



UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS

TESIS DOCTORAL

**CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO DE LAS
PASARELAS DE ACCESO PARA LA
EMULACIÓN DE LOS SERVICIOS
PORTADORES RDSI EN LA NGN**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA

Autor: Fco. Javier Muñoz Calle

Director: Dr. Juan Manuel Vozmediano Torres

Sevilla, 2013

TESIS DOCTORAL

**CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO DE LAS
PASARELAS DE ACCESO PARA LA
EMULACIÓN DE LOS SERVICIOS
PORTADORES RDSI EN LA NGN**

TRIBUNAL CALIFICADOR

Presidente:

•

Vocales:

•

•

•

Secretario:

•

Vocales Suplentes:

•

•

CALIFICACIÓN:

A mi familia

Resumen

Esta Tesis se enmarca en el soporte transparente de los servicios portadores RDSI sobre la NGN (Next Generation Network). Este soporte se exige en la directiva Europea de Servicio Universal. Según la ITU-T y la ETSI, los terminales RDSI emplearán pasarelas de acceso (o residenciales) para acceder a la NGN.

Esta memoria comienza con un análisis del soporte de los servicios portadores RDSI definido por los organismos de estandarización VoIP y NGN. De dicho análisis se concluye que la normalización actual sólo es suficiente, con ligeras mejoras, para emular los servicios portadores en modo circuito monocanal, pero requiere ser ampliada para abarcar los servicios multicanal en modo circuito, y los servicios en los modos paquete y trama.

Respetando la infraestructura NGN para la interconexión transparente de los equipos RDSI de usuario, **esta Tesis pretende solventar las deficiencias encontradas en la definición de las pasarelas de acceso, para soportar los diversos servicios portadores RDSI de un modo eficiente.**

Para dar solución al problema anterior se han acometido tres tareas:

- Análisis de las propuestas realizadas por el proyecto NGN y los grupos de trabajo VoIP para soportar los servicios portadores en modo circuito monocanal: he deducido que la normalización actual presenta pequeñas carencias para alcanzar una definición completa de la correspondencia Q.931-SIP y descripciones SDP/MeGaCo, que he resuelto.
- Análisis de posibles mecanismos de transporte para la emulación NGN de los servicios portadores en modo circuito multicanal: he propuesto una solución basada en TDMPWs (TDM PseudoWires) AAL2 y otra en flujos RTP, con la correspondiente definición de los nuevos formatos de carga útil que permitan satisfacer las estructuras TSSI y RDTD propias de estos servicios. También he detallado la arquitectura MeGaCo requerida ante pasarelas distribuidas. Adicionalmente, he encontrado que los TDMPWs, mediante la definición de una nueva carga útil, permiten concentrar eficientemente varias pasarelas de acceso AGW en un único equipo, reduciendo el coste en infraestructuras y mantenimiento.
- Análisis de posibles arquitecturas de red y protocolos para soportar los servicios portadores en modo paquete y trama: he definido la arquitectura física y funcional del manejador de paquetes y tramas. Asimismo, he planteado varias arquitecturas de protocolos que permitan el soporte de dichos modos, proponiendo las modificaciones de los protocolos existentes que resultaban necesarias. Además, he detallado la arquitectura MeGaCo necesaria ante pasarelas distribuidas.

Abstract

This Thesis focuses on the NGN transparent support of the ISDN bearer services. This support is required by the European Directive on Universal Service. According to the ITU-T and ETSI, the ISDN terminals use access or residential gateways to access the NGN.

This report begins with an analysis of the VoIP and NGN standards on the support of ISDN bearer services. From this analysis, I find that current standards are enough, if slightly improved, to emulate the single-channel circuit-mode bearer services, but fails in supporting multi-channel circuit-mode services, and packet- and frame-mode services.

This Thesis aims to solve the shortcomings found in the definition of the access gateways to support efficiently the ISDN bearer services under the restrictions posed by the NGN infrastructure for transparent interconnection of user's ISDN equipment.

To fulfill the above goal, three main tasks have been carried out:

- The analysis of the proposals from the NGN project and the VoIP working groups to support single-channel circuit-mode bearer services. I have concluded that the current standardization has light shortcomings on the definition of the Q.931-SIP correspondence and on the SDP/Megaco descriptions, which I have completed.
- The analysis suitable transport mechanisms for NGN emulation of the multi-channel circuit-mode bearer services. I have proposed two solutions: a first one based on AAL2 TDMPWs (TDM pseudowires) and second one based on RTP streams, with the corresponding definition of new payload formats to satisfy the TSSI and RDTD structures found in these services. I have also detailed the Megaco architecture for distributed gateways. Additionally, I have found that TDMPWs, by defining a new payload, allow to efficiently concentrate several access gateways AGWs on a single node, reducing infrastructure and maintenance costs.
- The analysis of suitable network and protocols architectures to support the packet- and frame-mode bearer services. I have defined the physical and functional architectures of the packet and frame handlers. I have also proposed several protocol architectures to support these modes, with the required modifications of existing protocols when needed. Besides, I have detailed the Megaco architecture required for distributed gateways.

Agradecimientos

Desde estas líneas me gustaría agradecer el apoyo recibido de todas aquellas personas que han contribuido al desarrollo de la presente Tesis Doctoral. De forma especial, me gustaría mencionar a mi director de Tesis, D. Juan Manuel Vozmediano Torres, del que tanto he aprendido y espero me deje seguir aprendiendo. Sin su ayuda, paciencia e inestimables consejos esta Tesis nunca habría sido posible.

Debo agradecer a mis dos niñas, Rocío y Laura, la importante motivación que suponen cada día para mí, y por todos esos momentos que dan sentido a la vida.

Quisiera dejar constancia de mi reconocimiento a mis padres, Mary y Manolo, cuya gran labor como padres ha hecho posible que hoy sea la persona que he llegado a ser. Su cariño y sabios consejos han sido y siguen siendo indispensables en mi vida.

No puedo dejar de mencionar a Jesús, mi hermano, amigo y compañero de tantas y tantas cosas, quién siempre ha sido un referente para mí. Gracias por estar siempre a mi lado, tanto intelectual como emocionalmente.

Y no puedo olvidarme de mi hermana pequeña, María del Mar, a la que he visto crecer día a día. Tu hermano siempre estará a tu lado para cuidarte y ayudarte cuando lo necesites.

También me gustaría agradecer el apoyo de todos mis compañeros del Departamento de Ingeniería Telemática, con los que resulta un placer trabajar cada día.

Por último, recordar la constante ayuda recibida desde las listas de discusión IETF relativas al protocolo MeGaCo [LIST_IETF_MEGACO], la arquitectura SigTran [LIST_IETF_SIGTRAN], el protocolo L2TPv3 [LIST_IETF_L2TPEXT] y los pseudocables [LIST_IETF_PWE3], destacando el importante apoyo ofrecido por Yaakov Stein y Alexander Vainshtein, cuya cooperación ha permitido alcanzar un nivel de comprensión de las tecnologías que en ocasiones iba más allá del recogido en las normas. Asimismo, agradecer el soporte recibido desde las listas de correo ITU-T y ETSI asociadas a la normalización NGN [LIST_ITU-T_FGFN; LIST_TISPAN_NGN; LIST_TISPAN_WG2; LIST_TISPAN_WG3; LIST_TISPAN_WG5], con mención especial a Albrecht Schwarz y Wayne Cutler por sus valiosas aclaraciones.

Muchas gracias a todos.

Índice general

1.	Introducción y objetivos	1
1.1	Introducción	1
1.2	Motivación y entorno de la Tesis Doctoral	2
1.2.1	Proyecto FONOPAC	3
1.3	Objetivos de la Tesis Doctoral	3
1.4	Organización de la memoria	5
I.	Estado del arte	7
2.	Generalidades	9
2.1	Red Digital de Servicios Integrados de banda estrecha	9
2.1.1	Servicios RDSI	12
2.1.2	Modos de funcionamiento y arquitectura de protocolos RDSI	15
2.1.3	Interconexión de acceso a la central local	19
2.2	Redes de Voz sobre IP	22
2.2.1	Protocolos para el transporte de medios	23
2.2.1.1	Transporte de señales de modem sobre redes IP	25
2.2.2	Protocolos de señalización en redes VoIP	28
2.2.2.1	Señalización de control VoIP	28
2.2.2.2	Señalización de control y políticas de calidad de servicio	30
2.2.3	Mecanismos de extensión de los protocolos VoIP	30
2.2.3.1	Extensión de los protocolos RTP/RTCP	30

2.2.3.2	Extensión del protocolo MeGaCo	32
2.2.3.3	Perfiles SIP	32
2.3	Conclusiones	34
3.	Arquitecturas normalizadas de pasarelas de señalización DSS1 RDSI-Red VoIP	35
3.1	Clasificación de las pasarelas SCN-PSN según los elementos interconectados	36
3.2	Modelo normalizado de pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP	37
3.2.1	Arquitectura funcional normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP	37
3.2.1.1	Modelos IETF/ITU-T MeGaCo y ETSI TIPHON	38
3.2.1.2	Modelo ITU-T H.323	39
3.2.1.3	Modelos IETF SIP y SigTran	40
3.2.2	Arquitectura física normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP	41
3.2.3	Interfuncionamiento de los protocolos de control de llamada DSS1 RDSI-VoIP	45
3.2.3.1	Correspondencia de los protocolos Q.931 y SIP	46
3.2.3.2	Encapsulado de DSS1 Q.931 en una red IP, SigTran	47
3.2.4	Conclusiones	50
3.3	Propuestas de ampliación del modelo normalizado de pasarela de acceso distribuida UNI RDSI-VoIP	51
3.3.1	Coordinación en la identificación de las interfaces/canales RDSI en IUA, MeGaCo y Q.931	52
3.3.1.1	Identificación de interfaces/canales RDSI común en IUA y MeGaCo (patrón de nombrado)	52
3.3.1.2	Correspondencia en la identificación de interfaces RDSI entre IUA/MeGaCo y Q.931	54
3.3.1.3	Propiedades de las terminaciones MeGaCo en el lado RDSI relativas a la identificación de los canales	55
3.3.1.4	Conclusiones	56
3.3.2	Creación de terminaciones MeGaCo de canal D	56
3.3.2.1	Terminación física MeGaCo de canal D exclusivamente para el control del canal	57
3.3.2.2	Terminación física MeGaCo de canal D para configurar los flujos SCTP que contienen los mensajes IUA con la señalización RDSI	58

3.3.2.3	Terminaciones efímeras para los modos paquete y trama en canal D	61
3.3.2.4	Conclusiones	64
3.3.3	Control del estado de las interfaces físicas y puertos de usuario RDSI desde el MGC	65
3.3.3.1	Des/activación de la capa física RDSI en interfaces de acceso BRI	66
3.3.3.2	Control del estado de los puertos de usuario RDSI de la AGW desde el MGC	68
3.3.3.3	Análisis y conclusiones	68
3.3.4	Conclusiones. Arquitectura funcional propuesta	70
3.3.4.1	Canal D	71
3.3.4.2	Canales B	71
3.4	Pasarelas comerciales de acceso UNI RDSI a red VoIP	74
3.5	Conclusiones	74
4.	Emulación RDSI en la arquitectura NGN	77
4.1	Arquitectura NGN física y funcional para la emulación RDSI con accesos UNI	78
4.2	Aportaciones NGN a la emulación RDSI aplicables a cualquier servicio portador	80
4.2.1	Correspondencia de los protocolos Q.931 y SIP	81
4.2.2	Aportaciones aplicables a la pasarela de medios A-MGW	87
4.2.2.1	Patrón de nombrado de las interfaces/canales RDSI	87
4.2.2.2	Identificación de terminaciones MeGaCo en el lado IP	88
4.2.2.3	Control y gestión del estado de las interfaces físicas RDSI	88
4.2.3	Conclusiones	93
4.3	Aportaciones NGN para la emulación RDSI de servicios portadores en modo circuito	94
4.3.1	Servicios portadores en modo circuito monocanal	94
4.3.1.1	Terminación MeGaCo del lado RDSI en la pasarela distribuida A-MGW	95
4.3.1.2	Transporte de medios en la red IP y terminación MeGaCo del lado IP	97
4.3.1.3	Conclusiones	107

4.3.2	Servicios portadores en modo circuito multicanal	109
4.4	Aportaciones NGN para la emulación RDSI de servicios portadores en modo paquete y trama	114
4.4.1	Transporte de paquetes y tramas sobre IUA	115
4.4.2	Transporte de paquetes y tramas sobre RawFR/GRE	115
4.4.3	Conclusiones	116
4.5	Conclusiones	120
 II. Contribuciones		125
5.	Contribuciones para la emulación NGN de los servicios portadores RDSI en modo circuito	127
5.1	Contribuciones a la emulación de los servicios portadores en modo circuito multicanal	128
5.1.1	Posibles protocolos para transportar sobre la red IP los medios de una llamada en modo circuito multicanal	128
5.1.1.1	Transporte basado en TDMPWs	130
5.1.1.2	Transporte basado en RTP	146
5.1.1.3	Comparación entre las soluciones basadas en TDMPWs y flujos RTP	149
5.1.2	Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas en modo circuito multicanal	150
5.1.2.1	Arquitectura MeGaCo para llamadas de circuitos multicanal basadas en TDMPWs	152
5.1.2.2	Arquitectura MeGaCo para llamadas de circuitos multicanal basadas en RTP	155
5.2	Concentración de pasarelas de acceso	159
5.2.1	Aspectos generales para la concentración	160
5.2.1.1	Requisitos para una eficiente concentración de pasarelas	160
5.2.1.2	Funcionamiento básico de la concentración de pasarelas de acceso	161
5.2.1.3	Procedimiento para determinar los canales B RDSI en uso	162
5.2.2	Transporte de las UNIs RDSI sobre TDMPWs	163
5.2.2.1	Selección del tipo de TDMPW	164
5.2.2.2	Identificación de las UNIs multiplexadas en cada TDMPW AAL2	166

5.2.2.3	Transporte de los indicadores de error TDM de cada UNI multiplexada en un TDMPW AAL2	167
5.2.2.4	Definición de un nuevo tipo de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 para la multiplexión de UNIs RDSI	168
5.2.2.5	Aplicación de VAD en la concentración de pasarelas de acceso	173
5.3	Conclusiones	174
6.	Contribuciones para la emulación NGN de los servicios portadores RDSI en modo paquete y trama	177
6.1	Arquitectura física y funcional del NGN-PH/FH. Conservación de la interfaz de acceso al manejador	178
6.2	Contribuciones a la emulación de los servicios portadores en modo paquete	181
6.2.1	Arquitecturas de protocolos para el soporte del modo paquete en canal D	181
6.2.1.1	Posibles protocolos para transportar la señalización PHI3 Bds entre la MG-PH y el MGC	185
6.2.1.2	Posibles protocolos para el transporte de los mensajes PLP entre la MG y la MG-PH	191
6.2.2	Arquitecturas de protocolos para el soporte del modo paquete en canal B	196
6.2.3	Arquitectura MeGaCo para el soporte del modo paquete	203
6.2.3.1	Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en el protocolo RawFR	211
6.2.3.2	Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en HDLCPWs	221
6.2.3.3	Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en TDMPWs	233
6.2.3.4	Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en XOT	243
6.2.4	Comparación de las soluciones planteadas	256
6.3	Contribuciones a la emulación del servicio de retransmisión de tramas por canal B transparente	257
6.3.1	Arquitecturas de protocolos para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B	257
6.3.1.1	Posibles protocolos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte transparente de los VCs	261
6.3.1.2	Posibles protocolos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte DLCI a DLCI	266

6.3.2	Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B	271
6.3.2.1	Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B mediante transporte transparente de los VCs	272
6.3.2.2	Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B mediante transporte DLCI a DLCI	283
6.3.3	Comparación de las soluciones planteadas	291
6.4	Conclusiones	293
7.	Conclusiones y Líneas de avance	297
7.1	Conclusiones	297
7.2	Líneas de continuación	302

III. Apéndice 303

III.	Acceso clásico al manejador de paquetes o tramas desde la interfaz de usuario RDSI	305
III.1	Interfaz de acceso al manejador de paquetes, PHI	306
III.1.1	Establecimiento de llamada sobre canal Bd (modo paquete por canal D en UNI RDSI)	313
III.1.1.1	Establecimiento de canales Bd y de la conexión Bds	314
III.1.1.2	Establecimiento de llamada sobre una conexión Bdi	316
III.1.2	Establecimiento de llamada sobre canal Bb (modo paquete por canal B)	319
III.2	Interfaz de acceso al manejador de tramas, FHI	321

Bibliografía 323

Índice de figuras

Figura 1.1:	Migración de las redes de telefonía y datos a un núcleo común NGN . . .	2
Figura 2.1:	Interfaz usuario-red RDSI	10
Figura 2.2:	Configuraciones de acceso RDSI a la red de transporte TDM	11
Figura 2.3:	Estructuras de transferencia RDTD y TSSI	12
Figura 2.4:	Esquema de red de los modos de funcionamiento RDSI	15
Figura 2.5:	Arquitectura de protocolos en canal D RDSI	17
Figura 2.6:	Arquitectura de protocolos en canal B RDSI	17
Figura 2.7:	Alternativas de acceso a central local a través de red de acceso con interfaces V5.1 y V5.2	20
Figura 2.8:	Arquitectura de protocolos VoIP	22
Figura 2.9:	Cabecera fija RTP	23
Figura 2.10:	Mensaje RTCP SR (Informe de emisor)	24
Figura 2.11:	Mecanismos de transporte de datos en banda vocal VBD sobre IP	27
Figura 2.12:	Formato de mensaje SIP	28
Figura 2.13:	Elementos funcionales de los modelos de red VoIP	29
Figura 2.14:	Relación de los conceptos de señalización UNI y NNI en redes SCN y VoIP	29
Figura 2.15:	Formato de paquete RTCP APP (Aplicación)	31
Figura 2.16:	Perfiles SIP para interfuncionamiento de BICC o ISUP con SDP/SIP	33
Figura 3.1:	Tipos de pasarelas SCN-IP según los elementos interconectados	36
Figura 3.2:	Arquitectura física y funcional normalizada de la pasarela de acceso DSS1 RDSI-VoIP	38
Figura 3.3:	Arquitectura funcional de la pasarela ITU-T UNI RDSI - red VoIP H.323	40

Figura 3.4:	Arquitectura física y funcional normalizada de pasarela monolítica de acceso DDS1 RDSI-VoIP	41
Figura 3.5:	Arquitectura física distribuida de pasarela de acceso DSS1 RDSI-VoIP	42
Figura 3.6:	Aplicación de los protocolos SigTran en una pasarela distribuida	43
Figura 3.7:	Relación entre las entidades funcionales SG/MG y los canales RDSI	44
Figura 3.8:	Aplicación de pseudocables para la separación física de las funciones SG y MG	45
Figura 3.9:	Notación para la representación de los distintos modelos de interfuncionamiento	46
Figura 3.10:	Ejemplo de interfuncionamiento por traducción de protocolos entre DSS1 Q.931 y SIP, bajo una arquitectura monolítica de pasarela de acceso	47
Figura 3.11:	Arquitectura de protocolos SigTran	47
Figura 3.12:	Aplicación del patrón de nombrado al IID en los mensajes IUA	54
Figura 3.13:	Terminación MeGaCo de canal D para control del canal	57
Figura 3.14:	Configuración mediante MeGaCo de los atributos de los flujos SCTP que transportan la señalización de canal D	60
Figura 3.15:	Soporte de los modos paquete y trama en canal D mediante terminación MeGaCo	62
Figura 3.16:	Interfaz RDSI para acceso a red clásica TDM y a red VoIP	65
Figura 3.17:	Propuesta de ampliación de la arquitectura funcional normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI a VoIP	70
Figura 4.1:	Acceso de terminales RDSI a la NGN mediante pasarela distribuida A-MGW	80
Figura 4.2:	Acceso de terminales RDSI a la NGN mediante pasarela monolítica A-VGW	80
Figura 4.3:	Correspondencia Q931-SIP para emulación RDSI mediante A-VGWs o A-MGWs	83
Figura 4.4:	Propuesta NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito monocanal en una A-MGW	95
Figura 4.5:	Descripciones SDP/MeGaCo en las distintas fases de una llamada de voz ante anuncios de red locales a la A-MGW	102
Figura 4.6:	Descripciones SDP/MeGaCo en las distintas fases de la llamada ante anuncios remotos a la A-MGW	102
Figura 4.7:	Descripciones SDP/MeGaCo para la capacidad UDI-TA con reserva inadecuada de recursos en la A-MGW	103
Figura 4.8:	Descripciones SDP-MeGaCo para una llamada multiuso con repliegue, capacidad UDI-TA y anuncios remotos a la A-MGW	106

