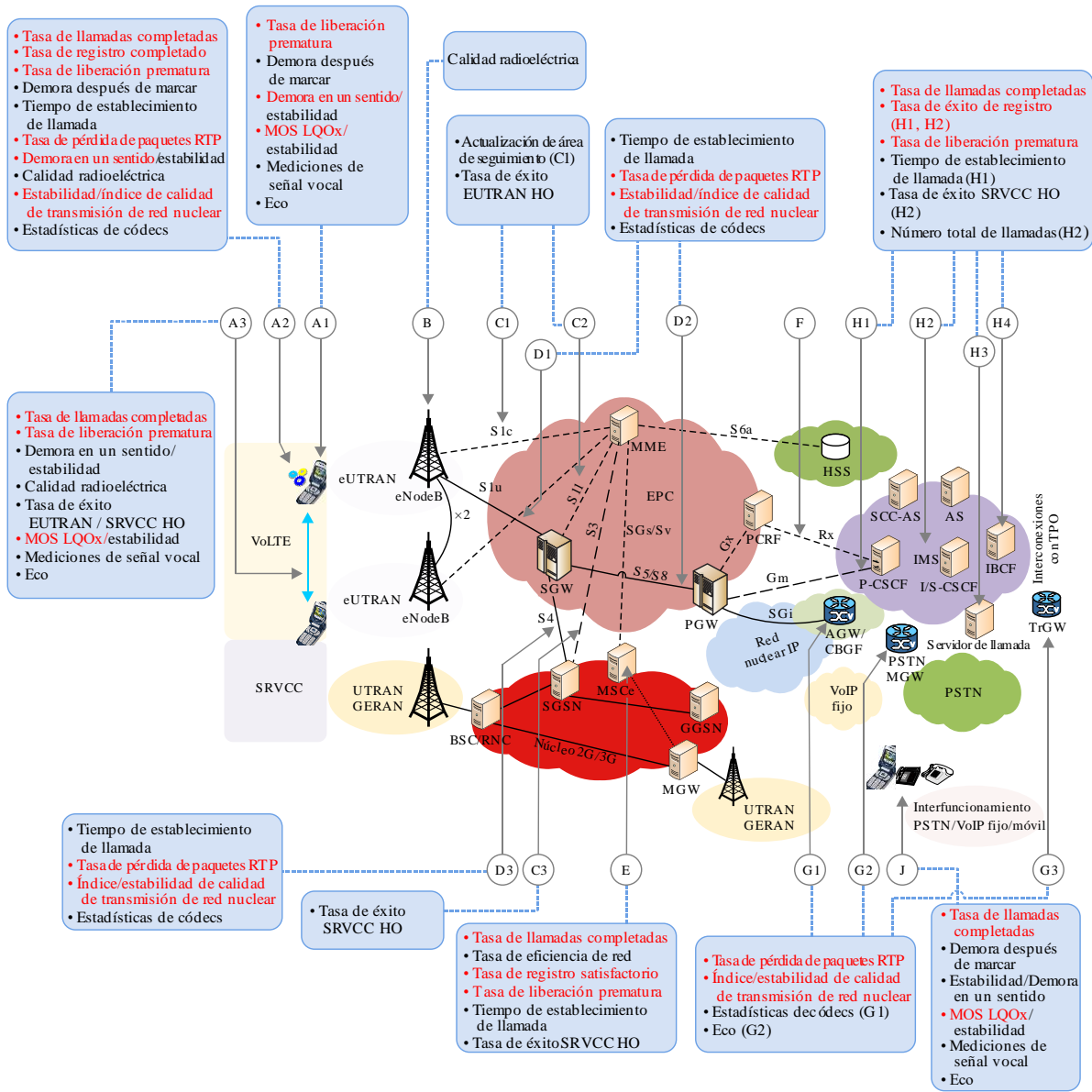
A partir de estas mediciones pueden crearse los siguientes paneles de control:

- Visión general de utilización de servicio (número de clientes, número de llamadas, duración de llamadas, tasa de renovación).
- Calidad de funcionamiento de plataformas de servicio y equipos de red (disponibilidad de servicio y continuidad).
- Contadores QoS (disponibilidad, PDD, nota media de opinión (MOS), continuidad de llamada).