Figura 4.9:	Descripciones SDP-MeGaCo para una llamada del servicio portador mixto con anuncios remotos a la A-MGW	107
Figura 4.10:	Comunicación entre TEs RDSI con servicio portador modo circuito monocanal mediante A-MGW	109
Figura 4.11:	Comunicación TE RDSI con TE NGN con servicio portador modo circuito monocanal mediante A-MGW	109
Figura 4.12:	Propuesta NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito multicanal en una A-MGW	110
Figura 4.13:	Taxonomía de los TDMPWs	111
Figura 4.14:	Comunicación entre terminales con servicio portador modo circuito multicanal	112
Figura 4.15:	Propuestas NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo paquete y trama por canal D	114
Figura 4.16:	Correspondencia de tramas p y f a RawFR encapsulado en GREv0	116
Figura 4.17:	Comunicación entre terminales con servicio portador modo paquete y trama	117
Figura 4.18:	Comunicación en modo paquete y trama entre TEs RDSI a través del manejador	118
Figura 5.1:	Llamada en modo circuito multicanal entre terminales	128
Figura 5.2:	Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN de llamadas multicanal entre TEs RDSI	129
Figura 5.3:	Concentración de llamadas RDSI mono y multicanal sobre un TDMPW AAL2	131
Figura 5.4:	Formato TDMoIP AAL2 con carga útil basada en estructuras básicas para emulación de llamadas multicanal mediante un CID por llamada	138
Figura 5.5:	Transporte de tramas SID para un servicio monocanal sobre un TDMoIP AAL2 con un CID por llamada y PT en UUI	139
Figura 5.6:	Ejemplo de transporte de canales de una llamada multicanal 4x64 sobre un TDMPW TDMoIP AAL2 de tipo UDP/IP con un CID por canal (A) básico, (B) Modo VoIP	144
Figura 5.7:	Ejemplo de transporte de canales de una llamada multicanal Nx64 sobre un TDMPW TDMoIP AAL2 de tipo UDP/IP con un CID por llamada (A) PT en UUI con N=4, (B) Modo VoIP con N=2 RDTD	145
Figura 5.8:	Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN de llamadas multicanal entre un TE RDSI y otro NGN mediante RTP	146
Figura 5.9:	Formato de carga útil RTP basada en estructuras básicas para emulación de llamadas multicanal	147

Figura 5.10:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal sobre TDMPWs AAL2	153
Figura 5.11:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal mediante TDMPWs AAL2	154
Figura 5.12:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal entre TEs RDSI sobre flujos RTP	156
Figura 5.13:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal entre un TE RDSI y otro NGN sobre flujos RTP	156
Figura 5.14:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal entre TEs RDSI mediante un flujo RTP	157
Figura 5.15:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal de TE RDSI a uno NGN mediante un flujo RTP	158
Figura 5.16:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal de un TE NGN a uno RDSI mediante un flujo RTP	158
Figura 5.17:	Concentración de pasarelas de acceso mediante TDMPWs transparentes	159
Figura 5.18:	Formato de carga útil TDMoIP AAL2 basada en estructuras bi-trama para la emulación de una UNI BRI 2B+D	170
Figura 5.19:	Formato de carga útil TDMoIP AAL2 basada en estructuras mono-trama para la emulación de una UNI PRI E1 30B+D con cuatro canales B en uso	171
Figura 5.20:	Ejemplo de concentración de UNIs BRI y PRI mediante TDMPWs AAL2 con carga útil basada en estructuras de trama	172
Figura 6.1:	Acceso clásico a la RPDCP bajo los modos paquete y trama	178
Figura 6.2:	Acceso a la RPDCP bajo los modos paquete y trama mediante NGN-PH/FH distribuido	180
Figura 6.3:	Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN del modo paquete en canal D	182
Figura 6.4:	Escenarios de migración de la PHI a NGN conforme a los canales Bds	184
Figura 6.5:	Estructura de canales de la PHI migrada a NGN con un Bds por A-MGW	185
Figura 6.6:	Modificación del protocolo RawFR para conexiones Bds	186
Figura 6.7:	Modificación del protocolo IUA para conexiones Bds	187
Figura 6.8:	Protocolos para el transporte sobre IP de los mensajes PHI3 de la conexión Bds PHI en el modo paquete por canal D	190

Figura 6.9:	Soporte del modo paquete en canal D mediante HDLCPWs	192
Figura 6.10:	Soporte del modo paquete en canal D mediante TDMPWs TDMoIP AAL2	193
Figura 6.11:	Mecanismos para el transporte sobre la red IP de los paquetes PLP en el modo paquete por canal D	195
Figura 6.12:	Soporte NGN del modo paquete en canal B	196
Figura 6.13:	Modificación del protocolo RawFR para canal B	197
Figura 6.14:	Modificación del protocolo RawFR para llamadas multicanal	198
Figura 6.15:	Mecanismos para el transporte sobre la red IP de los paquetes PLP en el modo paquete por canal B	200
Figura 6.16:	Transporte de canales Bd y Bb a la MG mediante HDLCPWs	202
Figura 6.17:	Transporte de canales Bd y Bb a la MG mediante TDMPWs TDMoIP AAL2	203
Figura 6.18:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en RawFR	216
Figura 6.19:	Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en RawFR	216
Figura 6.20:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante RawFR	217
Figura 6.21:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante RawFR	218
Figura 6.22:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante RawFR	219
Figura 6.23:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante RawFR	220
Figura 6.24:	Flujo de mensajes para el establecimiento de los canales Bd segundo y subsiguientes en modo paquete por canal D mediante HDLCPWs	223
Figura 6.25:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en HDLCPWs	225
Figura 6.26:	Arquitectura MeGaCo monoflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en HDLCPWs (requiere definir multiplex 1x64)	226
Figura 6.27:	Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D basado en HDLCPWs (no soportada por H.248.1)	226

Figura 6.28:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante HDLCPWs	229
Figura 6.29:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante HDLCPWs	230
Figura 6.30:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante HDLCPWs	231
Figura 6.31:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante HDLCPWs	232
Figura 6.32:	Flujo de mensajes para el establecimiento de los canales Bd segundo y subsiguientes en modo paquete por canal D mediante TDMPWs	234
Figura 6.33:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en TDMPWs	237
Figura 6.34:	Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete basado en TDMPWs (no soportada por H.248.1)	238
Figura 6.35:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante TDMPWs	239
Figura 6.36:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante TDMPWs	240
Figura 6.37:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante TDMPWs	241
Figura 6.38:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante TDMPWs	242
Figura 6.39:	Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en XOT	250
Figura 6.40:	Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en XOT	251
Figura 6.41:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante XOT	252
Figura 6.42:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante XOT	253
Figura 6.43:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante XOT	254
Figura 6.44:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante XOT	255

Figura 6.45:	Soporte NGN del modo trama en canal B:(I) Transparente; (II) DLCI a DLCI	258
Figura 6.46:	Modificación del protocolo RawFR para llamadas de tramas monocanal .	262
Figura 6.47:	Modificación del protocolo RawFR para llamadas de tramas multicanal .	262
Figura 6.48:	Mecanismos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte transparente de los VCs	265
Figura 6.49:	Mecanismos para el transporte de los datos FR bajo el soporte de llamadas de tramas en canal B en modo DLCI a DLCI	270
Figura 6.50:	Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en XOT	273
Figura 6.51:	Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en RawFR_F	274
Figura 6.52:	Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en HDLCPWs	274
Figura 6.53:	Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en TDMPWs	274
Figura 6.54:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con RawFR_F	275
Figura 6.55:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con RawFR_F	276
Figura 6.56:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con XOT	277
Figura 6.57:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con XOT	278
Figura 6.58:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con HDLCPWs	279
Figura 6.59:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con HDLCPWs	280
Figura 6.60:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con TDMPWs	281
Figura 6.61:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con TDMPWs	282
Figura 6.62:	Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en Núcleo-RawFR_F	283

Figura 6.63:	Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en XOT/RTP	284
Figura 6.64:	Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en FRPWs	284
Figura 6.65:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con Núcleo-RawFR_F	285
Figura 6.66:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con Núcleo-RawFR_F	286
Figura 6.67:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con XOT/RTP	287
Figura 6.68:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con XOT/RTP	288
Figura 6.69:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con FRPWs	289
Figura 6.70:	Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con FRPWs	290
Figura 6.71:	Aplicación de los servicios portadores RDSI para acceso a Internet desde un terminal RDSI	295
Figura III.1:	Interfaces de acceso clásicas extremo a extremo en un acceso en modo paquete y trama	305
Figura III.2:	Estructura de canales en la interfaz PHI	307
Figura III.3:	Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo paquete por canal D	308
Figura III.4:	Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo paquete por canal B (casos A y B)	308
Figura III.5:	Formato de trama PHI2 en el nivel de enlace de los canales Bdi de la PHI	309
Figura III.6:	Intercambio entre LE-S/PH de identificadores de flujos de datos y canales	312
Figura III.7:	Establecimiento de canales Bd y de la conexión Bds vinculados a una LE-S	315
Figura III.8:	Establecimiento de llamada sobre canal Bd (modo paquete por canal D en UNI RDSI)	318
Figura III.9:	Establecimiento de llamada sobre canal Bb caso A (modo paquete por canal B caso A en UNI RDSI)	320

Figura III.10: Establecimiento de llamada sobre canal Bb caso B (modo paquete por canal B caso B en UNI RDSI)	321
Figura III.11: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo trama por canal B (casos A y B)	322
Figura III.12: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo trama por canal D	322

Índice de cuadros

Cuadro 2.1:	Servicios portadores RDSI	14
Cuadro 2.2:	Clasificación de los tipos de acceso en modo trama y paquete	18
Cuadro 2.3:	Mensajes de control V5 para des/activación de capa física de accesos BRI RDSI	21
Cuadro 2.4:	Mensajes de control V5 para bloqueo/grado de servicio de accesos RDSI activos	22
Cuadro 3.1:	Patrón de nombrado de interfaces/canales RDSI para IUA y MeGaCo .	53
Cuadro 3.2:	Propiedad MeGaCo para canales B en interfaces PRI con modo NFAS .	54
Cuadro 3.3:	Propiedad MeGaCo para canales B en interfaces PRI con modo NFAS .	55
Cuadro 3.4:	Propiedades MeGaCo para la identificación de los canales RDSI	55
Cuadro 3.5:	Patrón de nombrado extendido para diferenciar los flujos en los canales D RDSI	62
Cuadro 3.6:	Propiedades para terminaciones MeGaCo de canal RDSI B/D	66
Cuadro 4.1:	Mapeado de EIs Q.931 a elementos PSTN XML	81
Cuadro 4.2:	Codificación SDP/SIP de las capacidades de transferencia RDSI	83
Cuadro 4.3:	Mapeado de EIs Q.931 a elementos del mensaje SIP	83
Cuadro 4.4:	Patrón de nombrado NGN para canales B	88
Cuadro 4.5:	Transporte de medios de los servicios portadores RDSI monocanal en la red IP	97
Cuadro 4.6:	Reserva de recursos en la terminación RDSI ante llamada multiusuario . . .	104
Cuadro 4.7:	Servicios portadores RDSI monocanal en modo circuito normalizados . .	108
Cuadro 5.1:	Comparación entre los distintos tipos de TDMPWs para la multiplexión de llamadas RDSI	134
Cuadro 5.2:	Comparación de los formatos de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 propuestos para el soporte y multiplexión de llamadas RDSI	141

Cuadro 5.3:	Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI de un canal B	151
Cuadro 5.4:	Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI multicanal	151
Cuadro 5.5:	Comparación entre los distintos tipos de TDMPWs para la concentración de pasarelas de acceso	166
Cuadro 5.6:	Formato de las estructuras bi-trama de canales en uso para las BRIs . . .	169
Cuadro 6.1:	Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI en modo paquete	205
Cuadro 6.2:	Patrón de nombrado extendido para terminaciones efímeras UNI RDSI . .	206
Cuadro 6.3:	Patrón de nombrado para terminaciones físicas PHI	206
Cuadro 6.4:	Patrón de nombrado para terminaciones efímeras PHI	206
Cuadro 6.5:	Patrón de nombrado para conexiones Bdi PHI	207
Cuadro 6.6:	Formato del campo IID IUA en la MG y MG-PH	207
Cuadro 6.7:	Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI en modo trama	271
Cuadro 6.8:	Patrón de nombrado NGN para terminaciones efímeras de VC en la UNI RDSI	271
Cuadro 6.9:	Patrón de nombrado para terminaciones físicas FHI	272
Cuadro 6.10:	Patrón de nombrado para terminaciones físicas FHI	272
Cuadro III.1:	Elementos de información PHI3 adicionales a Q.931	310
Cuadro III.2:	Correspondencia de identificadores en LE-S y PH para llamadas sobre la PHI	311
Cuadro III.3:	Información a provisionar en LE-S y PH	313

Índice de siglas

3GPP	3rd Generation Partnership Project (Proyecto de asociación de tercera generación)
A-MGW	Access Media GateWay (Pasarela de medios de acceso)
A-VGW	Access Voice GateWay (Pasarela de voz de acceso)
AAL1/2	ATM Adaptation Layer ½ (Capa de adaptación ATM de nivel ½)
AC	Attachment Circuit (Circuito físico/virtual que una un CE con un PE)
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation (Modulación por codificación de pulsos diferencial adaptativa)
AdPHI2	Address PHI2 (Campo de dirección de las tramas PHI2)
AGC-FE	Access Gateway Control Funtional Entity (Entidad funcional de control de la pasarela de acceso)
AGW/RGW	Access/Residential GateWay (Pasarela de acceso/residencial)
ALF	Application Level Framing (Entramado de nivel de aplicación)
AN	Access Network (Red de acceso)
AN-FE	Access Node Funtional Entity (Entidad funcional NGN del nodo de acceso)
ASP	Application Server Process (Proceso de servidor de aplicación)
ATM	Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asíncrona)
AU	Access Unit (Unidad Acceso)
AVP	Audio Video Profile (Perfil audio-video)
BC	Bearer Capability (Capacidad portadora)
BECN	Backward Explicit Congestion Notification (Notificación de congestión explícita hacia atrás)

BICC	Bearer-Independent Call Control (Control de llamada independiente de la portadora)
BRI	Basic Rate Interface (Interfaz de tasa básica)
BW	Band Width (Ancho de banda)
C/R	Command/Response (Bit comando/respuesta)
CA	Call Agent (Agente de llamada)
CAS	Channel Associated Signalling (Señalización por canal asociado)
CBR	Constant Bit Rate (Tasa de bit constante)
CCS	Common Channel Signalling (Señalización por canal común)
Cd/Cg	Called/Calling (Dirección de la parte llamada/llamante en EI Q.931)
Cds	Called subscriber (Dirección, de una UNI de la LE-S, llamada en EI PHI3 adicional)
CE	Customer Edge equipment (Extremo cliente que termina/origina los servicios)
CES	Circuit Emulation Service (Servicio de emulación de circuitos)
CESoPSN	Structure-Aware TDM Circuit Emulation Service over PSN (TDMPWs con encapsulación enganchada a la estructura TDM)
CI	Channel Identification (Elemento de Información Q.931/PHI3 de identificación de canal)
CID	Channel IDentifier (Identificador de canal)
CIR	Committed Information Rate (Tasa de información acordada)
CNG	Comfort Noise Generation (Generación de ruido de confort)
CPS	Common Part Sublayer (Subcapa de la parte común AAL2)
CRC	Cyclic Redundancy Check (Código de redundancia cíclica)
CSRC	Contributing SouRCe identifier (Identificador de fuente tributaria)
CW	Control Word (Palabra de Control o Subcapa específica de L2 de un PW)
D/C	DLCI Control indicator (Indicador de DLCI o de control de Núcleo-LAPF)
DBCES	Dynamic Bandwidth Circuit Emulation Service (Servicio de emulación de circuitos con ancho de banda dinámico)
DCE	Data Circuit-terminating Equipment (Equipo de terminación del circuito de datos)
DE	Discard Eligibility indicator (Indicador de elegibilidad de descarte)
DLCI	Data Link Connection Identifier (Identificador de conexión en el enlace de datos)

DS	Digital Section (Sección digital de acceso)
DSS1	Digital Subscriber System number 1 (Sistema de suscriptor digital número 1)
DTE	Data Terminal Equipment (Equipo terminal de datos)
DXC/DCS	Digital Cross-Connects System (Sistema de conexión cruzada digital)
EA	Extended Address (Bit de extensión del campo de dirección)
ECID	Emulated Circuit Identifier (Identificador del circuito emulado)
ECN	Electronic Communication Network (Redes de comunicación electrónica)
EI	Element Information (Elemento de Información Q.931/PHI3)
ELCP	Emulated Loop Control Protocol (Protocolo para el control del bucle emulado)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (Instituto europeo de normas de telecomunicaciones)
FAS	Facility Associated Signalling (Señalización asociada a la facilidad)
FAS	Frame Alignment Signal (Señal de alineamiento de trama)
FCS	Frame Check Sequence (Secuencia para la comprobación de la trama)
FEC	Forward Error Correction (Control de errores hacia adelante)
FECN	Forward Explicit Congestion Notification (Notificación de congestión explícita hacia adelante)
FH	Frame Handler (Manejador de tramas)
FHI	Frame Handler access point Interface (Interfaz de acceso al manejador de tramas)
FoIP	Fax over Internet Protocol (Retransmisión de fax sobre IP)
FR	Frame Relay (Retransmisión de tramas)
FRDTS	Frame Relay Data Transmission Services (Servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas)
FRPW	Pseudocables para la emulación de circuitos FR
GRE	Generic Routing Encapsulation (Encapsulación de encaminamiento genérico)
HDLC	High-Level Data Link Control (Control de enlace síncrono de datos de alto nivel)
HDLCPW	Pseudocable para la emulación de circuitos HDLC
HLC	High Layer Compatibility (Capacidad de capa alta)
IANA	Internet Assigned Numbers Authority (Agencia de asignación de números de Internet)

ID	IDentifier (Identificador)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos)
IETF	Internet Engineering Task Force (Grupo especial sobre ingeniería de Internet)
IID	Interface IDentifier (Identificador de interfaz IUA)
IFP	Internet Facsimile Protocol (Protocolo de fax por Internet)
IMT	Infraestructura Mundial de la Información (GII, Global Information Infrastructure)
IP-TLP	IP Transport Layer Protocol (Protocolo de capa de transporte IP)
IPCP	Internet Protocol Control Protocol (Protocolo de control IP)
IPI	Initial Protocol Identifier (Identificador de protocolo inicial)
IPPW	Internet Protocol transport Pseudo-Wire (Pseudocable para transporte de datagramas IP)
ISO	International Organization for Standardization (Organización internacional para la estandarización)
ISP	Internet Service Provider (Proveedor de acceso a Internet)
ISUP	ISdn User Part (Parte de usuario RDSI)
IT	Intervalo de tiempo o muestra TDM (Time Interval)
ITU-T	International Telecommunication Union, Telecommunication standardization sector (Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización de las Telecomunicaciones)
IUA	Isdn Q.921-User Adaptation (Capa de adaptación de usuario RDSI Q.921)
L1/L2/L3	Layer 1/2/3 (Nivel de capa de protocolos 1/2/3)
L2TPv3	Layer 2 Tunneling Protocol version3 (Versión 3 del protocolo de tunelado de capa 2)
LAC	L2TP Access Concentrator (Concentrador de acceso L2TPv3 o PE)
LAPB	Link Access Procedure/Protocol Balanced (Procedimiento de acceso al enlace balanceado)
LAPD	Link Access Protocol/Procedure - Channel D (Protocolo de acceso al enlace de canal D)
LAPF	Link Access Procedure for frame relay (Procedimiento de acceso al enlace para FR)
LCCE	L2TP Control Connection Endpoint (Nodo extremo de la conexión de control L2TPv3)
LCP	Link Control Protocol (Protocolo de control de enlace)

LE	Local Exchange (Central local o de acceso)
LE-P	Local Exchange Packet handler (Central local a la que accede el PH)
LE-S	Local Exchange Subscriber (Central local a la que acceden los usuarios RDSI)
LES	Loop Emulation Service (Servicio de emulación de bucles)
LIC	Link Identification Code (Código de identificación del enlace)
LLC	Low Layer Compatibility (Capacidad de capa baja)
LT	Line Termination (Terminación de línea)
MEF	Metro Ethernet Forum (Foro Ethernet Metropolitano)
MeGaCo	Media Gateway Control (Control de pasarelas de medios)
MG	Media Gateway (Pasarela de medios)
MGC	Media Gateway Controller (Controlador de pasarelas de medios)
MGCU	MGC Unit (Unidad MGC)
MGU	MG Unit (Unidad MG)
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions (Extensiones multipropósito de correo de Internet)
MPLS	Multiprotocol Label Switching (Conmutación multi-protocolo mediante etiquetas)
MR	Modem relay (Retransmisión de modem de datos sobre IP)
MRF	Media Resource Function (Función de recursos de medios)
MSForum	Multiservice Forum (Foro multiservicio)
MTU	Maximum Transmission Unit (Unidad de transferencia máxima)
NCP	Network Control Protocol (Protocolo de control de red)
NFAS	Non Facility Associated Signalling (Señalización no asociada a la facilidad)
NGN	Next Generation Network (Red de próxima generación)
NIF	Network/Nodal Interworking Function (Función de interfuncionamiento nodal o de red)
NNI	Network-Network Interface (Interfaz red-red)
NLPID	Network Level Protocol ID (Identificador del protocolo de nivel de red)
NSP	Native Service Processing/processor (Procesador del servicio nativo)
NSS	Narrow-Band Signalling Syntax (Sintaxis de señalización de banda estrecha)
NT1/2	Network Termination $\frac{1}{2}$ (Terminación de red $\frac{1}{2}$)

OAM	Operations, Administration, and Maintenance (Operaciones de administración y mantenimiento)
PATS	Publicly Available Telephone Services (Servicios de telefonía disponibles públicamente)
PBX/PABX	Private Branch Automatic eXchange (Centralita de conmutación telefónica privada)
PCC	Per Call Control protocol (Protocolo de control por llamadas)
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy (Jerarquía digital plesiócrons)
PDU	Protocol Data Unit (Unidad de datos del protocolo)
PDV	Packet Delay Variation (Variación del retraso de los paquetes)
PE	Provider Edge equipment (Extremo del proveedor que proporciona PWE3)
PES	PSTN Emulation Service (Servicio de emulación PSTN, componente NGN)
PH	Packet Handler (Manejador de paquetes)
PHI	Packet Handler access point Interface (Interfaz de acceso al manejador de paquetes)
PHI2/3	PHI layer 2/3 (Protocolo de capa 2/3 de la interfaz PHI)
PLP	Packet Layer Protocol (Protocolo de capa de paquetes X.25)
PNO	Public Network Operator (Operador de red pública)
POTS	Plain Old Telephone Service (Servicio telefónico del plan antiguo)
PPP	Point-to-Point Protocol (Protocolo punto a punto)
PRI/PRA	Primary Rate Interface/Access (Interfaz/Acceso de tasa primaria)
PSN	Packet Switched Network (Red de conmutación de paquetes)
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN. Public Switched Telephone Network)
PT	Payload Type (Tipo de carga útil)
PVC	Permanent Virtual Circuit (Circuito virtual permanente)
PW	Pseudo-Wire (Pseudocable)
PWE3	Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge (Emulación de pseudocables extremo a extremo)
QoS	Quality of Service (Calidad de servicio)
QPTM	Q.921/Q.931 Boundary Primitives Transport (Mensajes IUA para el transporte de las primitivas entre las capas Q.921 y Q.931)
RawFR	Raw Frame Relay (Retransmisión de tramas “en crudo”)
RBd	Reference Bd (Número de referencia de canal Bd)

RDSI	Red Digital de Servicios Integrados (ISDN, Integrated Services Digital Network)
RDTD	Restricted Differential Time Delay (Retardo diferencial restringido)
RFC	Request For Comments (Solicitud de Comentarios)
RPDCP	Red Pública de Datos con Conmutación de Paquetes (PSPDN, Packet Switched Public Data Network)
RPDRT	Red Pública de Datos con Retransmisión de Tramas (FRPDN, Frame Relay Public Data Network)
RPH/RFH	Remote Packet/Frame Handler (Manejador de paquetes y tramas remoto)
RPHI/RFHI	Remote Packet/Frame Handler access point Interface (Interfaz de acceso al manejador de paquetes y tramas remoto)
RTCP	Real Time Control Protocol (Protocolo de control de transporte en tiempo real)
RTP	Real-time Transport Protocol (Protocolo de transporte en tiempo real)
SAPI	Service Access Point Identifier (Identificador del punto de acceso al servicio)
SAToP	Structure-Agnostic TDM over Packet (TDMPWs con transporte independiente de la estructura TDM)
SCN	Switched Circuit Network (Red de conmutación de circuitos)
SCTP	Stream Control Transmission Protocol (Protocolo de transmisión con control de flujo)
SDH	Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía digital síncrona)
SDP	Session Description Protocol (Protocolo de descripción de sesión)
SDT	Structured Data Transport (Transporte basado en la estructura TDM o de datos estructurados)
SDU	Service Data Unit (Unidad de datos del servicio)
SG	Signalling Gateway (Pasarela de señalización)
SGU	SG Unit (Unidad SG)
SID	Silence Insertion Descriptor (Descriptor de inserción de silencios)
SigTran	Signalling Transport (Transporte de señalización)
SIP	Session Initiation Protocol (Protocolo de inicio de sesión)
SIP-I	SIP with encapsulated ISUP (SIP con ISUP encapsulado)
SNAP	Subnetwork Access Protocol (Protocolo de acceso a la subred)
SNMP	Simple Network Management Protocol (Protocolo simple de administración de red)

SPRT	Simple Packet Relay Transport (Protocolo de transporte simple para la retransmisión de paquetes)
SS7	Signalling System number 7 (Sistema de señalización número 7)
SSCS	Service Specific Convergence Sub-layer (Subcapa de convergencia específica del servicio)
SSRC	Synchronization SouRCe identifier (Identificador de fuente de sincronización)
SSE	State Signaling Events (Eventos de señalización de estado)
STE	Signalling TErminal (Terminal de señalización)
StreamID	Stream IDentifier (Identificador de flujo)
SVC	Switched Virtual Circuit (Circuito virtual conmutado)
TA	Terminal Adaptor (Adaptador de terminal)
TDM	Time-division multiplexing (Multiplexión por división de tiempo)
TDMoIP	TDM over IP (TDMPWs con encapsulación basada/indicada por la estructura TDM, AAL1/AAL2; en ITU-T, nombre general asignado a la emulación de circuitos TDM sobre IP)
TDMPW	Pseudocables para la emulación de circuitos digitales TDM sobre PSNs
TE	Terminal Equipment (Equipo terminal o de usuario)
TEI	Terminal Endpoint Identifier (Identificador del equipo terminal)
TGW	Troncal Gateway (Pasarela troncal)
TISPAN	Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (Telecomunicaciones y convergencia a Internet de servicios y protocolos de redes avanzadas)
ToIP	Text over Internet Protocol (Retransmisión de texto sobre IP)
TrE	Transit Exchange (Central de tránsito, troncal o tándem)
TSSI	Time Slot Sequence Integrity (Integridad de la secuencia de intervalos de tiempo)
UA	User Agent (Agentes de usuario o sistemas finales SIP)
UAL	User Adaptation Layer (Capa de adaptación de usuario)
UDI	Unrestricted Digital Information (Información digital sin restricciones)
UDI-TA	Unrestricted Digital Information with tones and Announcements (Información digital sin restricciones con tonos y anuncios)
UDS	Unit Data Service (Integridad en la Unidad de Datos de Servicio)

UNI	User-Network Interface (Interfaz usuario-red)
URI	Uniform Resource Identifier (Identificador de recursos uniforme)
USBS	User Signalling Bearer Service (Servicio portador de señalización de usuario)
UU	User to User (Usuario a usuario)
UUI	User-to-User Indication (Campo AAL2 para indicación de usuario a usuario)
UUS	User to User Service (Servicio suplementario usuario a usuario)
VBD	VoiceBand Data (Datos en banda vocal)
VBD _o IP	VoiceBand Data over Internet Protocol (Datos en banda vocal sobre IP)
VBR	Variable Bit Rate (Tasa de bit variable)
VC	Virtual Circuit (Circuito Virtual)
VCCV	Virtual Circuit Connectivity Verification (Verificación de conectividad del circuito virtual)
VoIP	Voice over Internet Protocol (Voz sobre IP)
XML	eXtensible Markup Language (Lenguaje de marcado extensible)
XOT	X.25 Over Transport control protocol (X.25 sobre TCP)

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1 Introducción

La RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), diseñada para soportar cualquier tipo de servicio de voz o datos sobre una red completamente digital, representó el último paso en la evolución de las RTPCs. Los servicios portadores RDSI pueden adaptarse a diversas aplicaciones mediante la modificación de sus atributos, tales como la tasa de bit o la conservación de la estructura de octetos. Sin embargo, debido a la rigidez de la estructura canalizada de su nivel físico y a su falta de flexibilidad para soportar nuevos servicios de mayor complejidad, la RDSI resultó insuficiente para dar soporte al rápido desarrollo de servicios con alto contenido multimedia, los cuales, por el contrario, fueron rápidamente desarrollados en Internet.

La infraestructura actual de cualquier PNO (Public Network Operator) consta de múltiples redes en paralelo o superpuestas. Cada una de dichas redes implementa un servicio determinado, tal como RDSI, Frame Relay o X.25, situación que resulta costosa económicamente, tanto en su gestión como en su planificación. Dada la gran expansión que han experimentado las redes de paquetes y, en especial, las redes IP, la adecuación de las redes públicas a un único núcleo de red basado en paquetes, sobre el que sean soportados o emulados los distintos servicios, ha llegado a representar una opción cada vez más rentable.

Ante dicha situación, impulsado tanto por cuestiones económicas, como por requisitos normativos, fue creado el proyecto NGN (Next Generation Network), en el que colaboran los principales organismos de estandarización del sector de las telecomunicaciones, tales como [ITU-T; ETSI; IETF]. El proyecto persigue la creación de una única PSN (Packet Switched Network) IP o MPLS que integre cualquier servicio actual o futuro. Si bien ello representa una mejora substancial desde el punto de vista del operador, el propio proyecto advierte que su éxito está sujeto a que la migración se realice de forma transparente para los usuarios, aspecto que se traduce en dos exigencias:

- Los usuarios deben poder conservar sus inversiones en equipos nativos no-IP: en la actualidad existe una enorme cantidad de equipos clásicos desplegados en las redes públicas, los cuales soportan únicamente la interfaz para la que fueron diseñados, y no el protocolo IP. Así, debe ser posible su interconexión con la NGN de forma totalmente transparente.
- La nueva infraestructura debe ser capaz de continuar ofreciendo los mismos servicios disponibles en las redes tradicionales.

Esta compatibilidad hacia atrás también es exigida dentro del ámbito normativo. Dentro de las obligaciones legales resumidas en [SR 002 211], la directiva europea de Servicio Universal [2002/22/EC] establece que, al menos, un operador ECN (Electronic Communication Network) siempre deberá garantizar el acceso a los PATS (Publicly Available Telephone Services) en ubicaciones fijas (RDSI, RTPC, X.25, ...). Sobre ello, [EG 201 973-2] resalta la necesidad urgente de articular las especificaciones necesarias para permitir que los operadores ECN que deseen ofrecer servicios PATS en redes IP satisfagan dichas obligaciones legales. Aplicada a la RDSI, [EG 201 973-2] obliga a que la red del operador permita el acceso de los terminales nativos RDSI.

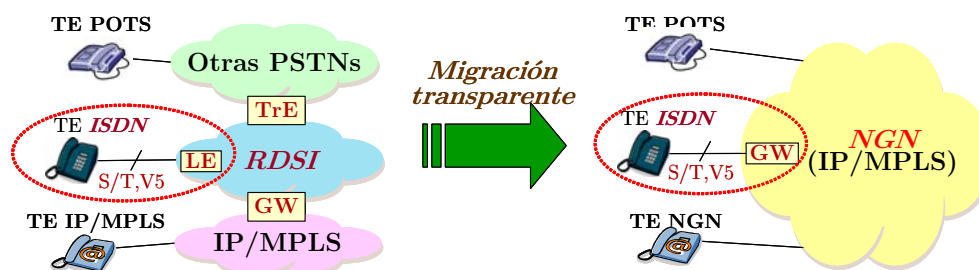


Figura 1.1: Migración de las redes de telefonía y datos a un núcleo común NGN

A partir de este escenario, y del relevante papel que han desempeñado las redes RDSI en el sector de las telecomunicaciones¹, la primera versión de la NGN, tanto ITU-T como ETSI, propone como uno de sus principales objetivos permitir el acceso transparente de los terminales clásicos RDSI [Y.2000 Suplemento 1; Y.2201; TR 180 001 v1.1.1], ofreciendo soporte potencial de todos sus servicios portadores [Y.2262; ES 282 002].

1.2 Motivación y entorno de la Tesis Doctoral

Para lograr esa interconexión transparente de los equipos RDSI de usuario, las especificaciones NGN, tanto ITU-T como ETSI, proponen el uso de una pasarela de acceso (ubicada en la red del operador) o residencial (ubicada en la infraestructura del cliente) dotada de la interfaz clásica RDSI (S/T o V5) y de la interfaz IP. Dicha pasarela puede ser implementada de forma tanto monolítica (pasarela de voz) como distribuida en una pasarela de medios y un MGC encargado tanto de su control vía MeGaCo como de terminar la señalización de llamada.

¹ A día de hoy, aun son utilizados gran cantidad de terminales RDSI en muchos países, tales como Alemania o China.

Sobre esta arquitectura, ITU-T y ETSI detallan la emulación de los servicios portadores en modo circuito monocanal RDSI, proponiendo cursar los flujos de usuario y señalización RDSI sobre la NGN mediante diversos protocolos de transporte y aplicación [Y.2262]. Sin embargo, sólo realizan breves consideraciones sobre los servicios portadores en modo circuito multicanal [Y.2262], y en los modos paquete y trama sobre canal D [TS 183 002 v3.3.1], dejando su análisis pendiente para estudios futuros.

Consecuentemente, para satisfacer el objetivo de soporte potencial de los diversos servicios portadores RDSI (serie ITU-T I.230), demandado por las especificaciones NGN, será necesario definir la arquitectura y protocolos necesarios para emular esos servicios portadores no cubiertos en dichas especificaciones.

1.2.1 Proyecto FONOPAC

Dada su especial relevancia para el desarrollo de esta Tesis, debo destacar mi colaboración en el desarrollo del equipo comercial Litespan LS1540 (equipo Alcatel 1540 Litespan Multiservice Access Gateway, comercializado por la empresa en los distintos países en que opera), dentro del proyecto [FONOPAC] (Prototipo de Servidor de Acceso con Soporte para RDSI), el cual constituyó el punto de origen de la presente Tesis Doctoral.

En concreto, mi colaboración se centró en el desarrollo de una pasarela de acceso (distribuida), integrada dentro del equipo Litespan LS1540, capaz de permitir el acceso de los abonados RDSI a una red de transporte IP. Para ello, la pasarela terminaba los protocolos de enlace y control del plano físico RDSI, realizando el intercambio de la señalización de llamadas del usuario desde y hacia el servidor de llamadas (MGC) ubicado en una red IP basada en conmutación de paquetes. De los distintos servicios portadores RDSI, sólo se dio soporte a los servicios en modo circuito monocanal sin restricciones [I.231.1] y conversación [I.231.2].

1.3 Objetivos de la Tesis Doctoral

Esta Tesis, respetando la infraestructura NGN para la interconexión transparente de los equipos RDSI de usuario, pretende satisfacer las carencias encontradas en las especificaciones NGN para lograr el soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI.

En los capítulos que componen el estado del Arte se realizará un análisis constructivo, completando algunos detalles, de los documentos publicados por los diferentes organismos de estandarización VoIP y NGN orientados a definir esa emulación de los servicios portadores RDSI. De dicho análisis se concluirá que la normalización actual es suficiente para emular los servicios portadores en modo circuito monocanal, pero requiere ser ampliada para abarcar los servicios multicanal, y los servicios en los modos paquete y trama. Éste será el propósito de los dos capítulos que comprenden las contribuciones de esta Tesis los cuales, de forma más precisa, definirán:

- a) Soporte de los servicios portadores en modo circuito multicanal, para llamadas entre un terminal RDSI y otro terminal RDSI o NGN: se propondrán los protocolos que deberían ser empleados para transportar sus medios sobre la red IP, entre los que cabe destacar el uso de pseudocables (PWs) [RFC 3916; RFC 3985]. Asimismo, se describirá la arquitectura MeGaCo requerida en caso de emplear pasarelas distribuidas, tanto en su interfaz RDSI como IP. Por último, el capítulo abordará la posibilidad de usar los pseudocables para lograr una emulación más eficiente mediante la concentración de varias pasarelas de acceso.
- b) Soporte de los servicios portadores en modo paquete y trama, para llamadas entre un terminal RDSI y otro terminal RDSI o de datos ubicado en la RPDCP/RPDRT (Red Pública de Datos con Conmutación de Paquetes/Retransmisión de Tramas): en primer lugar, se propondrá una arquitectura física y funcional distribuida para el NGN-PH/FH (Packet/Frame Handler) que, respetando las interfaces de acceso normalizadas PHI/FHI [ETS 300 099; ETS 300 458], permita conservar los equipos PH/FH de las redes clásicas RPDCP/RPDRT, a extinguir. Sobre ello, nuevamente se propondrán los protocolos que podrían ser empleados para transportar los medios sobre la red IP, así como la arquitectura MeGaCo requerida en caso de emplear pasarelas distribuidas (tanto en su interfaz RDSI o PHI/FHI como IP).

Para la realización de dicho estudio se aplicarán las siguientes acotaciones:

- El análisis se centrará en la pasarela a la que acceden los usuarios. El resto de equipos de la arquitectura funcional NGN quedarán fuera del ámbito de esta Tesis.
- Para el acceso de los usuarios, sólo se contemplarán las pasarelas de acceso, omitiendo las residenciales dado que su nivel de normalización es menor y resultan menos transparentes para el usuario. Para la interconexión con la RPDCP/RPDRT, se empleará una pasarela troncal. Para ambos tipos de pasarelas (acceso y troncal), el estudio se centrará en las pasarelas distribuidas, aunque las conclusiones resultarán directamente trasladables a las monolíticas.
- De cara a los equipos RDSI de usuario, sólo se abordará la emulación NGN de los servicios portadores RDSI, no su simulación.
- Sólo se considerarán los servicios portadores RDSI normalizados por las Recomendaciones ITU-T I.23x, no todos los posibles servicios portadores que podrían establecerse mediante los distintos valores posibles de los campos de los EIs Q.931 BC/LLC [Q.931]. Asimismo, nos centraremos en el funcionamiento de las capas inferiores de la red que dan soporte al transporte, por lo que tampoco se contemplarán los servicios suplementarios ni teleservicios² RDSI.

² [Y.2011] señala que en un mercado abierto a la competencia y no sujeto a reglamentación no siempre es posible controlar la instalación doméstica de los usuarios, concluyendo que en un entorno NGN deberá tenerse en cuenta el funcionamiento de la red en el nivel de servicio portador, no contemplando los teleservicios.