## 10.2.2 Monitorización

Todos los puntos de medición pueden ofrecer datos para monitorización siempre que puedan proporcionar una visión de la QoS de extremo a extremo o la contribución de una sección de red a esa QoS.

La monitorización de modo caliente (propagación de alarma) proporcionará información en tiempo real relativa a la degradación de la QoS que afecta a un gran número de clientes.



G.1028(16)\_F12

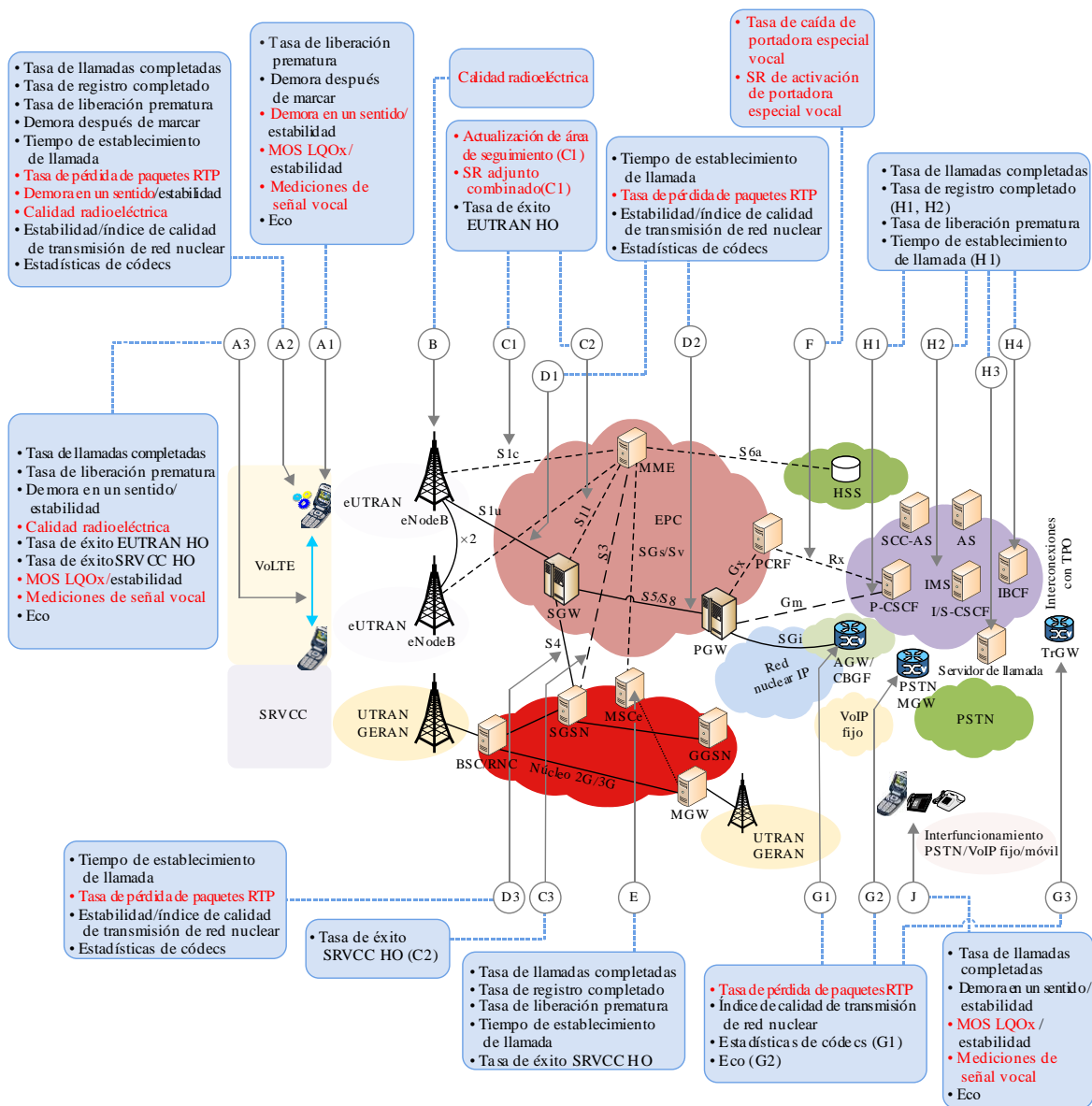
Figura 12 – Puntos de medición de QoS VoLTE – monitorización