- Sólo se considerarán equipos RDSI de usuario que acceden a la NGN mediante pasarelas de usuario, no desde redes clásicas TDM que accedan a la NGN mediante una interfaz NNI.
- Sólo se contemplarán llamadas entre terminales del mismo operador, y se asumirá que la red de transporte NGN se sustenta en el protocolo IP.

1.4 Organización de la memoria

La memoria de la Tesis se ha estructurado del modo recogido en los siguientes párrafos.

En el Capítulo 2 se ofrece un breve resumen de las principales características de las interfaces de usuario RDSI y de la telefonía sobre redes IP (VoIP), que representan las tecnologías de partida para las aportaciones de esta Tesis.

El Capítulo 3 analiza la arquitectura propuesta, dentro del modelo VoIP, para las pasarelas de acceso que terminan las interfaces RDSI y realizan su adaptación a una red de paquetes IP.

Sobre dicha base, el Capítulo 4 evaluará las aportaciones realizadas por las especificaciones NGN para la emulación de los servicios portadores RDSI, comprobando que define adecuadamente el soporte de los servicios en modo circuito monocanal. Asimismo, se identificarán las carencias que presentan dichas especificaciones para soportar los servicios portadores multicanal así como en los modos paquete y trama.

El Capítulo 5 intentará dar soporte a la emulación de los servicios portadores en modo circuito multicanal, definiendo tanto los protocolos a emplear en la red IP como la arquitectura MeGaCo ante pasarelas distribuidas. Asimismo, el capítulo abordará la posibilidad de lograr una emulación más eficiente de los servicios portadores RDSI mediante la concentración de varias pasarelas de acceso.

Finalmente, el Capítulo 6 completará el estudio realizando el estudio equivalente para el soporte de los servicios portadores en modo paquete y trama, aplicados en llamadas tanto entre terminales RDSI como entre un terminales RDSI y un terminal de datos ubicado en la RPDCP/RPDRT del operador.

El Capítulo 7 resumirá las principales conclusiones alcanzadas en esta Tesis Doctoral, apuntando Asimismo una serie de posibles líneas de investigación futuras.

Para facilitar la comprensión de las propuestas realizadas en el Capítulo 6, se incluye un Apéndice que esquematiza las arquitecturas de protocolos y flujos de mensajes empleados para las interfaces normalizadas PHI/FHI [ETS 300 099; ETS 300 458] en el escenario clásico de acceso a los modos paquete y trama.

Parte I

Estado del arte

Capítulo 2

Generalidades

La expansión que han experimentado las redes IP ha conducido a un continuo intento, por parte de los operadores, de reducir los costes de mantenimiento mediante la sustitución de sus diferentes redes públicas, por un único núcleo de red basado en tráfico de paquetes IP, sobre el que sean soportados los distintos servicios. El Apartado 2.1 de este capítulo resume las principales características de la RDSI, que resultan especialmente relevantes para permitir la continuidad del uso de sus terminales clásicos, tras la migración de su núcleo a una red IP.

La tecnología VoIP permite el transporte de los distintos tipos de medios sobre redes IP, respetando sus requisitos de tiempo real, resultando por ello idónea en ese proceso de migración a un único núcleo de red IP. Así pues, el Apartado 2.2 recogerá las líneas esenciales de funcionamiento de esta tecnología sobre la que habrán de soportarse los servicios clásicos RDSI.

2.1 Red Digital de Servicios Integrados de banda estrecha

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [ITU-T] define una Red Digital de Servicios Integrados de banda estrecha (RDSI-BE, o simplemente RDSI) como una SCN (Switched Circuit Network), en general evolucionada de una Red Digital Integrada, que proporciona conectividad extremo a extremo para soportar un amplio rango de servicios, incluyendo servicios de voz y de datos, cuyos usuarios tienen acceso a la central local o de acceso LE, por un conjunto limitado de interfaces usuario-red multipropósito normalizadas [I.120].

La serie de Recomendaciones ITU-T I.400 define las características de las interfaces usuario-red de la RDSI, incluyendo canales D/B/H, interfaces básicas BRI/BRA (con proceso de des/activación

de capa física¹) y primarias PRI/PRA (siempre activas), dispositivos funcionales y puntos de referencia², dejando libertad en la tecnología de la red digital del operador. En las redes públicas de servicios digitales, el transporte de la señalización se realiza mediante el protocolo ISUP [Q.761; Q.762; Q.763; Q.764], perteneciente a la arquitectura de protocolos SS7 [Q.700]³ y basado en CCS (Common Channel Signalling) NFAS⁴.

Por su naturaleza SCN, en la RDSI conviven la señalización de acceso o UNI (conformada por la señalización RDSI de nivel de red DSS1 [Q.931]⁵ e intercambiada entre el equipo del usuario y la central local LE) y la señalización troncal, de red o NNI (ISUP en redes públicas, intercambiada entre centrales de tránsito, troncales o tándem, TrE). La correspondencia entre los mensajes DSS1 Q.931 y SS7 ISUP es descrita en [Q.699].

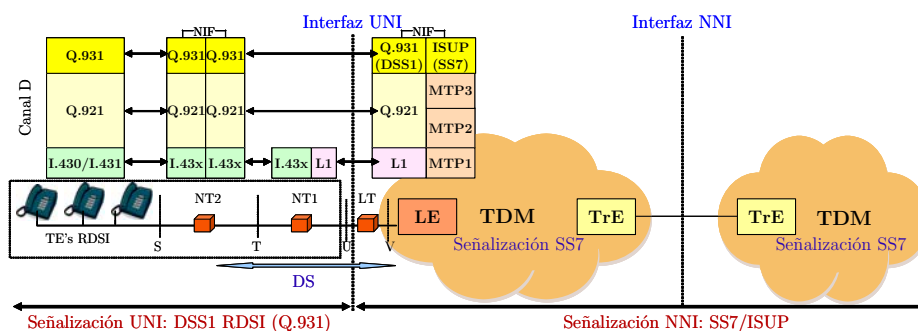


Figura 2.1: Interfaz usuario-red RDSI

¹ La des/activación de los accesos BRIs (modo de bajo consumo de potencia) se aplica a toda la sección digital de acceso (DS), mediante un conjunto de señales físicas aplicadas en T (señales INFO entre TE-NT1 [I.430]/6.2.2), U (elementos de señal SIG entre NT1-LT [G.961]/I.10.1) y V1 (elementos de función FE entre LT-LE [G.960]/5.4.3), relacionadas conforme resume [G.961]/Figura I.2. Si bien la activación puede ser solicitada por TE y LE, la desactivación sólo puede producirse a petición de la LE.

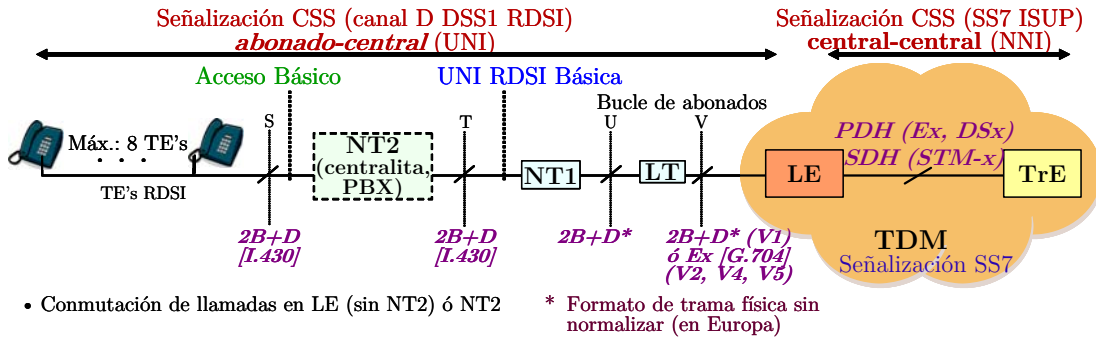
² El formato de trama física en las interfaces S/T es definido por la ITU-T para BRIs [I.430] y PRIs [I.431]. Respecto a la interfaz U (sistema de transmisión digital, perteneciente al bucle de abonado), la ITU-T sólo define las funciones que debe soportar, tanto en BRIs [G.961] (e.g., soporte de canalización 2B+D) como en PRIs [G.962; G.963] (e.g., soporte de canalización 30B+D o 23B+D), dejando sujeto a implementación el formato de su trama física (por ejemplo, la propuesta por [TR-NWT-000397] para BRIs). El Apartado 2.1.3 resume el formato de tramas físicas en las distintas interfaces V.

³ En las redes privadas de servicios digitales, la señalización con las centralitas (PBX, Private Branch eXchange) se realiza mediante el protocolo de señalización entre puntos de referencia Q (QSIG [11572 - ECMA143]), de tipo FAS (*Facility Associated Signalling*).

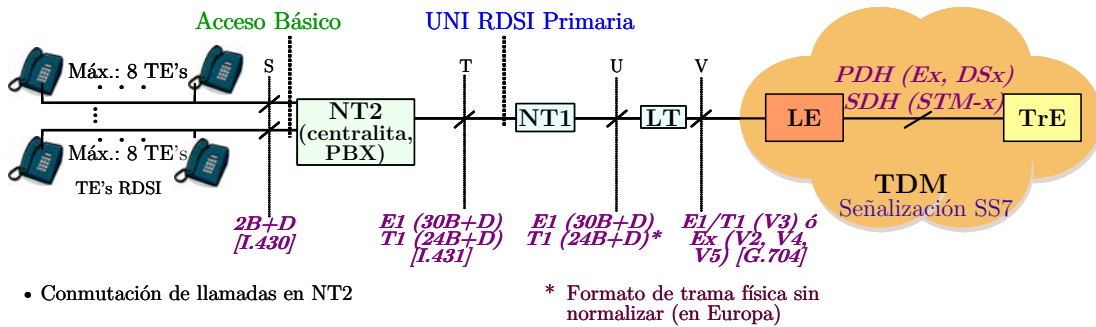
⁴ NFAS (*Non Facility Associated Signalling*) corresponde al modo de funcionamiento en el que varias PRIs (o circuitos T1) pueden ser controladas por un único canal de señalización o canal D (en estos PRIs, el EI Q.931 "Identificación de canal" contiene el identificador binario de la interfaz PRI, provisionado por la LE en el momento de la suscripción de la misma, en que se encuentra el canal B sobre el que aplicar el mensaje Q.931 que contiene este EI, salvo que esté en la misma interfaz que el canal D). Para los PRIs "23B+D" resulta habitual la configuración NFAS con canal D de backup, en la que dos PRIs distintas presentan canal D, usándose uno ante fallos del otro; en los PRIs "30B+D", el mismo equipo suele procesar todos los canales, por lo que no resulta eficiente el uso de NFAS con canal de backup.

⁵ Para hacer referencia a la señalización RDSI entre el usuario y la red, se usarán, indistintamente, los calificativos de señalización RDSI de usuario, UNI RDSI o BRI/PRI, DSS1 y DSS1 Q.931.

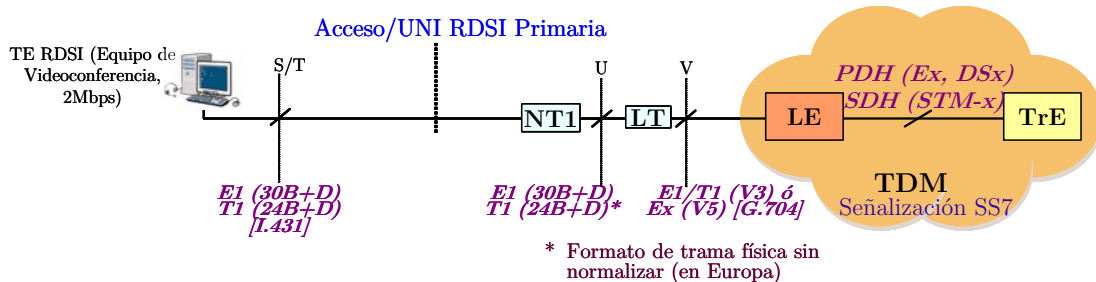
Si bien la señalización UNI Q.931 de los canales D (señalización CCS entre abonado-central) es terminada en la central local LE, el contenido de los canales B debe ser transportado de extremo a extremo. No obstante, tanto los canales B como D son definidos exclusivamente en las interfaces RDSI, careciendo de existencia tal cual tras la LE (en la red de transporte TDM⁶).



Acceso básico (en bus o estrella) con UNI básica (BRI), sin/con centralita



Acceso básico (en bus o estrella) con UNI primaria (PRI), con centralita



Acceso primario (punto a punto) con UNI primaria (PRI)

Figura 2.2: Configuraciones de acceso RDSI a la red de transporte TDM

⁶ En todo el texto, se emplea el término TDM (multiplexión por división en el tiempo) como flujo de bits síncrono perteneciente a las jerarquías PDH/SDH [G.702; G.707/Y.1322].

2.1.1 Servicios RDSI

Los servicios RDSI que debe soportar la red del operador (la interfaz RDSI solamente define cómo solicitarlos), definidos en la serie ITU-T I.200, son clasificados en [I.210], atendiendo a su alcance y a la fuente del servicio, en portadores, teleservicios y suplementarios⁷. Los servicios portadores, accesibles en los puntos de referencia T o S, permiten al usuario enviar información de un dispositivo a otro a través de la red, involucrando las capas 1 a 3 del modelo OSI, siendo clasificados en términos de atributos [I.140] y definidos en las Recomendaciones ITU-T con base en [I.230].

Según define [I.140], la estructura de servicio RDTD (integridad a 8 kHz con retardo diferencial restringido o diferencia de retardo máxima entre canales del agregado) implica que si se transmiten dos muestras b_i , b_k al mismo tiempo (por dos canales distintos cualesquiera del agregado, B1 y B2), éstas deberán llegar al destino separadas no más de 50 ms. Paralelamente, la estructura de servicio TSSI (integridad de la secuencia de intervalos de tiempo u orden de las muestras entre dos canales cualesquiera del agregado)⁸ conlleva que la información debe ser entregada al destino en el mismo orden en que fue enviada, esto es, si se transmite una muestra b_i y, más tarde, una segunda muestra b_k (por dos canales distintos cualesquiera del agregado, B1 y B2), b_i siempre llegará antes⁹.

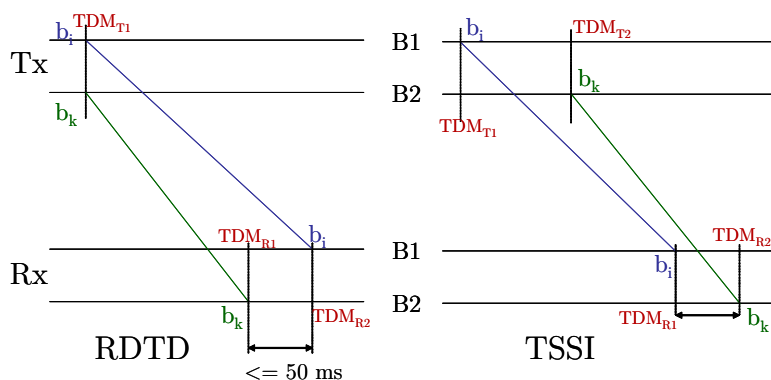


Figura 2.3: Estructuras de transferencia RDTD y TSSI

⁷ Se denomina “servicios básicos” al conjunto formado por los servicios portadores y teleservicios (incluyen las funciones del equipo terminal), en distinción con los servicios suplementarios (modifican o complementan un servicio básico). Aquellos servicios portadores y teleservicios que deben ser ofrecidos necesariamente se denominan “servicios esenciales”, resumiéndose en [I.230; I.240]/Cuadro 1 qué servicios se consideran esenciales y cuales no (servicios adicionales).

⁸ Debe advertirse que ambas estructuras TSSI y RDTD se definen de UNI RDSI a UNI RDSI.

⁹ Desde el punto de vista del nivel de enlace, el comportamiento esperado de un servicio portador multicanal Nx64 (en modo circuito, paquete o trama) es que actúe como un servicio portador monocanal con tasa Nx64 kb/s, motivo por el que se le exige la estructura TSSI. El servicio 2x64 es un caso excepcional, dado que contempla el transporte de dos flujos de 64 kb/s independientes en paralelo (por ejemplo, dos canales de voz en estéreo), motivo por el que se le exige también la estructura RDTD.

Modo	Valores de los atributos del Servicio Portador	Canal	
		Señal. RDSI	Inform.
Circuito	64 kb/s, sin restricciones ¹⁰ , 8 kHz (Genérico) [I.231.1]	D	B
	64 kb/s, conversación, 8 kHz [I.231.2]		
	64 kb/s, audio 3.1 kHz (G.711), 8 kHz [I.231.3]		
	64 kb/s, mixto (sin restricciones, conversación), 8 kHz [I.231.4]		
	2x64 kb/s, sin restricciones, 8 kHz + RDTD (+ TSSI) [I.231.5]		
	384 kb/s, sin restricciones, 8 kHz + TSSI [I.231.6]	D(64)	H ₀
	1536 kb/s, sin restricciones, 8 kHz + TSSI [I.231.7]	D(64)	H ₁₁
	1920 kb/s, sin restricciones, 8 kHz + TSSI [I.231.8]	D(64)	H ₁₂
	64 kb/s, multiuso (UDI-TA ¹¹ , convers., audio 3.1), 8 kHz [I.231.9]	D	B
	Multivelocidad (n x 64 kb/s) ¹² , sin rest., 8 kHz + TSSI [I.231.10]	D	n x B

¹⁰ Los canales B sobre los que se transporta información bajo la capacidad de transferencia de información “Información digital sin restricciones” (UDI) suelen denominarse canales “clear” RDSI de 64 kb/s (transportan la información de forma transparente, sin modificación de la secuencia de bits, por lo que pueden transportar cualquier información o protocolo), denotándose como modo transparente o “clearmode” al funcionamiento de la red para estos canales. Por su parte, la capacidad de transferencia de información UDI-TA (información digital sin restricciones, con tonos y anuncios) [Q.931] ofrece las mismas capacidades que UDI, permitiendo además tonos y anuncios codificados según [G.711].

¹¹ La capacidad UDI-TA [Q.931], únicamente soportada por el servicio portador multiuso [I.231.9], era anteriormente denominada “audio a 7 kHz” [Q.931 (1988)] al estar orientada al soporte de telefonía/audio a 7 kHz (bajo el esquema [G.725], usa los codecs [G.711] y [G.722] en varios modos de funcionamiento, usando tramas [H.221] para cambiar de modo y crear subcanales). UDI-TA solicita a la red un transporte UDI durante la fase de información de llamada (necesario para transportar las tramas H.221), permitiendo que la red envíe al usuario tonos/anuncios (TA) dentro de banda, siempre en G.711, durante las fases de establecimiento/liberación de la llamada (lo que exige que el TE que solicite esta capacidad soporte el codec G.711). En concreto, la generación de los tonos/anuncios será realizada por la LE local (aquella a la que accede el usuario y termina su señalización Q.931), por lo que no afecta a las otras LEs (éstas sólo requerirán soportar el transporte UDI).

¹² El servicio portador multitasa o multivelocidad [I.231.10] permite al terminal solicitar cualquier número de canales B hasta completar la interfaz (velocidad múltiplo entero de 64 kb/s); pero al igual que en los otros servicios multicanal, el número de canales B (posiblemente no consecutivos), una vez decidido en la fase de establecimiento, será mantenido a lo largo de toda la llamada. Dicho servicio debe interfuncionar con los otros servicios portadores conformados por agregados de canales: 2x64 kb/s sin restricciones [I.231.5] (servicio multitasa 128 kb/s, n = 2), 384 kb/s sin restricciones [I.231.6] (servicio multitasa 384 kb/s, n = 6), 1536 kb/s sin restricciones [I.231.7] (servicio multitasa 1536 kb/s, n = 24) y 1920 kb/s sin restricciones [I.231.8] (servicio multitasa 1920 kb/s, n = 30). Para 2x64, el interfuncionamiento sólo se permite en el sentido del servicio portador multivelocidad al servicio 2x64 debido a los requisitos de la estructura RDTD.