## 10.2.3 Resolución de problemas

La resolución de problemas proporcionará información adicional mediante:

- análisis en profundidad de cliente o acceso por debajo del umbral, intentando reproducir las causas de los problemas encontrados y analizando datos recopilados por diferentes fuentes durante el problema (CDR, sondas);
- pruebas de configuración/pruebas a distancia, incluida captación de traza y análisis en nodos de red principales;

- investigaciones en sitio, incluida captura de traza en instalaciones de cliente o en la red de acceso.



G.1028(16)\_F13

Figura 13 – Puntos de medición de QoS VoLTE – resolución de problemas

### 10.3 Herramientas disponibles en normas UIT-T

A pesar de basarse en nuevas tecnologías de red, VoLTE sigue siendo una oferta de telefonía sujeta a todos los requisitos expresados por los usuarios finales relativos a su utilización, y en particular cuando se trata de QoS. Así, en la mayoría de los casos también se aplica a VoLTE lo dispuesto en las Recomendaciones vigentes del UIT-T relativas a la adquisición y evaluación de la calidad de servicios de voz.

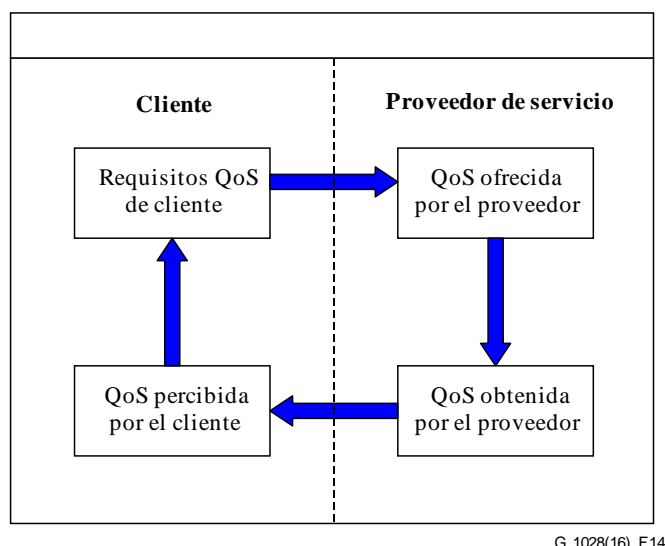
#### 10.3.1 Definición de indicadores fundamentales de rendimiento

Como se ha visto en secciones anteriores (en particular en el Cuadro 3), las métricas representativas de la calidad de servicio que percibe el usuario final no son específicas de VoLTE. La mayoría de ellas ya se definen en [UIT-T P.10] y esas definiciones se aplican en este contexto. A continuación se muestran más información de estas referencias:

- Disponibilidad de servicio: véase la accesibilidad del servicio (cláusula 3.1.1.2.2 en [UIT-T E.800]).
- Demora después de marcar: véase el tiempo de establecimiento de la llamada (cláusula 3.1.1.2.1 en [UIT-T E.800]).
- Calidad de voz (MOS-LQ), véase "Calidad vocal" (S-28) en [UIT-T P.10] o las diversas definiciones presentadas en [UIT-T P.800.1].
- Demora de boca a oído: no definido como tal en Recomendaciones del UIT-T. Véase no obstante el tiempo medio de propagación en un sentido (M-1) en [UIT-T P.10], como explicación en [UIT-T G.114].
- Tasa de cortes de comunicación: véase la tasa de corte de las comunicaciones telefónicas en [UIT-T E.804].
- Ancho de banda vocal (NB, WB o SWB): la enmienda 4 a [UIT-T P.10] ofrece una definición muy detallada de diversos anchos de banda de audio utilizados en telefonía.

La tasa de registros exitosos de VoLTE no está definida en Recomendaciones. En [UIT-T E.804] (cláusula 7.2.2.1) se define una selección de red y una tasa de fallo de registro, pero sin tener en cuenta la especificidad del registro IMS.

En lo que a dimensiones QoS principales se refiere, los cuatro puntos de vista de QoS (véase la Figura 14) definidos en [UIT-T G.1000] son útiles en el contexto de VoLTE.



**Figura 14 – Los cuatro puntos de vista de QoS (fuente: [UIT-T G.1000])**

En tanto en cuanto aborda métricas representativas de capas de red subyacentes, la [UIT-T Y.1540] ofrece información sobre métricas relativas a IP mientras que ninguna norma del UIT-T aborda métricas radioeléctricas.

### 10.3.2 Instrumentos y modelos de la medición y predicción de calidad de voz

Hay dos enfoques para la evaluación de la calidad de voz de extremo a extremo:

- Los instrumentos paramétricos se aprovechan de la buena correlación entre la información técnica de una conexión y la calidad de extremo a extremo correspondiente percibida por los usuarios finales, para producir una estimación relativamente precisa a un costo bajo de implementación. Este instrumento puede utilizarse en puntos frontera, cerca del usuario final, para predecir mejor una calidad individual, o dentro de la red, para conocer mejor la repercusión general de la calidad de funcionamiento de red sobre la calidad de extremo a extremo. En [UIT-T P.564] se describe una clase general de modelos de predicción de calidad

de voz paramétrica que ofrecen una estimación de calidad de voz altamente escalable utilizando información en el encabezamiento IP/UDP/RTP de paquetes. Además, en [UIT-T P.564] se presentan criterios de calidad de funcionamiento para modelos de este tipo que operan en comunicaciones vocales en banda estrecha.

- Otro tipo de instrumento paramétrico es el modelo E descrito en [UIT-T G.107], que es un mecanismo de planificación de transmisión ampliamente utilizado. La mayoría de los factores presentados en el modelo (adaptado ahora para transmisión IP y telefonía WB, véase [UIT-T G.107.1]) se aplican para VoLTE.
- Los modelos basados en señal son mucho más complicados que los instrumentos paramétricos ya que requieren una captura y un análisis de señal de voz. Por esa razón se utilizan mayoritariamente de extremo a extremo, con miras a medir con alta precisión la calidad de extremo a extremo de un servicio de voz en un momento y ubicación determinados (y la mayoría de las veces para un servicio concreto con un dispositivo extremo concreto). El UIT-T ha desarrollado diversos instrumentos como ese: [UIT-T P.862] y [UIT-T P.863] para modelos de referencia completa y [UIT-T P.563] para aplicación de extremo único (restringido a telefonía de banda estrecha).