Modo	Valores de los atributos del Servicio Portador	Canal	
		Señal. RDSI	Inform.
Paquete	Llamada virtual: sin restricciones, UDS ¹³ [I.232.1]	D	D, B
	Sin conexión (en estudio): sin restricciones, UDS [I.232.2]		
	Señalización de usuario (USBS) ¹⁴ : sin restricciones, UDS [I.232.3]	D	D (sobre Q.931)
Trama	Retransmisión (Frame Relay): sin restricciones, UDS [I.233.1]	D	D, B, H
	Conmutación (no implementado): sin restricciones, UDS [I.233.2]		

Cuadro 2.1: Servicios portadores RDSI¹⁵

Para los servicios portadores en modo circuito [I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9], que utilizan capacidades de transferencia de información asociadas con conversación telefónica, [Q.931; Q.932 (I.452)] establecen que la información de usuario sólo será transportada extremo a extremo durante la fase de transferencia de la llamada. Durante las fases de establecimiento/liberación de la llamada de dichos servicios, la LE local de cada terminal podrá¹⁶ enviar al usuario tonos/anuncios dentro de banda, siempre codificados en G.711 (codec soportado por los terminales de dichos servicios), independientemente del codec usado en la comunicación entre los usuarios. Para indicar al terminal que debe acudir al canal B para obtener dichos tonos/anuncios, la red le enviará un mensaje Q.931¹⁷ con el EI “Progress Indicator” con descripción de progreso N.º 8 (información disponible dentro de banda) y el EI CI con el canal

¹³ La estructura UDS (Integridad en la Unidad de Datos de Servicio) garantiza que cada unidad de transmisión (paquete o trama) completa sea entregada al destino en la misma forma en que fue enviada a la red por el origen, sin fragmentaciones u otras alteraciones.

¹⁴ El servicio portador USBS (modo paquete) permite a un terminal RDSI intercambiar información con el otro usuario extremo, únicamente en la fase de la llamada de transferencia de información, insertándola en EIs “User to User” dentro del mensajes Q.931 INFORMACIÓN DE USUARIO por canal D SAPI 0 de la UNI RDSI, siendo transportada transparentemente por la red del operador (clásicamente, mediante el parámetro “información de usuario a usuario” de los mensajes ISUP USR). No debe confundirse con el servicio suplementario de señalización de usuario a usuario UUS [I.257.1; Q.957.1], que si bien también transporta información de usuario extremo a extremo transparentemente por la red sobre EIs “User to User”, estos pueden ser insertados en diferentes mensajes Q.931 y durante cualquier fase de una llamada en modo circuito (esto es, en paralelo con una llamada, e.g., de voz, aprovecha la capacidad de señalización sobrante para transferir datos al otro usuario).

¹⁵ En la columna “Señalización RDSI” se ha denotado con “D” la posibilidad de transportar la señalización RDSI sobre canal D tanto de acceso básico (16 kb/s) como de acceso primario (64 kb/s).

¹⁶ Opcionalmente, dado que estos tonos/anuncios podrían generarse en el terminal mediante señalización [Q.931]/5.

¹⁷ De tipo SETUP, CALL PROCEEDING, CONNECT, SETUP ACKNOWLEDGE, PROGRESS o ALERTING (en el establecimiento) o DISCONNECT (en la liberación) [Q.931]/5.4.

B asignado a la llamada¹⁸, momento a partir del cual la red puede asumir que el usuario se ha conectado a dicho canal y enviarle por él los tonos/anuncios.

2.1.2 Modos de funcionamiento y arquitectura de protocolos RDSI

La interfaz RDSI permite el acceso a servicios de circuitos, paquetes y tramas, siendo enviado el servicio concreto demandado por el cliente en el Elemento de Información (EI) “Capacidad Portadora”, contenido en el mensaje Q.931 SETUP, transportado sobre el protocolo de acceso al enlace LAPD [Q.921 (I.441)], de tipo HDLC [13239] “BA 1,2,4,7,8,10”. La arquitectura de protocolos aplicada para el transporte de la información asociada al servicio portador queda determinada por el modo de funcionamiento empleado¹⁹ (Figuras 2.4, 2.5 y 2.6).

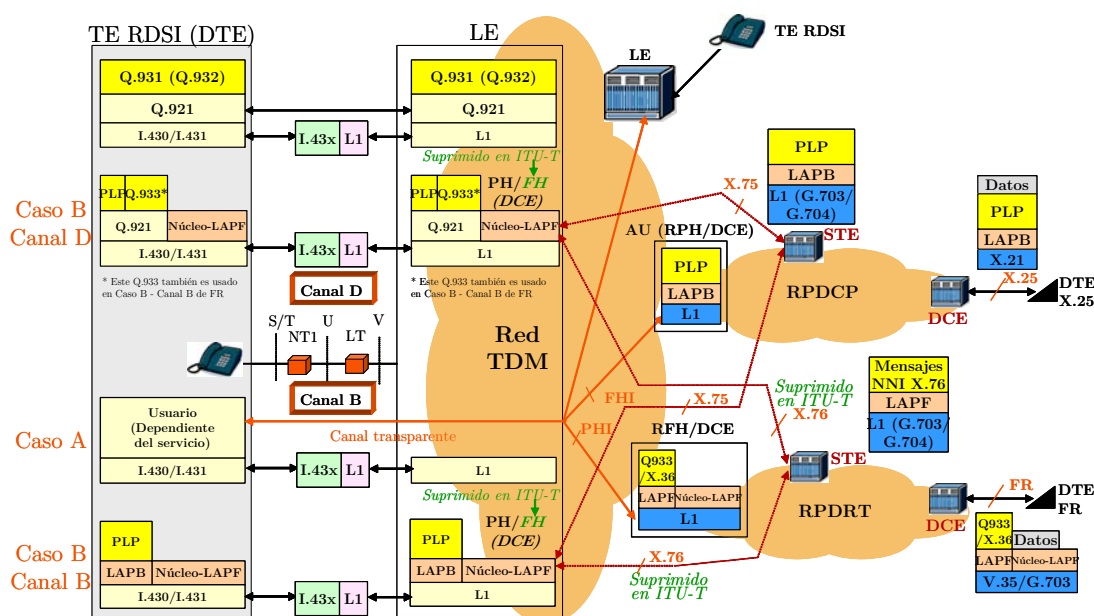


Figura 2.4: Esquema de red de los modos de funcionamiento RDSI

Para un canal con acceso en modo circuito, el terminal RDSI implicado posee acceso exclusivo al canal, siendo inherentes las siguientes características:

- El orden de las muestras dentro de un mismo canal está garantizado por definición de circuito (ya sea real o virtual). Para los servicios agregados (constituidos por dos o mas canales B), en general, todos los canales siguen la misma ruta (si cambia el orden de llegada, se deberá a reordenaciones en los conmutadores).

¹⁸ El canal B estará asociado a la llamada en modo circuito, por lo que se usará este mismo canal en todas las fases de la llamada.

¹⁹ La red Frame Relay (RPDRT) representa una red de datos que suministra el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas (FRDTS), capaz de ofrecer transferencia bidireccional de tramas de una interfaz DTE/DCE a otra interfaz DTE/DCE.

- En cada canal, las muestras se enviarán separadas un tiempo determinado por el régimen binario. En el extremo opuesto, llegarán separadas un tiempo, condicionado también por el régimen binario así como por el “retraso de transmisión del circuito”, que será igual para todas las muestras del mismo canal.

Los modos de funcionamiento paquete y trama suelen emplearse cuando se requiere la comunicación entre un usuario RDSI y un usuario ubicado en una red de paquetes o de tramas, respectivamente. La Recomendación [I.324] esquematiza el interfuncionamiento de la RDSI con redes X.25 y Frame Relay, el cual es definido en las Recomendaciones de la serie ITU-T I.500:

- Modo paquete: marco de interfuncionamiento recogido en las Recomendaciones ITU-T [X.325/I.550; X.25; X.31/I.462; X.35; X.75]²⁰. Los procedimientos para el soporte del modo paquete son analizados en detalle por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones [ETSI] en [ETS 300 007].
- Modo trama: marco de interfuncionamiento recogido en las Recomendaciones ITU-T [I.122; X.328; I.555/X.325; Q.922 (LAPF); Q.933 (03); X.36; X.76]²¹. La conmutación de tramas no ha sido implementada, resultando de interés únicamente la retransmisión de tramas o FR (Frame Relay), la cual emplea el protocolo [Q.922 (LAPF)] (núcleo y control)²² para transportar la señalización Q.933/X.36²³, y las funciones centrales de LAPF o Núcleo-LAPF (presentado por [Q.922 (LAPF)]/A y detallado en [X.36]) para transportar los datos.

²⁰ [X.25] describe la interfaz usuario red entre un DTE (equipo terminal de datos) y un DCE (equipo de terminación de circuito de datos). [X.75] fue originalmente escrita para definir la interfaz entre dos redes de conmutación de paquetes conectadas directamente por un enlace internacional, denominándose STE (terminal de señalización) a los nodos extremos del enlace, aunque ha tenido un papel más general, usándose para interconectar diversos tipos de redes de paquetes, entre ellos una red X.25 con otra RDSI.

²¹ [X.76] describe la interfaz entre dos redes que ofrecen el servicio de transmisión de datos con retransmisión de trama FR, siendo útil para interconectar la RDSI con otra red con servicio FR. La última versión de esta Recomendación suprimió el acceso mediante los casos B del modo trama para ser conforme a [Q.933 (03)].

²² Las tramas LAPF (protocolo HDLC [13239] “BA 1,2,4,7,10”, con similar formato a LAPD, salvo en su campo de dirección) y Núcleo-LAPF (LAPF sin campo de control, para soporte del servicio portador retransmisión de tramas) son definidas por [Q.922 (LAPF)] de modo que puedan ser usadas en el canal D (bajo el formato de campo de dirección de dos octetos) concurrentemente con LAPD [Q.921 (I.441)]. Incluso, [Q.921 (I.441)] menciona el posible soporte opcional de LAPB en el canal D, concurrentemente con LAPD.

²³ Tanto para el caso A (acceso transparente al RFH) como para ambos casos B (acceso no transparente a FH por canal D o B), la Recomendación [Q.933 (95)] definía el uso de la señalización Q.931 en canal D (establecimiento de canal portador, sólo usada en caso A) y de la señalización Q.933 (establecimiento de SVCs -Switched Virtual Circuit- en modo trama, y del canal de acceso para los casos B), sin referenciar a [X.36 (1995)] (dado que ésta sólo contemplaba los PVCs -Permanent Virtual Circuit-). Su versión posterior [Q.933 (03)] sólo contempla el caso A, definiendo el uso de Q.931 y referenciando a [X.36], la cual define los mensajes de señalización para el establecimiento de los SVCs en modo trama en caso A. La señalización de red Q.933(1995)/X.36(2003) corresponde a un subconjunto de los mensajes Q.931 (motivo por el que ambas son transportadas con igual SAPI LAPD 0 y discriminador de protocolo L3 “00001000”) con algunos EIs adicionales para el establecimiento de los SVCs en modo trama (tales como el EI DLCI o el EI “Parámetros de protocolo de capa de enlace”). X.36 también indica las tramas Q.922, igualmente definidas en Q.921, que deben soportarse para transportar los mensajes X.36 en el circuito portador.

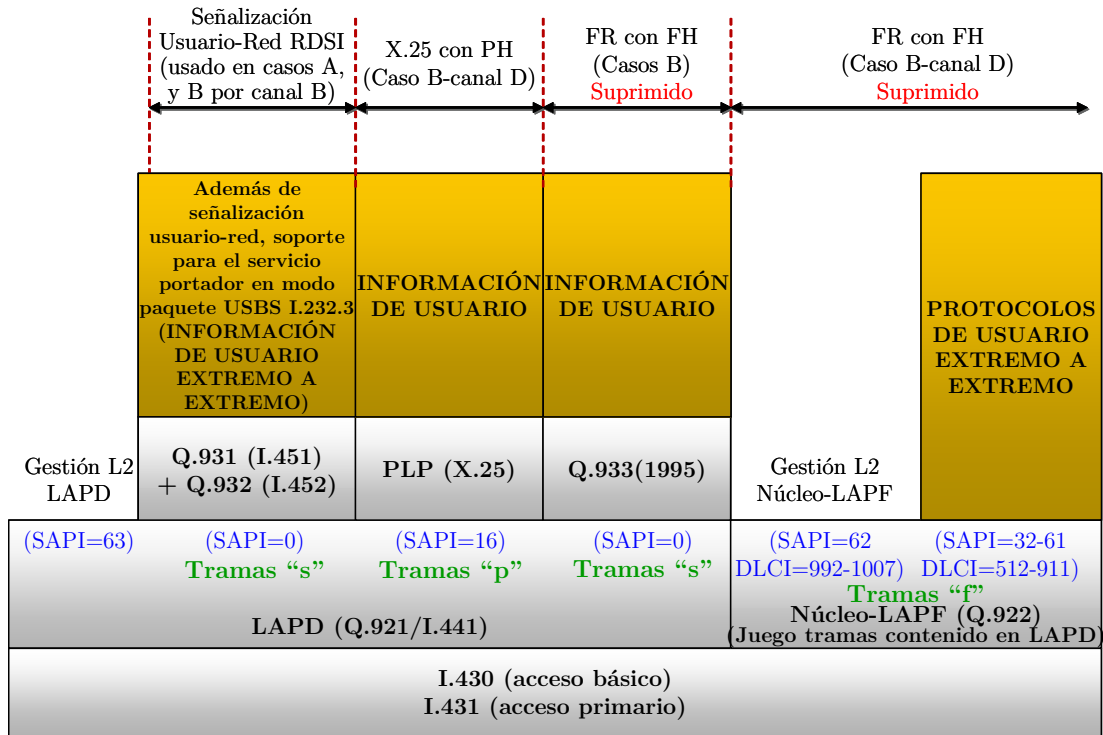


Figura 2.5: Arquitectura de protocolos en canal D RDSI

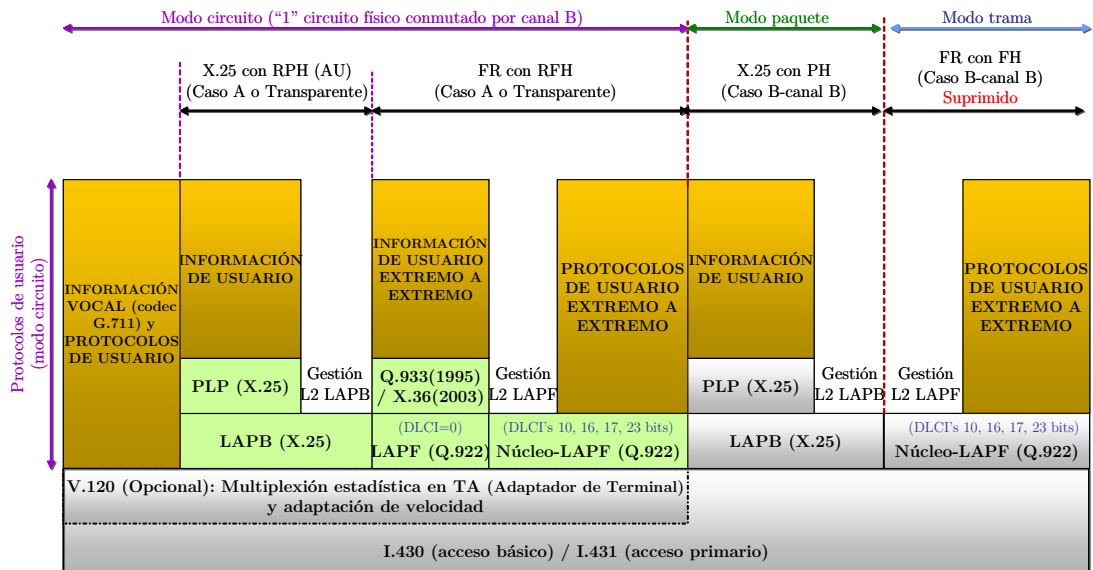


Figura 2.6: Arquitectura de protocolos en canal B RDSI

Cuando un usuario RDSI intenta acceder a una red de paquetes X.25 o de tramas Frame Relay, es necesaria la participación de un manejador de paquetes (PH, Packet Handler) o tramas (FH, Frame Handler) encargado de separar señalización y datos, interpretar la señalización de red (PLP [X.25] o Q.933/X.36) y encaminar adecuadamente los paquetes o tramas de información²⁴. La ubicación

²⁴ Se establecerá un circuito de acceso conmutado (portador o canal B) entre el usuario y el manejador remoto o no (para los casos por canal B se usará la señalización Q.931; para el caso de acceso directo al PH/FH en canal D, con SAPI 16 para PLP o SAPI 32-61 para núcleo-LAPF, dicho acceso ya está establecido al ser el propio canal D). Sobre éste se creará un circuito virtual SVC extremo a extremo entre usuarios, establecido mediante el uso de señalización PLP o Q.933/X.36. Bajo notación X.25/FR, el terminal RDSI actúa de

del manejador será una u otra según el canal por el que el usuario realice el acceso al servicio, recogándose en las Recomendaciones ITU-T [X.31/I.462] (modo paquete) y [Q.933 (95)] (modo trama) los distintos casos (Cuadro 2.2).

Red	Red de Paquetes X.25			Red de Tramas Frame Relay		
Recomendación	[X.31/I.462]			[Q.933 (95)], [Q.933 (03)]		
Clasificación ²⁵	Caso A	Caso B canal D ²⁶	Caso B canal B	Caso A	Caso B canal D (Suprimido)	Caso B canal B (Suprimido)
Modo de transferencia EI BC	Circuito	Paquetes		Circuito	Paquetes	
Canal de acceso al manejador (PH o FH)	B	D ²⁷	B	B	D	B
Ubicación del manejador	Remoto (Unidad Acceso AU X.25 o RPH)	LE (PH)		Remoto (RFH)	LE (FH)	
Soporte en LE (además Q.931)	Transparente	PLP	LAPB + PLP	Transparente	Núcleo-LAPF +Q.933(1995)	Núcleo-LAPF +Q.933(1995)

Cuadro 2.2: Clasificación de los tipos de acceso en modo trama y paquete

Los accesos no transparentes del modo trama (casos B o acceso a FH local) fueron suprimidos por la ITU-T en sus Recomendaciones [Q.933 (03); X.36; X.76] al considerar que nunca habían sido

DTE y el PH/FH de DCE.

²⁵ En general, el caso A (denominado acceso con conmutación de circuitos o escenario de integración de servicio mínima en la literatura de RDSI anterior a 1988, dado que la función de PH/FH es externa/remota a la RDSI, RPH/RFH Remote Packet/Frame Handler) corresponde con el acceso transparente a la LE (sólo ofrecido por canal B, puesto que el canal D siempre debe ser usado de forma compartida, no soportando el establecimiento en el mismo de un circuito conmutado de uso exclusivo), y el caso B al no transparente (también conocido como acceso al servicio de circuito virtual o escenario de integración de servicio máxima, dado que la función de PH/FH es parte de la RDSI, bien en la propia LE o en otro nodo). La ETSI define la interfaz interna de red para el acceso al PH local o remoto (PHI, *Packet Handler access point Interface*) [ETS 300 099] y para el acceso al FH remoto (RFHI, Remote Frame Handler access point Interface) [ETS 300 458], aunque no para el acceso al FH local (FHI).

²⁶ Como indica [Q.931]/6.1.2.2/6.2.2.2, el canal D provee una conexión semipermanente para el acceso en modo paquete caso B (la central LE, mediante preconfiguración, encaminará automáticamente todas las tramas LAPD con SAPI 16 entre el usuario y la función PH). Consecuentemente, para el soporte de este escenario en llamadas salientes no resulta necesario el uso de señalización Q.931 (el modo trama en canal D caso B siempre requiere el uso de Q.933 transportado por el mismo SAPI 0 que Q.931).

²⁷ [G.964] define para el canal D RDSI los datos o tramas de tipo p (datos del canal D de la RDSI con SAPI 16, mensajes PLP), de tipo f (datos del canal D de la RDSI con SAPI 32 a 62, tramas Frame Relay) y de tipo Ds (datos de tipo señalización por canal D de la RDSI con SAPI distinto de los anteriores; en la práctica, sólo abarca a las tramas s, que transportan la señalización RDSI, con SAPI 0).

implementados, careciendo de interés. Por su parte, la ETSI no contempla tal supresión, dado que la última versión de la especificación [ETS 300 399-2], en la que define los accesos al modo trama, se basaba en la Recomendación ITU-T [Q.933 (95)] entonces vigente.