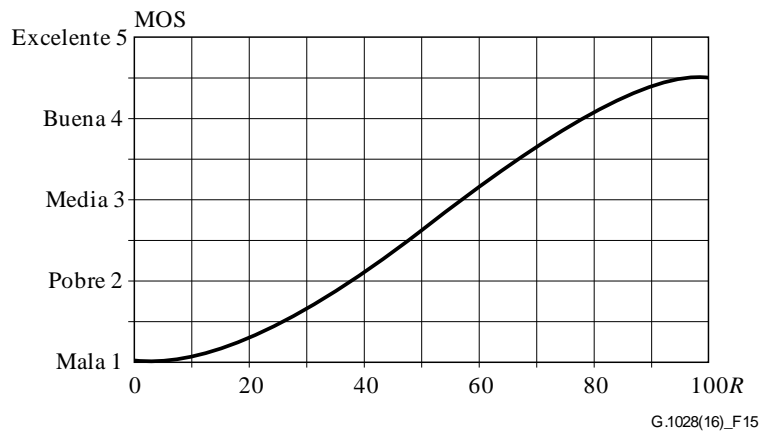
### 10.3.3 Umbrales y objetivos de aceptabilidad aplicables

En general el UIT-T no especifica objetivos de aceptabilidad para métricas de usuario final. Ahora bien, hay una excepción notoria para la demora de extremo a extremo en la que [UIT-T G.114] especifica (en la cláusula 4) un primer umbral de 150 ms por debajo del cual la mayoría de los usuarios no notan la demora, y un segundo de 400 ms por encima del cual se considera que la calidad es inaceptable.

Los valores de factor R computados con el modelo E de [UIT-T G.107] (y traducidos en puntuaciones MOS-CQE, como se muestra en la Figura 15) también pueden compararse con umbrales de aceptabilidad. En la Recomendación [UIT-T G.109] se definen categorías así (solo para telefonía NB), que se reproducen en el Cuadro 8:

**Cuadro 8 – Definición de categorías de calidad de transmisión vocal (fuente: [UIT-T G.109])**

Gama de valores R	Categoría de calidad de transmisión vocal	Satisfacción del usuario
$90 \leq R < 100$	La mejor	Muy satisfecho
$80 \leq R < 90$	Altamente	Satisfecho
$70 \leq R < 80$	Medianamente satisfecho	Algunos usuarios insatisfechos
$60 \leq R < 70$	Poco satisfecho	Muchos usuarios insatisfechos
$50 \leq R < 60$	Muy poco satisfecho	Casi todos los usuarios insatisfechos



**Figura 15 – MOS-CQE como función de factor de determinación de índices (fuente: [UIT-T G.107])**

En la Recomendación [UIT-T Y.1541] también se presentan objetivos de calidad de funcionamiento para diversas clases QoS (véase el Cuadro 9) a partir de métricas de red IP definidas y especificadas en [UIT-T Y.1540]. VoLTE figura en la clase 0 ó 1:

**Cuadro 9 – Definiciones de clase QoS de red IP y objetivos de calidad de funcionamiento de red (fuente: [UIT-T Y.1541])**

Parámetro de calidad de funcionamiento de red	Naturaleza del objetivo de calidad de funcionamiento de red	Clases QoS	
		Clase 0	Clase 1
IPTD	Límite superior en el IPTD medio	100 ms	400 ms
IPDV	Límite superior en el cuantil $1 - 10^{-3}$ de IPTD menos el IPTD mínimo	50 ms	50 ms
IPLR	Límite superior en la probabilidad de paquete perdido	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$
IPER	Límite superior	$1 \times 10^{-4}$	

## Anexo A

### Lista de degradaciones a las que se enfrentan los usuarios finales del servicio VoLTE y sus posibles causas

(Este anexo forma parte de esta Recomendación.)

Este anexo se complementa, específicamente para CSFB, con la cláusula 9 de [UIT-T G.1028.2].