La ETSI define en detalle la interfaz de acceso al manejador de paquetes PHI [ETS 300 099] y al manejador de tramas remoto FHI [ETS 300 458] (ver Apéndice).

2.1.3 Interconexión de acceso a la central local

Las Recomendaciones ITU-T de la serie I sobre interfaces usuario-red de la RDSI definen las interfaces físicas en los puntos de referencia S y T, siendo éste último la separación entre las instalaciones del cliente y los sistemas de transmisión de línea. El punto de referencia U [G.961] representa el sistema de transmisión digital entre el lado de red del equipo de terminación de bucle local (NT1) y la terminación de línea (LT).

Buscando la armonización de las características de las interfaces digitales en el lado de abonado de la central y de las estructuras de acceso usuario-red de la RDSI (definidas en [I.411]), la Recomendación ITU-T [Q.512] define cuatro tipos de puntos de referencia V, con marco base en [G.902], siendo objeto de Recomendaciones ITU-T sólo las interfaces V1 [G.960] (acceso básico RDSI²⁸) y V3 [G.962; G.963] (accesos primarios RDSI con velocidad de 2048 y 1544 kb/s²⁹), ambas aplicables a accesos individuales de bajo orden³⁰.

Con la intención de sustituir parte o toda la red de distribución de línea local, la ITU-T propone la interconexión del usuario con la central local LE a través de un sistema intermedio o red de acceso (AN), que termina físicamente la interfaz RDSI y está dotada de funciones de multiplexión, transconexión y transmisión³¹. La interconexión entre dicha AN y la LE corresponde con el punto de referencia V5, asociado a una interfaz V5.1 [G.964] (sólo accesos básicos RDSI) o V5.2 [G.965] (accesos básicos

²⁸ [G.960; Q.512] indican los requisitos que debe satisfacer la interfaz para acceso básico V1 (por ejemplo, ofrecer canalización 2B+D, o funciones de des/activación), pero no especifican un formato de trama física concreto, el cual es dependiente de la implementación, pudiendo variar de un país a otro.

²⁹ La estructura de trama de nivel físico en la interfaz para acceso primario V3 coincide, en general, con la de una interfaz TDM estructurada bajo la jerarquía PDH de nivel primario E1/T1 [G.704].

³⁰ La sección digital de acceso básico descrita para V1 [G.960] también es aplicable para equipos de concentración (interfaz V2) o multiplexión (interfaz V4) de accesos básicos. Los tipos y asignación de canales, así como la señalización de las interfaces V2 y V4 dependen de la aplicación específica de la interfaz, no estando sujetas a Recomendaciones ITU-T. La estructura de trama básica de la interfaz V2 debe corresponder con la de la jerarquía PDH de nivel primario o secundario [G.704].

³¹ Según [G.902], la red de acceso proporciona las capacidades de portador de transporte requeridas para la prestación de servicios de telecomunicaciones entre una interfaz de nodo de servicio (SNI) y cada una de las interfaces de red de usuario (UNI) asociadas, no interpretando la señalización de usuario. La AN no termina LAPD (sólo elimina sus banderas, elimina la inserción de ceros y comprueba que no hay errores), sino que multiplexa y retransmite sus tramas sobre un canal de comunicación V5 hasta la LE.

o primarios RDSI), ambas basadas en enlaces PDH[G.703] con formato de trama E1[G.704], con soporte de terminales analógicos (POTS³²) y RDSI.

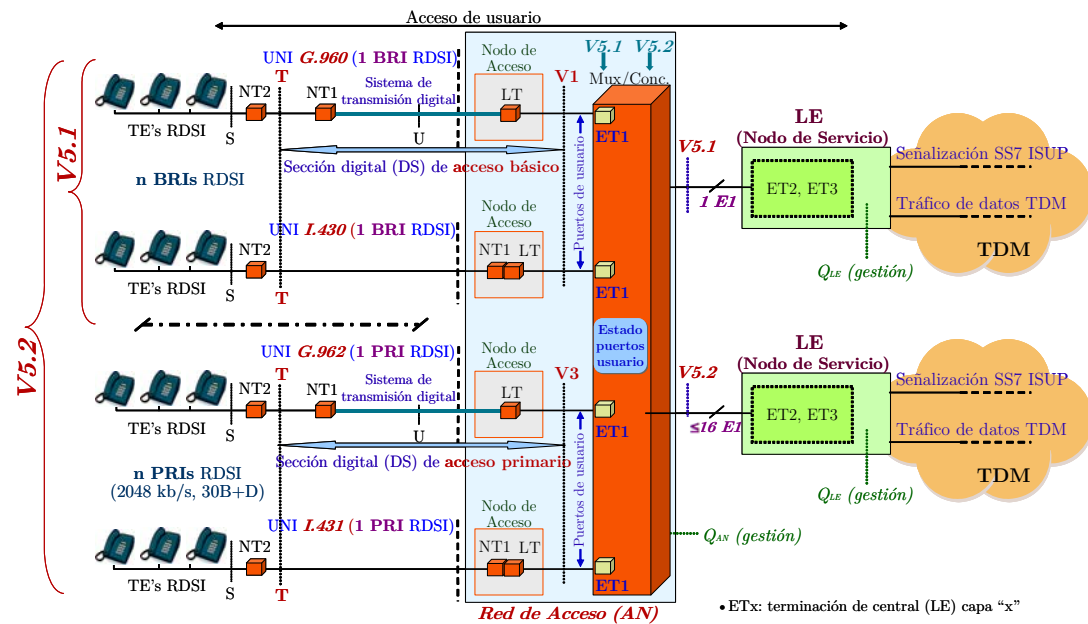


Figura 2.7: Alternativas de acceso a central local a través de red de acceso con interfaces V5.1 y V5.2

Entre sus tareas, el protocolo de control V5 [G.964; G.965] se encarga de controlar el estado de los puertos de usuario BRI/PRI³³, así como la des/activación del nivel físico de la sección digital de los accesos básicos RDSI³⁴.

Tipos de mensaje	Descripción	AN dirección LE
FE101	Activar Acceso (solicitado por LE)	←
FE102	Activación Acceso iniciada por el usuario	→

³² El término POTS (Plain Old Telephone Service) hace referencia al servicio telefónico clásico ofrecido por la RTPC sobre las líneas telefónicas analógicas tradicionales. Según [Q.512], los equipos de abonado analógicos (como aparatos telefónicos POTS o centralitas PBX) acceden a la central a través de la interfaz Z, correspondiente a una interfaz analógica genérica cuyas características varían sustancialmente de un país a otro, no siendo objeto de una Recomendación ITU-T.

³³ El puerto de usuario corresponde al puerto físico implementado en la AN (interfaz V1/V3 RDSI) por el que acceden los usuarios RDSI, siendo direccionado desde los protocolos V5. El mantenimiento de la sección digital de acceso y las líneas de abonado son responsabilidad de la AN; la LE sólo será informada de la disponibilidad o no del puerto de usuario (capa 1). Los mensajes V5 para el control de los puertos de usuario (bloqueo o en servicio) están destinados a sincronizar las máquinas de estado de puertos de usuario de AN y LE [G.964; G.965]/D, no correspondiendo con ninguna señal enviada sobre las interfaces S/T o U.

³⁴ [G.964]/14.1.2 describe la relación entre los elementos de función FE aplicados en V1 [G.960]/5.4.3 (señales físicas) y los elementos de función FE V5 (transportados dentro de los mensajes de control V5 sobre las tramas de nivel de enlace LAPV5) empleados para la des/activación de los accesos BRIs.

Tipos de mensaje	Descripción	AN dirección LE
FE103	Sección Digital de Acceso (DS) Activada ³⁵	→
FE104	Acceso Activado (capa 1) ³⁶	→
FE105	Desactivar Acceso	←
FE106	Acceso Desactivado	→

Cuadro 2.3: Mensajes de control V5 para des/activación de capa física de accesos BRI RDSI

Tipos de mensaje	Descripción	AN dirección LE
FE201	Orden desbloqueo de puerto de usuario (capa 2)	←
FE202	Puerto de usuario desbloqueado	→
FE203	Orden de bloqueo de puerto de usuario ³⁷	←
FE204	Puerto de usuario bloqueado	→
FE205	Petición bloqueo puerto usuario (LE decide)	→
FE206	Grado servicio/Nivel Prestaciones (de DS) ³⁸	→

³⁵ También conocida como “activación parcial (de la DS)” [G.960], informa a la LE de que la DS está activada, pero aún no el acceso (la DS está sincronizada en ambos sentidos, pero la interfaz en el punto de referencia T permanece desactivada). El mantenimiento de la sección digital de acceso (y las líneas de abonado) corresponde a la AN, por lo que la LE sólo es informada de su estado con este mensaje.

³⁶ La capa 1 (nivel físico) del acceso, puerto de usuario o interfaz básica RDSI (el nivel físico de los PRIs está siempre activo) está disponible/operacional. El procedimiento de des/activación de la capa física debe ser controlado por la LE (equipo en el que se encuentra la máquina de estados de capa 2 Q.921 y conoce el estado de la llamada, lo que le permite realizar la des/activación sin interferir con llamadas en curso, llamadas que se están estableciendo/liberando o conexiones semipermanentes), transfiriéndose entre AN y LE los mensajes V5 necesarios para ello.

³⁷ Sólo aplicable sobre un acceso activo (capa física activada, pudiendo establecerse enlaces de capa 2 y 3). Al ser bloqueado, el puerto pasa a estado no operacional, descartando la AN todas las tramas de nivel 2 de dicho puerto, hacia o provenientes del usuario RDSI, tanto las de canal D (no pudiéndose así generar/terminar llamadas) como de los canales B (modos paquete y trama no transparentes; no afectando así a los canales B en modo circuito establecidos). Al igual que la activación de la capa física, la petición de bloqueo de puerto sólo puede ser concedida por la LE (la AN no conoce el estado de la llamada). La AN sólo podrá bloquear inmediatamente el puerto en condiciones de fallo que puedan afectar al servicio.

³⁸ En los accesos activos cuya NT1 está fuera de la AN, la calidad de funcionamiento de la DS es supervisada por la AN, informando a la LE cuando se produzca un cambio en la calidad de servicio de la sección que haga sobrepasar un umbral ([G.964; G.965] definen un único umbral, que separa dos niveles de calidad, normal o degradada). La LE puede utilizar esta información para decidir si se debe prestar o no un servicio solicitado.

Tipos de mensaje	Descripción	AN dirección LE
FE207	Orden de bloqueo de canal D ³⁹	←
FE208	Orden de desbloqueo de canal D	←
FE209	Terminal de usuario (TE) fuera de servicio	→
FE210	Fallo interno de la red de acceso AN	→

Cuadro 2.4: Mensajes de control V5 para bloqueo/grado de servicio de accesos RDSI activos

2.2 Redes de Voz sobre IP

La telefonía IP (IPTel) o Voz sobre IP (VoIP) es el término genérico que se emplea para denominar a las comunicaciones multimedia sobre redes de datagramas, implicando la presencia de cierto número de medios (voz, vídeo, datos, etc.) que comparten los enlaces de comunicación, con la conveniente codificación de dichos medios para obtener una calidad aceptable [Hersent99; Znaty01; Collin02]. El servicio de VoIP se ofrece sobre la base común del protocolo IP [RFC 791; RFC 1883], presentando la siguiente arquitectura de protocolos:

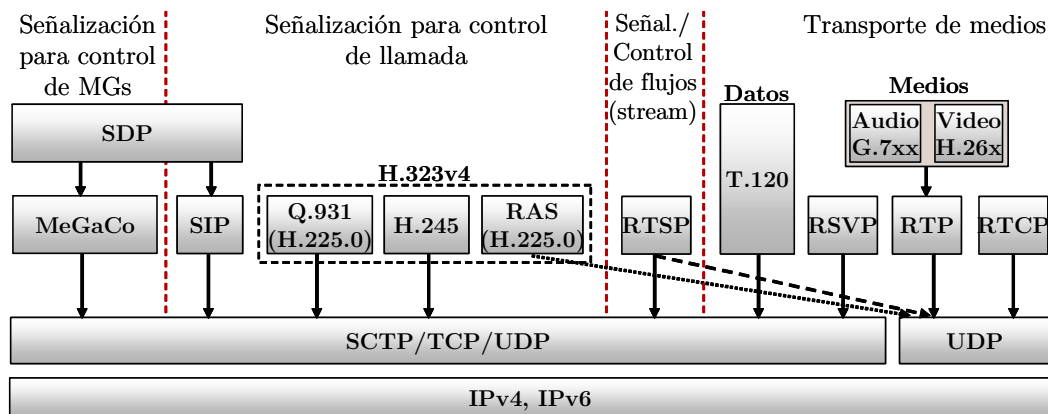


Figura 2.8: Arquitectura de protocolos VoIP

La creación de una única red, que integre los diferentes servicios, requiere que las técnicas VoIP sean capaces de ofrecer una calidad de servicio aceptable para la transferencia de señales con requerimientos de tiempo real, solventando los problemas producidos por el retardo en la llegada de los paquetes, la variación del mismo (PDV) y su pérdida/desorganización. Para ello, se emplean diversos métodos:

³⁹ Sólo aplicable sobre un acceso activo. De toda la interfaz RDSI, sólo se interrumpe el funcionamiento de dicho canal D, descartando la AN todas sus tramas de nivel 2, no pudiéndose así generar/terminar llamadas (situación útil, por ejemplo, para permitir que, ante un fallo del canal D, sigan operativas las conexiones semipermanentes PVCs en canales B). El acceso permanece activo, permitiendo que la LE pueda intentar desbloquear periódicamente el canal D con el fin de verificar si ha desaparecido el problema que provocó su bloqueo (por ejemplo, fallo de un terminal que origina sobrecarga en el multiplexor del protocolo V5.2 y desbordamiento de la memoria tampón).

- Colas, en los elementos de destino, que compensen los efectos del retardo y la desorganización.
- Protocolos adecuados para el transporte de la información en tiempo real (RTP/RTCP).
- Técnicas para la reserva de recursos con calidad de servicio (IntServ, DiffServ, G/MPLS).

2.2.1 Protocolos para el transporte de medios

Dada la demora introducida por TCP [RFC 793] como consecuencia de su propia fiabilidad, los paquetes de audio y vídeo se transmiten sobre UDP [RFC 768] (pudiendo desordenarse, perderse o retrasarse). Para compensar algunas de las imperfecciones de las redes UDP/IP, en el transporte de medios con requerimientos de tiempo real se emplean los siguientes protocolos, definidos por el Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet [IETF], los cuales se basan en la adición de información de control, sin garantizar la reserva de recursos, la entrega en tiempo ni la calidad de servicio (QoS):

- RTP (Real-time Transport Protocol) [RFC 3550]: transporta los flujos de medios sensibles (a retardo, variación del retardo y pérdidas), añadiéndoles información adicional que posibilite su recuperación y entrega adecuada. Cada paquete RTP contiene una cabecera fija⁴⁰ (sin ningún campo de longitud, debiendo quedar ésta determinada y limitada por los protocolos subyacentes), con posibles extensiones, y un sólo tipo de cabida útil.

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
V=2		P		X		CC				M		PT				Número de secuencia															
Marca de tiempo																															
Identificador de fuente de sincronización (SSRC)																															
Identificadores de fuentes contributivas (CSRC, 0-15 entradas)																															

<i>V</i>	Versión del protocolo RTP	<i>Número de secuencia</i>	Permite detectar paquetes perdidos o desordenados (valor inicial aleatorio)
<i>P</i>	Relleno en carga útil (para completar 32 bits)	<i>Marca de tiempo</i>	Instante de generación de la primera muestra de la carga útil del paquete (para calcular retardo/jitter y reproducción sincronizada)
<i>X</i>	Extensión de la cabecera (dependiente perfil)	<i>SSRC</i>	Identificador (asignado al comienzo de la sesión) de la fuente que ha producido el paquete (permite diferenciar los flujos RTP de una misma fuente)
<i>CC</i>	Nº de CSRCs	<i>CSRC</i>	En flujos RTP resultantes de un mezclador (SSRC de éste), contiene el SSRC de cada una de las fuentes
<i>M</i>	Marcador (significado según perfil)		
<i>PT</i>	Tipo de carga útil transportado (codificación audio/video empleada)		

Figura 2.9: Cabecera fija RTP

- RTCP (Real Time Control Protocol) [RFC 3550]: protocolo de señalización para el control de los flujos RTP, basado en la transmisión periódica de mensajes a todos los participantes de una sesión. Cada mensaje RTCP está asociado a un tren de datos RTP concreto, enviándose los paquetes de datos RTP por un puerto UDP par y el correspondiente tren RTCP por el

⁴⁰ En toda la Tesis, para la representación de cabeceras se aplica el orden de transmisión de octetos descrito en la norma IETF [RFC 791]/B, esto es, de izquierda a derecha y de arriba a abajo (la longitud de datos del mensaje IP debe ser un múltiplo de cuatro octetos).

puerto inmediatamente superior (impar), de la misma máquina emisora. RTCP presenta cinco tipos posibles de mensajes: informe de emisor (SR), de receptor (RR), descripción de fuente (SDS), abandono (BYE) y aplicación (APP).

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
V=2		P		RC				PT=SR (200)				Longitud																			
SSRC del emisor																															
Marca de tiempo NTP (palabra más significativa)																															
Marca de tiempo NTP (palabra menos significativa)																															
Marca de tiempo RTP																															
Contador de paquetes del emisor																															
Contador de octetos del emisor																															
SSRC_x (SSRC de la fuente x)																															
Fracción perdida				Número acumulativo de paquetes perdidos																											
Número de secuencia extendido más alto recibido																															
Fluctuación (jitter) entre llegadas																															
Última indicación de tiempo SR (LSR)																															
Retardo desde el último SR (DLSR)																															
Extensiones específicas del perfil																															

V	Versión del protocolo RTCP
P	Relleno al final de la carga útil (su último octeto es el número de octetos de relleno)
RC	Nº informes de recepción en este paquete
PT	Carga útil transportada es de paquete SR
Longitud	Longitud total del paquete SR
SSRC emisor	Identificador de la fuente que ha producido el paquete SR
Marca de tiempo NTP	Instante absoluto (formato NTP) en que se ha emitido este informe de emisor SR ("32bits.32bits" o "16bits.16bits" en punto fijo segundos desde 0h UTC 01/01/1900)
Marca de tiempo RTP	Marca de tiempo NTP anterior ("16bits.16bits" segundos), con el desplazamiento inicial de las marcas de tiempo de los paquetes RTP
Contador paquetes	Nº total paquetes RTP transmitidos por el emisor desde el inicio de la sesión
Contador octetos	Nº total octetos de datos de usuario RTP transmitidos por el emisor desde el inicio de la sesión

SSRC_x	Identificador de la fuente a que se refiere este bloque de recepción RR
Fracción perdida	Fracción (valor/256) de paquetes RTP de SSRC_x que se han perdido (en relación al nº de paquetes esperados) desde el último informe de recepción RR enviado a SSRC_x
Nº paquetes perdidos	Nº total paquetes RTP de SSRC_x que se han perdido desde el inicio de la sesión
Nº secuencia más alto	Nº de secuencia del último paquete RTP recibido de SSRC_x (ventana asentimiento)
Jitter entre llegadas	Desviación media de la diferencia del tiempo requerido en llegar a su destino dos paquetes RTP enviados por la fuente SSRC_x
LSR	32 bits centrales de la marca de tiempo NTP del último informe SR recibido de SSRC_x (permite asentir ese último informe recibido)
DLSR	Retardo entre el último paquete SR recibido de SSRC_x y el envío de este informe RR

Figura 2.10: Mensaje RTCP SR (Informe de emisor)

Estos protocolos permiten tanto la sincronización como la estimación del retardo entre flujos:

- a) Sincronización de flujos de medios mediante RTP/RTCP: si un receptor recibe paquetes RTP correspondientes a un único flujo RTP, las marcas de tiempo RTP resultan suficientes para reconstruir el tiempo de muestreo de dicho flujo (están todas referidas al mismo reloj). Sin embargo, si el receptor recibe paquetes RTP correspondientes a distintos flujos RTP, dado que las marcas de tiempo RTP de cada uno de esos flujos pueden avanzar con diferentes tasas (cada tren puede usar una frecuencia de muestreo distinta al provenir de diferentes emisores) y tener desplazamientos (valor aleatorio asignado a la marca de tiempo de cada primer paquete) independientes, la comparación directa de las indicaciones de tiempo RTP no permitiría la sincronización entre esos flujos, resultando necesario hacer uso de la información de los mensajes de control RTCP SR.

Los mensajes RTCP SR contienen el valor del reloj de sistema del emisor (NTP) y del reloj de muestreo del flujo (RTP) en un mismo instante. Con ello, si los relojes de sistema (o NTP)

están sincronizados entre los distintos emisores y receptor (mediante protocolo NTP [RFC 1305], por ejemplo), los mensajes RTCP SR permitirán a los receptores estimar la frecuencia de reloj de muestreo de cada flujo RTP, pudiendo sincronizarlos a un mismo reloj común⁴¹.

- b) Retardos en las redes de datos: en las redes de conmutación de paquetes (PSN), tales como las redes IP, los paquetes alcanzan su destino con cierto retraso, el cual presenta una componente (variación) aleatoria denominada PDV (variación del retraso de los paquetes), definida por la Recomendación [Y.1540/I.380] como la diferencia entre el retardo de transferencia sufrido por un paquete (o muestra) y el retardo de referencia estimado.

Adicionalmente, dentro del marco general IETF para la definición de métricas de rendimiento en entornos IP (IPPM), con bases generales en [RFC 2330], se definen, entre otras, las métricas de retardo unidireccional o en un sentido extremo a extremo (One-Way Delay, OWD [RFC 2679]), de retraso de ida y vuelta (Round-trip time, RTT [RFC 2681]) y de variación del retardo de paquetes (PDV) en un sentido extremo a extremo en redes IP (One-way IP Packet Delay Variation, IPDV [RFC 3393], diferencia entre el OWD de dos paquetes del mismo flujo).

Las métricas anteriores no son aplicables en las redes de conmutación de circuitos (SCN), tales como las redes TDM o RDSI, en las que la estimación del retardo se realiza mediante los parámetros, definidos en la Recomendación [G.701], jitter o fluctuación de fase y wander o fluctuación lenta de fase⁴². En algunos contextos, el término jitter es referenciado como variación del retardo, no debiendo confundirse con la métrica PDV empleada en PSN⁴³.

2.2.1.1 Transporte de señales de modem sobre redes IP

Las señales de modem, también conocidas como datos en banda vocal VBD, pueden transportarse sobre una red IP de forma transparente (mediante el pseudocodex RTP clearmode [RFC 4040]⁴⁴,

⁴¹ La Recomendación [Y.1451.1/G.799.1]/II indica que la diferencia entre los tiempos de llegada de los paquetes y la diferencia entre las indicaciones de tiempo de los paquetes RTP podría ser procesada algorítmicamente para extraer información que permitiera ajustar el reloj TDM local del receptor, aludiendo para ello a [RFC 4733].

⁴² Variaciones, bien de corta duración o alta frecuencia (jitter), bien de larga duración o baja frecuencia (wander), no acumulativas (positivas y negativas), de los instantes significativos de una señal digital con relación a las posiciones que teóricamente deberían ocupar en el tiempo (comparadas con el reloj de referencia).

⁴³ Este hecho es recogido en el documento [RFC 4197], el cual indica que la notación habitualmente aplicada es utilizar los términos jitter y wander en redes TDM, acudiéndose al de PDV en redes PSN.

⁴⁴ La especificación del “Formato de carga útil RTP para llamadas transparentes a 64 kb/s” [RFC 4040] describe como transportar flujos de información de 64 kb/s (tasa de muestreo de 8000 Hz) de forma transparente sobre paquetes RTP, transporte denominado “canal transparente de datos”, “transporte sin restricciones a 64 kb/s”, “modo transparente” o “codex clearmode” (necesario para flujos tales como “datos RDSI a 64 kb/s” o “voz RDSI a 7 KHz”). Para ello, define el pseudo-codex “modo transparente” (la información

útil cuando se solicita a la red un servicio UDI) o mediante mecanismos no transparentes. Este último caso es el adecuado cuando el servicio solicita un canal de voz, analizando la red los datos para determinar su naturaleza (audio, video, VBD de datos/fax/texto, ...) y aplicar las técnicas de procesamiento vocal adecuadas.

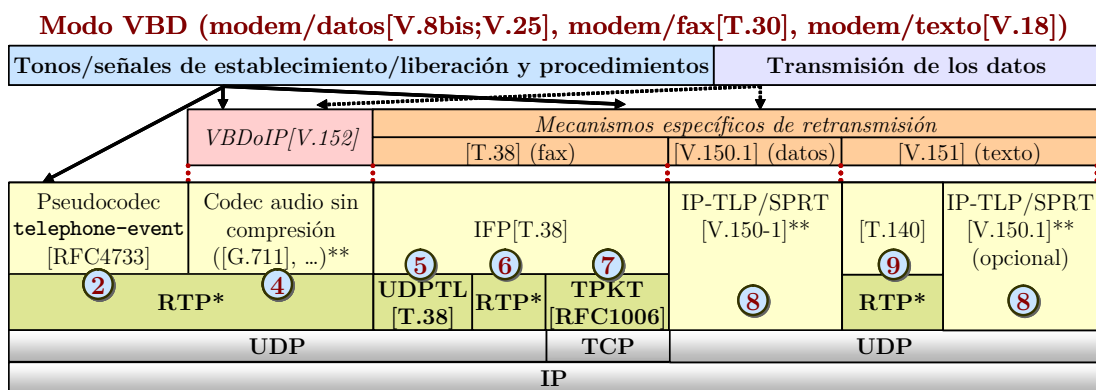
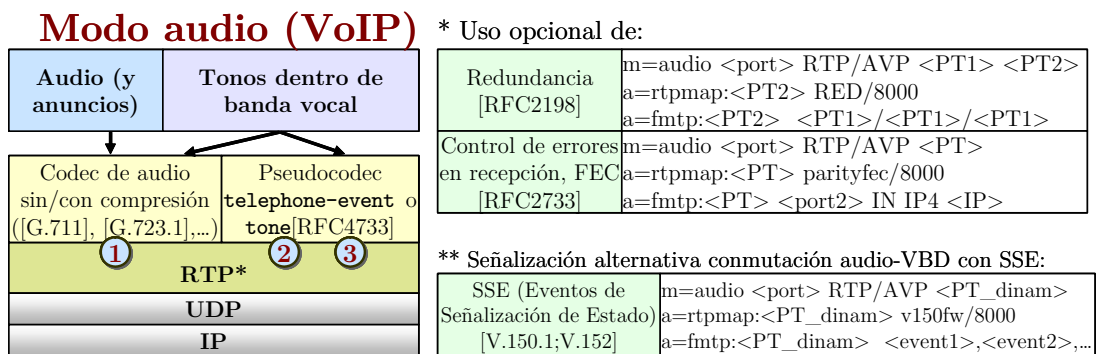
Un canal vocal con capacidad “audio a 3.1 kHz” puede transportar tanto señales de voz (bajo cualquier codec de voz, modo audio) como datos en banda vocal de una comunicación de modems (usando sólo codecs sin compresión, modo VBD). [V.152]/10 resume las señales de voz y modem a partir de las cuales realizar la conmutación entre el modo audio y el modo VBD. Para el transporte de las señales de modem (datos[V.25; V.8bis], fax G2/3[T.30], texto[V.18]) sobre IP (modo VBD) se dispone de varias alternativas:

- a) VBD sobre IP (VBDoIP) [V.152]: transporta sobre IP todas las fases de la comunicación de modems (modem y tonos/anuncios), mediante un codec de audio de baja compresión (soporte obligatorio de G.711-A/ μ), denominado “codec VBD”, sobre RTP.
- b) Mecanismos de retransmisión específicos: la pasarela termina la capa física y las funciones de corrección de errores de la comunicación entre modems (demodula las señales DCE y efectúa la corrección local de errores), realizando un mapeo (por ello se habla de “retransmisión”) de toda la comunicación (incluyendo control y datos) a paquetes de un protocolo específicamente definido para permitir su transporte sobre IP:
 - Retransmisión de modem de datos sobre IP, MR [V.150.1]: transporta “data/modem” mediante protocolo IP-TLP, también conocido como SPRT.
 - Retransmisión de fax sobre IP, FoIP [T.38]: transporta “fax/modem” (fax analógico G1/2/3) mediante protocolo IFP, también conocido como T.38.
 - Retransmisión de texto sobre IP, ToIP [RFC 4103; T.140; V.151]: transporta “modem/text” (teléfono con textos) mediante protocolo T.140.
- c) Pseudocodec “**telephone-event**” [RFC 4733; RFC 4734]: transporta los tonos/señales de módem (toda la comunicación salvo el transporte de los datos), usando códigos de evento, como carga útil RTP.

La Recomendación [V.153] describe como debe actuar el nodo de interfuncionamiento entre una pasarela que soporte VBDoIP [V.152] y otra que use los mecanismos de retransmisión específicos

solamente es empaquetada, de forma similar al mecanismo PCM/G.711 -Modulación de Pulsos Codificados-describido en el perfil RTP A/V [RFC 3551], sin de/codificación, cancelación de eco, detección de tonos, ni supresión de silencios). [RFC 4040] lo clasifica como un tipo de carga útil RTP dinámico, con nombre de codificación “CLEARMODE” registrado en la IANA [IANA RTP], y descrito en SDP mediante el atributo “a=rtpmap:<PT> CLEARMODE/8000” con tipo de carga útil (PT, Payload-Type) dinámico en el rango “96-127”, seguido de los dos atributos opcionales “a=ptime” (“ms” que duran los medios contenidos en un paquete) y “a=maxptime” (número máximo de “ms” que pueden durar los medios encapsulados en un paquete).

[V.150.1; T.38; V.151], proponiendo la creación de un contexto H.248.1, con ejemplos en [V.153]/II. La Recomendación [H.248.2] define en diferentes paquetes MeGaCo las propiedades, eventos, señales y estadísticas necesarios para soportar llamadas de datos (fax, datos, texto) en una pasarela que interconecta una red TDM (como RDSI) con otra IP⁴⁵.



Descripción SDP de los medios

①	m=audio <port> RTP/AVP <PT1> <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> <CODEC>/<FREQ>	⑥	m=audio <port> RTP/AVP <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> t38/8000
②	m=audio <port> RTP/AVP <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> telephone-event/8000 a=fmtp:<PT_dinam> <code1>,<code2>,...	⑦	m=image <puerto> tcptl t38 a=T38FaxVersion:1 ...
③	m=audio <port> RTP/AVP <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> tone/8000	⑧	m=audio <port> udpsprt <PT_dinam> a=sprtmap:<PT_dinam> v150mr/8000 a=fmtp:<PT_dinam> mrmods=<mod1>,<mod2>,...
④	m=audio <port> RTP/AVP <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> <CODEC>/<FREQ> a=gpmd:<PT_dinam> vbd=yes	⑨	m=audio <port> RTP/AVP <PT_dinam> a=rtpmap:<PT_dinam> t140c/8000 a=gpmd:<PT_dinam> remain-in-vbd=yes/no
⑤	m=image <puerto> udptl t38 a=T38FaxVersion:1		

Figura 2.11: Mecanismos de transporte de datos en banda vocal VBD sobre IP

⁴⁵ [H.248.2] define el paquete “ctyp” (detección y discriminación de las llamadas de datos) para ambos tipos de redes, los paquetes “fax” y “txp” (teléfonos de texto) para la terminación TDM, y los paquetes “ipfax” y “txc” (teléfonos de texto) para la terminación IP.

2.2.2 Protocolos de señalización en redes VoIP

Las redes VoIP, además de ofrecer los servicios clásicos, deben integrar los servicios de voz, datos y vídeo, manejando tráfico con requerimientos de tiempo real sin que la QoS se deteriore más allá de lo admisible. Dadas las características de las redes IP (no asignación de recursos en exclusiva para cada comunicación y compartición máxima de los mismos), en Telefonía IP coexistirán las señalizaciones de control (control de la llamada en el sentido clásico y control de medios) y de QoS, transportadas por trayectorias distintas a las seguidas por la información de usuario con características de tiempo real, al presentar requisitos de transporte diferentes.

2.2.2.1 Señalización de control VoIP

Se distinguen dos tipos principalmente, según controle las llamadas o las pasarelas de medios:

- Señalización de control de llamada VoIP: puede basarse en dos modelos posibles, ITU-T [H.323]⁴⁶ o IETF SIP [RFC 3261]. En este último, diseñado específicamente para VoIP, la descripción de medios se realiza en SDP [RFC 4566; IANA SDP], bajo el modelo solicitud/respuesta [RFC 3264], transportado en un mensaje SIP con sintaxis HTTP/1.1 [RFC 2616], juego de caracteres [10646-1:2000]⁴⁷ bajo codificación UTF-8 [RFC 2279] y formato de mensaje de Internet [RFC 2822].

Línea de comando	Solicitud/método SIP ----- Respuesta (con código de estado)	<Método>SP<Solicitud_URI>SP<Versión SIP>CRLF ----- <Versión SIP>SP<Código_de_estado>SP<Frase_razón>CRLF
Cabecera	Características del mensaje (generales, solicitud, respuesta, entidad), con formato similar a HTTP/1.1 (con URL SIP para FROM ó TO)	<Nombre_campo>:SP<Valor_campo>CRLF
Cuerpo	Descripción concreta de la solicitud o respuesta en cuestión, en SDP	<Tipo>=<Valor>CRLF

Solicitudes SIP básicas	
INVITE	Invitar a un usuario o servicio a participar en una sesión, o modificar parámetros en una sesión ya existente
ACK	Confirma el establecimiento de una sesión
OPTION	Solicita información sobre las capacidades de un servidor
BYE	Indica la terminación de una sesión
CANCEL	Cancela una petición pendiente
REGISTER	Registrar al Agente de Usuario

Respuestas SIP	
1xx	Mensajes provisionales
2xx	Respuestas de éxito
3xx	Respuestas de redirección
4xx	Respuestas de fallo de método
5xx	Respuestas de fallos de servidor
6xx	Respuestas de fallos globales

Figura 2.12: Formato de mensaje SIP

La arquitectura SIP presenta un modelo cliente-servidor, con comunicación basada en transacciones (conjunto petición-respuesta), en el que pueden intervenir como elementos funcionales (todos

⁴⁶ De uso cada vez mas extinguido, a consecuencia de su mayor complejidad frente a SIP [RFC 3261].

⁴⁷ Los nombres de los campos SDP (no así sus valores) usan sólo el subconjunto US-ASCII.

con soporte TCP y UDP) los sistemas finales o agentes de usuario UA (User Agent) cliente/servidor y los servidores de red (intermediario o proxy, de registro/localización y de redirección)⁴⁸.

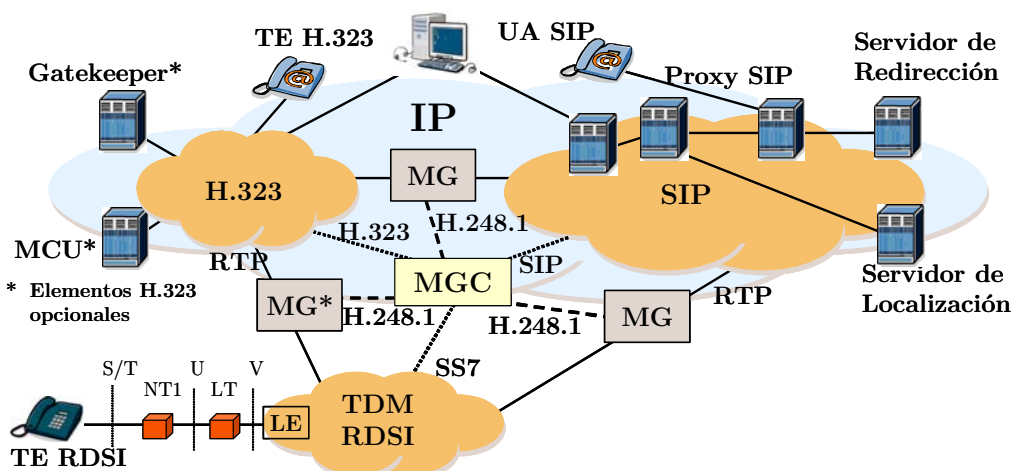


Figura 2.13: Elementos funcionales de los modelos de red VoIP

A diferencia de lo que sucede con las redes SCN, en una red VoIP se emplea el mismo protocolo para el transporte de ambas señalizaciones de control de llamada NNI y UNI.

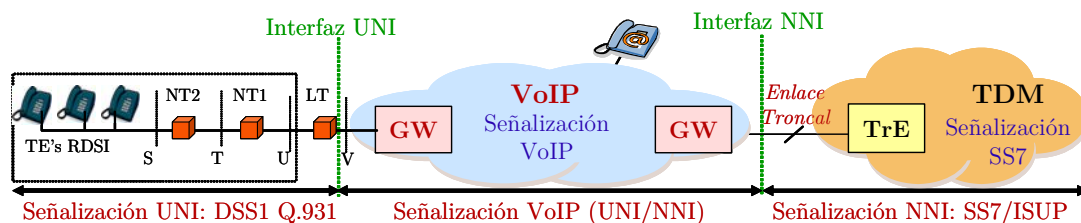


Figura 2.14: Relación de los conceptos de señalización UNI y NNI en redes SCN y VoIP

- b) Señalización para el control de las pasarelas de medios, MeGaCo⁴⁹: define una arquitectura distribuida de pasarelas en la que una pasarela maestro (controlador de las pasarelas de medios MGC o Agente de llamada CA) gestiona las pasarelas esclavo (pasarelas de medios MG) mediante el protocolo MeGaCo; el MGC puede actuar como punto de origen/terminación para la información de señalización, realizando las funciones de pasarela de señalización SG.

⁴⁸ Otras entidades adicionales que pueden intervenir en la red SIP son el agente de llamada CA (Call Agent, controla las llamadas entrantes/salientes de un usuario, pudiendo ser implementado en un servidor proxy o de redirección) y el softswitch (funcionalidad de servidor proxy y de pasarela de medios). No obstante, como recoge [RFC 3398], usualmente los términos MGC, agente de llamada (CA) o softswitch son intercambiables, aludiendo al controlador de las pasarelas de medios (MGs) en que se realiza el interfuncionamiento de los protocolos de señalización.

⁴⁹ La primera versión de MeGaCo fue desarrollada y publicada conjuntamente por la ITU-T [H.248.1v1] y el IETF [RFC 3525]. Posteriormente, la ITU-T lo desarrolló unilateralmente, publicando las versiones [H.248.1v2] y [H.248.1]. La norma IETF [RFC 5125] indica que MeGaCo es el nombre IETF para la Recomendación [H.248.1v1], clasificada de estado histórico por sus substanciales diferencias respecto a las posteriores versiones. No obstante, la ITU-T adopta el término "MeGaCo" como sinónimo del protocolo H.248.1.

En MeGaCo, las MGs son definidas mediante entidades lógicas, en concreto, terminaciones permanentes/efímeras (descritas mediante señales, eventos, estadísticas y propiedades) relacionadas en contextos. La manipulación de los contextos y las terminaciones se realiza mediante comandos (o instrucciones), cuyos parámetros son concentrados en descriptores; asimismo, los comandos a aplicar sobre un mismo contexto se agrupan en acciones, y éstas son a su vez asociadas en transacciones (de solicitud, respuesta o pendientes de procesamiento) para permitir la ejecución de varios comandos de forma ordenada (un mensaje MeGaCo⁵⁰ puede contener varias transacciones, no garantizándose el orden entre ellas).