#### A.1 Problema de QoS vinculado a calidad de funcionamiento de sesión de llamada

**Cuadro A.1 – Degradaciones relativas a la calidad de funcionamiento de la sesión de llamada y sus posibles causas**

Tipo de degradación	Posibles razones	Ubicación
Fallo de identificación	– Problema con MME, HSS o PCRF	EPC
Llamada básica no disponible	– Error en planificación – Fallo de establecimiento de conexión en control de recursos radioeléctricos (recepción de rechazo de conexión de RRC, o expiración del temporizador T300, no se ha enviado la compleción del establecimiento de llamada RRC tras la recepción de establecimiento de llamada RRC)	eUTRAN
	– No disponible debido a carga (pasarela de servicio (SGW) o pasarela de red de datos por paquetes (PGW)) – Negociación fallida (sin atribución de QCI, sin concordancia de códec, precondiciones SIP incumplidas, etc.) – Recepción de diversos códigos de error SIP (p.ej., 401 = No autorizado, 405 = Método no permitido, etc.) – Recepción de SIP CANCEL de IMS – Temporizador interno TD agotado que provoca un "SessionSetupFailureTimeout"	EPC
Elevada demora después de marcar	– Carga – Interfuncionamiento entre sistemas – Utilización de precondiciones SIP – Repliegue CS o desviación IMS en establecimiento de la llamada	Todas
Fallo de enlace	– Mala negociación entre dos equipos de la red durante establecimiento de llamada (mala gestión de códec)	eUTRAN/ EPC
Llamada blanca	– El terminal no puede codificar o decodificar la voz mientras que la señalización es correcta para la comunicación	Terminal



**Cuadro A.1 – Degradaciones relativas a la calidad de funcionamiento de la sesión de llamada y sus posibles causas**

<b>Tipo de degradación</b>	<b>Posibles razones</b>	<b>Ubicación</b>
Corte de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Error de terminal, zona de cobertura mala, fallos de traspaso/SRVCC por problema de vecindario de células, etc.</li> <li>– Caída de conexión RRC (en recepción de rechazo de restablecimiento de conexión RRC o expiración de temporizador T301 o si la liberación de conexión RRC se recibe antes del nuevo intento de establecimiento de conexión RRC)</li> </ul>	Terminal/ eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo de enlace: Fallo de sistema, mala renegociación entre dos equipos de la red durante llamada</li> <li>– Recepción de código de estatus SIP 500 (error interno de servidor)</li> <li>– No se ha recibido paquete RTP durante un periodo superior al temporizador interno TD "SessionDropTimeout"</li> <li>– Sin SIP 200 OK en BYE se recibe en el tiempo medido por el temporizador interno TD "SessionHangupTimeout"</li> </ul>	EPC

**A.2 Problema de QoS vinculado a calidad vocal percibida**

**Cuadro A.2 – Degradaciones relativas a la calidad vocal percibida y sus posibles causas**

<b>Tipo de degradación</b>	<b>Posibles razones</b>	<b>Ubicación</b>
Ruido	– Generación de ruido de confort (CNG) perturbador debido a mala reducción de ruido	Terminal
	– Ruido debido a mala ejecución electrónica en terminal (p. ej., conversión analógica/digital)	
	– Ruido residual perturbador debido a mala reducción de ruido	
	– Ruido de fondo (calle, coche, etc.)	
	– Ruido adicional debido a problema de configuración eUTRAN	
Eco	– Mala calidad de funcionamiento de cancelación de eco acústico (AEC)/No AEC. Como recordatorio: El eco acústico es el acoplamiento entre el altavoz y el micrófono del terminal telefónico	Redes
	– Mala calidad de funcionamiento de cancelación de eco eléctrico (EEC)/No EEC. Recordatorio: Eco eléctrico se debe a transformación digital en analógica para una llamada entre terminal móvil y RTPC (sin eco eléctrico de llamada móvil a móvil)	
Nivel vocal bajo/alto	– Mala calidad de funcionamiento de control automático de ganancia (AGC)/No AGC	Terminal

**Cuadro A.2 – Degradaciones relativas a la calidad vocal percibida y sus posibles causas**

Tipo de degradación	Posibles razones	Ubicación
Problemas de codificación/decodificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Banda estrecha en lugar de calidad vocal banda ancha:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal distante no WB</li> <li>• HO hacia 2G</li> <li>• Llamada con RTPC, 2G, plataformas móviles, etc. donde no se despliega banda ancha</li> <li>• Interfuncionamiento con CS 3G no WB</li> </ul> </li> </ul>	Terminal/ eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Velocidad binaria WB-AMR/AMR baja (célula cargada, modo autónomo, etc.) que lleva a distorsión en señal de voz</li> <li>– Muchas transcodificaciones (por ejemplo con llamada a mensaje de voz) que conduce a distorsión en señal de voz</li> <li>– Reabastecimiento y escalamiento de tiempo que provoca distorsión</li> </ul>	Terminal/ eUTRAN
Terminal acústica	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aunque se soporta el códec WB-AMR, la calidad de funcionamiento acústico del terminal (en el lado de recepción y/o de envío) no es compatible con banda ancha</li> <li>– Un terminal acústico no bien equilibrado puede conducir a un sonido que parece demasiado agresivo, demasiado amortiguado, etc.</li> <li>– Distorsión debido a transductores</li> </ul>	Terminal
Conversación cortada	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mala ejecución VAD/DTX/DRX</li> <li>– Problema con algoritmo de mejora de la calidad de voz (VQE)</li> </ul>	Terminal
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de paquete IP o fluctuación de fase en red (congestión, priorización QoS, demoras de planificación UL/DL, transmisiones de radio, traspaso)</li> <li>– Mala gestión de pérdida de paquetes IP y fluctuación de fase entre llegadas mediante memorias intermedias de fluctuación de fase u ocultación de la pérdida de paquetes (PLC) dentro de terminales</li> </ul>	Todas
DTMF no reconocido	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Problema con procesamiento dentro o fuera de la banda</li> </ul>	Todas
Demora E2E	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Carga de red</li> <li>– Tratamiento de medios (construcción de paquete, gestión de memoria intermedia de fluctuación de fase)</li> <li>– Tratamiento de las señales vocales en terminales</li> <li>– Canal de acceso aleatorio (RACH) al recibir instrucción de traspaso</li> <li>– Procedimiento RACH/contienda</li> <li>– Intentos RACH adicionales</li> <li>– Planificación dinámica, adaptación de enlace</li> <li>– Error de enlace radioeléctrico/restablecimiento durante traspaso (posiblemente célula diferente)</li> </ul>	Todas
Pérdida de paquetes RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Congestión de red (diversas causas: carga de tráfico, distancia desde centro de célula que genera activación de agregación TTI, por ejemplo)</li> <li>– Memorias intermedias de fluctuación de fase no adaptadas a tamaño de paquete o cantidad de fluctuación de fase efectiva (puede depender de la utilización de RoHC o no)</li> </ul>	EPC/ Terminal

**Cuadro A.2 – Degradaciones relativas a la calidad vocal percibida y sus posibles causas**

<b>Tipo de degradación</b>	<b>Posibles razones</b>	<b>Ubicación</b>
Desecuenciación RTP/IP	– Nueva ruta tras un problema como congestión	EPC
Variación de demora de red (fluctuación de fase)	– Congestión de red – Memorias intermedias de fluctuación de fase no adaptadas	EPC/ Terminal
Degradaciones de radio	– Límite de cobertura de célula – Interferencia – Área no bien cubierta (obstáculo, etc.) – Mala optimización radioeléctrica – Perfil de pérdida radioeléctrica – Mala planificación radioeléctrica – Utilización mala o ausente de mecanismos de petición de repetición automática híbrida (HARQ) – Etc.	eUTRAN
Latencia de traspaso	– Latencia debida a nueva ruta tras HO o SRVCC	Red EPC/CS

## Bibliografía

- [b-GSMA IR.34] GSMA IR.34 v 9.1 (2013), *Guidelines for IPX Provider networks*.
- [b-GSMA IR.92] GSMA IR.92 v 7.0 (2013), *IMS Profile for Voice and SMS*.





## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para las transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para los sistemas de telecomunicación