2.2.2.2 Señalización de control y políticas de calidad de servicio

La Recomendación [I.350] recoge la aplicación de los conceptos de QoS [E.800; G.1000] a redes RDSI; por otro lado, los objetivos de QoS para redes IP son definidos en [Y.1540/I.380; Y.1541], sobre los que la Recomendación [Y.1451.1/G.799.1] añade la necesidad de que la transmisión vocal entre terminales y pasarelas VoIP satisfaga los objetivos fundamentales de calidad vocal descritos en [P.1010], permitiendo seleccionar convenientemente el tamaño de los paquetes. Asimismo, en [Y.1501/I.351/G.820] se establecen las relaciones entre las Recomendaciones que sientan las bases para la especificación de la calidad de funcionamiento, e identificación de los factores que la afectan, en redes RDSI e IP.

Como modelos de señalización de QoS en VoIP se distinguen IntServ (Integrated Services [RFC 1633], basado en el protocolo de reserva de recursos RSVP [RFC 2205]), DiffServ (Differentiated Services [RFC 2475], basado en la asignación de prioridades a los paquetes) y G/MPLS (Generalized/Multi-Protocol Label Switching [RFC 3031; RFC 3945], caracterizado por el uso de una etiqueta de conmutación sobre la capa 2).

2.2.3 Mecanismos de extensión de los protocolos VoIP

Las especificaciones de diversos protocolos de la arquitectura VoIP contemplan la posibilidad de definir nuevas funcionalidades, que permitan mejorar sus características en determinados entornos de aplicación, resultando especialmente relevantes los mecanismos de extensión recogidos en los siguientes subapartados.

2.2.3.1 Extensión de los protocolos RTP/RTCP

La especificación RTP/RTCP [RFC 3550] tiene en consideración que ambos protocolos pueden aplicarse a una variedad de aplicaciones con requisitos muy diversos, por lo que los define con la flexibilidad

⁵⁰ Transportado sobre SCTP [RFC 4960], UDP (con entramado ALF [RFC 2736] y funcionalidad “at-most-once” [H.248.1]/D.1.1.1) o TCP (con formato de paquetes [RFC 1006] y, preferiblemente, funcionalidad “at-most-once”).

necesaria para ser adaptados a nuevos entornos. Una descripción completa de RTP para una determinada aplicación exigirá uno o más de cada uno de los siguientes tipos de documentos:

- a) Perfil RTP: puede definir, principalmente, los siguientes elementos:
- Modificaciones o adiciones sobre la cabecera RTP: interpretación/redefinición del octeto conformado por el bit marcador (M, marca eventos significativos) y el campo de tipo de cabida útil (PT); extensión fija del encabezamiento (nuevos campos fijos, existentes en todos los paquetes RTP, inmediatamente después del campo SSRC); extensión variable del encabezamiento (existente o no en función del valor del bit de extensión X, ubicada tras la cabecera fija y con formato definido en el perfil, incluyendo siempre un campo con su longitud).
 - Posibles tipos de cabida útil y el PT asociado a cada uno. La información adicional que se requiera para interpretar un determinado formato de cabida útil (tal como una codificación de vídeo), debe transportarse dentro la sección de cabida útil del paquete.
 - Definición de nuevos paquetes RTCP específicos de la aplicación (tipo APP) y extensiones (específicas del perfil) de los paquetes SR y RR.

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
V=2		P		Subtipo				PT=APP (204)				Longitud																			
SSRC/CSRC																															
Nombre																															
Datos dependientes de la aplicación																															
<i>V</i> Versión del protocolo RTCP														Identificador de la fuente																	
<i>P</i> Relleno al final de la carga útil (su último octeto es el número de octetos de relleno)														<i>SSRC/CSRC</i> (contributiva o no) emisora del paquete																	
<i>Subtipo</i> Identifica un conjunto de paquetes APP														<i>Nombre</i> Nombre único para el subtipo																	
<i>PT</i> Carga útil transportada es de paquete APP														<i>Datos dependientes</i> Interpretados por la aplicación, y no por RTP																	
<i>Longitud</i> Longitud total del paquete SR																															

Figura 2.15: Formato de paquete RTCP APP (Aplicación)

- Protocolo subyacente a utilizar, y el método para encapsular varios paquetes RTP en un paquete de capa inferior, reduciendo con ello la tara y simplificando la sincronización entre diferentes trenes de medios.

Estos documentos suelen denominarse “Perfil RTP para XYZ”, siendo de especial relevancia el Perfil RTP para conferencias de Audio/Vídeo (Perfil A/V o AVP) definido en [RFC 3551]. Dicho documento contiene una lista de posibles tipos de cabida útil RTP (PT), la cual es ampliada por la [IANA] en [IANA RTP].

- b) Especificación de formato de cabida útil: define cómo debe transportarse en RTP una determinada clase de datos de cabida útil, pudiendo ser de utilidad bajo múltiples perfiles, por lo que pueden definirse independientemente de cualquier perfil concreto (si es necesario, el documento de perfil asignará una correspondencia por defecto de ese formato a un valor de PT). El formato

y la interpretación de la cabida útil caen fuera del alcance de [RFC 3550], siendo la especificación de formatos de cabida útil documentos independientes para cada aplicación.

Las líneas generales para la escritura de estos documentos son recogidas en [RFC 2736]. Entre otras características, suelen titularse “Formato de cabida útil RTP para codificación audio/vídeo XYZ”, como por ejemplo la norma [RFC 4040] de utilidad para el transporte transparente de canales de datos de 64 kb/s (canales “clear” RDSI) en una red VoIP mediante el pseudo-codec “modo transparente”, cuyo soporte es considerado una característica básica de las pasarelas de medios VoIP.

2.2.3.2 Extensión del protocolo MeGaCo

La Recomendación [H.248.1] recoge dos métodos para ampliar las funcionalidades del protocolo:

- a) Paquetes (o lotes) H.248.1: diferentes tipos de pasarelas tienen terminaciones con diferentes características, las cuales son recogidas mediante propiedades, eventos, señales y estadísticas opcionales; para soportar la interoperabilidad entre MG y MGC, tales opciones adicionales son agrupadas en paquetes, definiéndose para cada terminación los paquetes que debe soportar (el MGC puede auditar el descriptor Packages de una terminación para determinar que paquetes soporta). Cada paquete tiene asociado un identificador único, recogiendo en [H.248.1] las directrices para la definición de nuevos lotes, además de una plantilla en su Apéndice II (se permite que un paquete pueda extender a otro). Los lotes estandarizados son recogidos en la Recomendación [H.Sup2], además de otros definidos en la propia Recomendación [H.248.1], tales como los lotes de flujos RTP [H.248.1]/E.12 o de circuitos TDM [H.248.1]/E.13.
- b) Perfiles H.248.1: identificados con un nombre y versión, determinan de forma más precisa las capacidades de la interfaz MGC/MG H.248 y las funciones de H.248.1 soportadas por una MG, indicando las opciones para una determinada aplicación. El Apéndice III de la Recomendación [H.248.1] incluye una plantilla que debería utilizarse como base para la definición de perfiles. El nombre de los distintos perfiles H.248.1 definidos son registrados por la IANA en [IANA MeGaCo].

2.2.3.3 Perfiles SIP

El protocolo SIP [RFC 3261] ofrece una alta flexibilidad, presentando la capacidad de soportar numerosas extensiones o perfiles. Un “perfil SIP”, que puede ser propuesto por cualquier organización, define un conjunto de extensiones, así como los documentos IETF RFC que serán soportados por el perfil, con objeto de adaptar las características del protocolo para su adecuado funcionamiento en una determinada aplicación.

Para el interfuncionamiento entre los protocolos BICC [Q.1901] o ISUP [Q.761] y el protocolo SIP [RFC 3261] apoyado en SDP [RFC 4566], existen definidos tres perfiles SIP, con alcance definido en la Recomendación ITU-T [Q.Sup45] y ámbito de uso especificado por [Q.1912.5]⁵¹:

- Perfil A o Perfil SIP para 3GPP (correspondencia entre ISUP/BICC y SIP): definido en el documento [TS 129 163]/7.2.3, y extendido en [ES 283 027], describe una extensión de SIP para ser usado como protocolo de control de llamada en un subsistema IMS [TS 123 228] basado en SIP con SDP.
- Perfil B [Q.1912.5]: complementa el perfil A, aplicándose igualmente para tráfico que termina dentro de la red SIP.
- Perfil C o SIP-I (ISUP encapsulado mediante MIME [RFC 3204] sobre SIP) [Q.1912.5]: aplicado a la concentración de tráfico a través de redes SIP que encapsulen información ISUP en el cuerpo de los mensajes SIP.

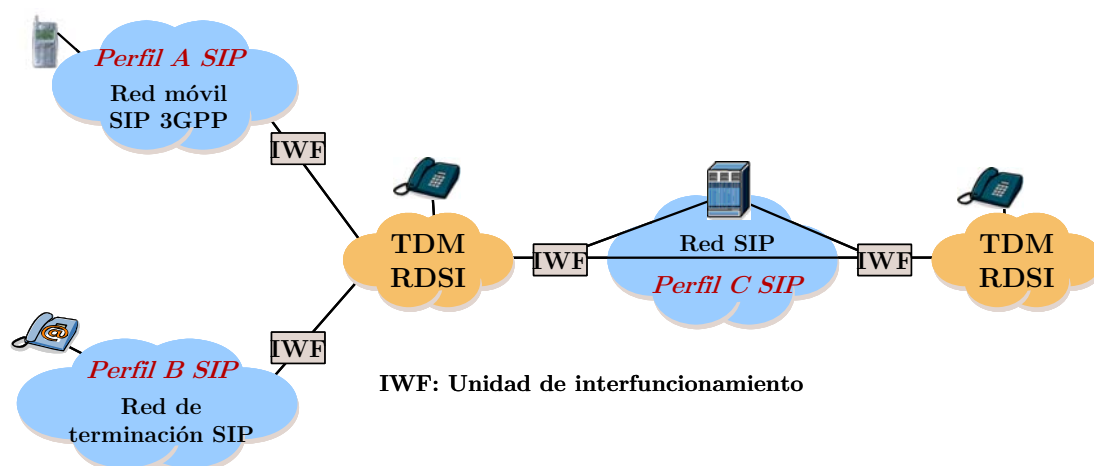


Figura 2.16: Perfiles SIP para interfuncionamiento de BICC o ISUP con SDP/SIP

Alternativamente a SIP-I, la ETSI propone en [TS 129 163]/F el transporte de los elementos de información ISUP mediante elementos PSTN XML dentro del cuerpo de los mensajes SIP. Asimismo, la ITU-T define la Sintaxis de Señalización de Banda Estrecha NSS [Q.1980.1] como una sintaxis basada en texto que permite el transporte de información BICC o ISUP sobre mensajes SIP⁵².

⁵¹ La ETSI adopta y modifica ligeramente esta Recomendación en su especificación [EN 383 001]. Con carácter general, para cada Recomendación exterior que adopta, la ETSI publica un documento propio indicando como reutiliza dicha Recomendación, así como las posibles variaciones que propone sobre ella (ejemplos de ello son la adopción por parte de la ETSI, con leves cambios, de los protocolos [Q.921 (I.441)], [Q.931] o IUA [RFC 4233] en sus especificaciones [ETS 300 324], [ETS 300 402-1] y [TS 102 332], respectivamente).

⁵² Parte de la señalización ISUP/BICC es mapeada a la señalización SIP y el resto, sin equivalencia en SIP, es encapsulada en el cuerpo de un mensaje NSS, transportado en un mensaje SIP.

2.3 Conclusiones

Este capítulo ha resumido las características base de los elementos implicados en la interconexión transparente de equipos RDSI de usuario con redes IP de Nueva Generación, las cuales condicionan las soluciones para alcanzar dicha interconexión.

En el escenario clásico, los terminales RDSI de usuario acceden a la red del operador (SCN) mediante una interfaz usuario-red, estandarizada por la ITU-T. Para que la sustitución de dicha SCN por una red IP sea transparente al usuario, será necesario conservar la interfaz usuario-red RDSI. Asimismo, la nueva red IP deberá seguir ofreciendo los mismo servicios RDSI que ofertaba la red clásica.

Bajo el entorno de las Redes de Nueva Generación a que se pretende migrar, la red del operador utiliza las tecnologías de VoIP para el transporte de los medios y la señalización. Este capítulo ha presentado las claves de funcionamiento de dichas tecnologías VoIP, incluyendo mecanismos de extensión, tales como la definición de perfiles H.248.1, que permitirán añadir a VoIP las funcionalidades adicionales que precisa el acceso desde los terminales RDSI.

Capítulo 3

Arquitecturas normalizadas de pasarelas de señalización DSS1 RDSI-Red VoIP

Existe una enorme cantidad de equipos RDSI de usuario desplegados en las redes públicas que soportan únicamente el servicio para el que fueron diseñados, y no el protocolo IP. Tras la migración de las redes clásicas a una única red VoIP convergente, debe ser posible su interconexión con dicha red basada en núcleo IP. Este capítulo evalúa los *intentos de normalización VoIP, realizados fuera del marco NGN*, aplicables a las pasarelas que permiten tal interconexión de forma transparente al usuario. Este estudio será completado en el Capítulo 4 con las aportaciones para dicha interconexión dentro de la arquitectura NGN.

El capítulo comienza con una clasificación de las pasarelas SCN-PSN a partir del tipo de interconexión que realizan, permitiendo centrar nuestro estudio en las pasarelas de acceso RDSI-VoIP. A continuación, el Apartado 3.2 evalúa los modelos, tanto funcionales como físicos, que los distintos organismos de estandarización proponen para dicha pasarela dentro de sus entornos de trabajo VoIP, planteando su unificación en un modelo común, y recoge asimismo las arquitecturas de protocolos normalizadas por dichos grupos de trabajo para el interfuncionamiento de la señalización de llamada UNI RDSI-VoIP. Posteriormente, el Apartado 3.3 valora diferentes propuestas de mejora del anterior modelo, realizadas por diversos borradores IETF, determinando cuales resultan de interés para el propósito de esta Tesis. Por último, el Apartado 3.4 referencia algunas de las implementaciones comerciales actualmente existentes para dicha pasarela, mostrando por un lado el interés del mercado por la misma y, por el otro, las carencias que presentan las soluciones disponibles.

3.1 Clasificación de las pasarelas SCN-PSN según los elementos interconectados

La especificación [TS 101 313] define una pasarela SCN-IP como el punto extremo de una red que proporciona comunicación en tiempo real, en ambos sentidos, entre un terminal IP y un terminal SCN, pudiendo conectarse físicamente a una o más redes IP y SCN. Sobre ello, la Recomendación [H.248.1] define las siguientes clases de pasarelas según el tipo de entidades que comunican:

- Pasarela troncal (TGW): interconecta una SCN (sus conmutadores de acceso o de tránsito TrE, terminando señalización NNI SCN), finalizando típicamente un gran número de circuitos digitales, a una red VoIP (terminando la señalización VoIP). Un ejemplo de pasarela troncal SCN-IP es la pasarela TIGIN propuesta en [Y.1451.1/G.799.1], la cual es controlada mediante el protocolo de control por llamadas PCC, constituido por MeGaCo como capa superior, y transportando la señalización SCN SS7 sobre IP mediante SigTran [RFC 2719].
- Pasarela residencial (RGW): conecta una línea analógica (con terminales POTS, terminando la señalización analógica) a una red VoIP (terminando la señalización VoIP), conteniendo típicamente una o dos líneas analógicas y situándose en las instalaciones del cliente.
- Pasarela de acceso (AGW): interconecta una interfaz usuario-red RDSI BRI o PRI (terminando la señalización DSS1 Q.931) a la red VoIP (terminando la señalización VoIP), situándose habitualmente en las instalaciones del operador.

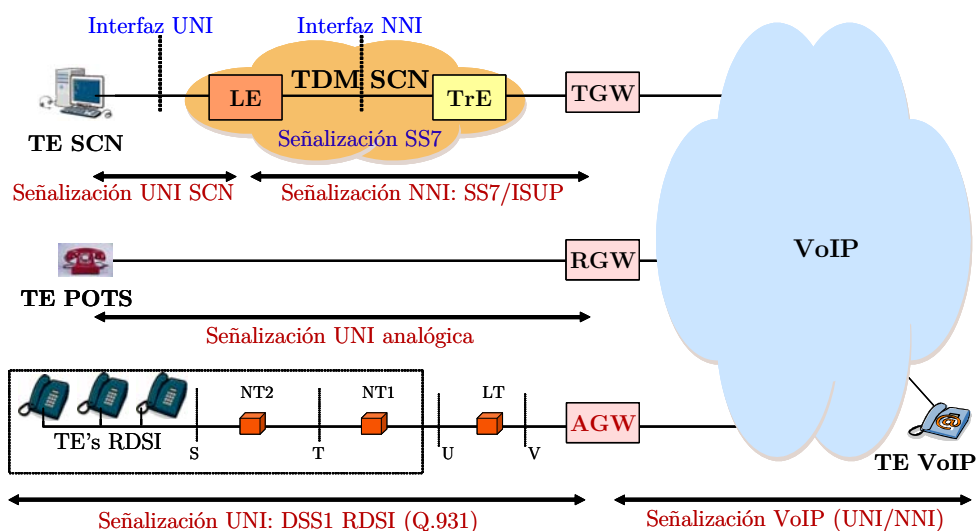


Figura 3.1: Tipos de pasarelas SCN-IP según los elementos interconectados

Asumiendo esta clasificación, la cual es ampliamente aceptada en los modelos de señalización [H.323] y SIP [RFC 3261], queda fijado nuestro **objeto de estudio sobre las pasarelas de acceso AGW**, las cuales deben dar soporte a la conexión transparente de un terminal RDSI con un terminal VoIP (o con otro terminal RDSI), usando la red VoIP como paso intermedio.

3.2 Modelo normalizado de pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP

Este apartado recoge los aspectos normalizados por los diferentes organismos de estandarización, dentro de sus entornos de trabajo MeGaCo y VoIP, en lo que respecta a la arquitectura funcional, física e interconexión de protocolos de señalización de llamada, de la pasarela que permite el acceso transparente desde una interfaz de usuario RDSI a una red VoIP.

3.2.1 Arquitectura funcional normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP

Dentro de la definición de la Infraestructura Mundial de la Información IMT [Y.100; Y.101; Y.110; Y.140] sobre la que deben implementarse las Redes de Próxima Generación NGN [Y.2001; Y.2011], [Y.140]/I resume las arquitecturas de las pasarelas propuestas, dentro del marco VoIP, por [ETSI TIPHON], IETF [RFC 3261; RFC 2719] e ITU-T [H.323; H.248.1] para el interfuncionamiento entre dominios basados o no en IP, las cuales representan los intentos de normalización existentes para la arquitectura de las pasarelas de acceso de los terminales RDSI a una red IP. Esta Tesis Doctoral realizará contribuciones que respeten dichas arquitecturas, completándolas para dar soporte a funcionalidades no contenidas en ellas.

Las especificaciones que describen los modelos de señalización VoIP [H.323], SIP [RFC 3261], MeGaCo [H.248.1], [IETF SigTran] y [ETSI TIPHON], recogen distintas referencias a las características que debe satisfacer una pasarela de interfuncionamiento entre la UNI RDSI (considerada por su evolución como una SCN) y la red IP del operador (PSN). La gran similitud entre todas ellas nos permite proponer un modelo común de arquitectura funcional para la pasarela de acceso, en el que quedan recogidas las líneas generales de todas¹ (Figura 3.2).

Sobre el anterior esquema común, deben contemplarse ciertas aportaciones adicionales realizadas por cada modelo en particular, recogidas en los siguientes subapartados.

¹ Dado el decreciente uso experimentado por H.323 en los últimos años, a consecuencia de su mayor complejidad, y coincidiendo con la arquitectura NGN, como protocolo VoIP para el control de llamadas propondremos únicamente el uso de **SIP**, mencionando a H.323 únicamente cuando ello aporte alguna propuesta que resulte de aplicación para ambos. La conexión de un usuario RDSI con un terminal H.323 siempre podrá lograrse mediante una pasarela que soporte el interfuncionamiento SIP-H.323 definido en el documento IETF [RFC 4123].

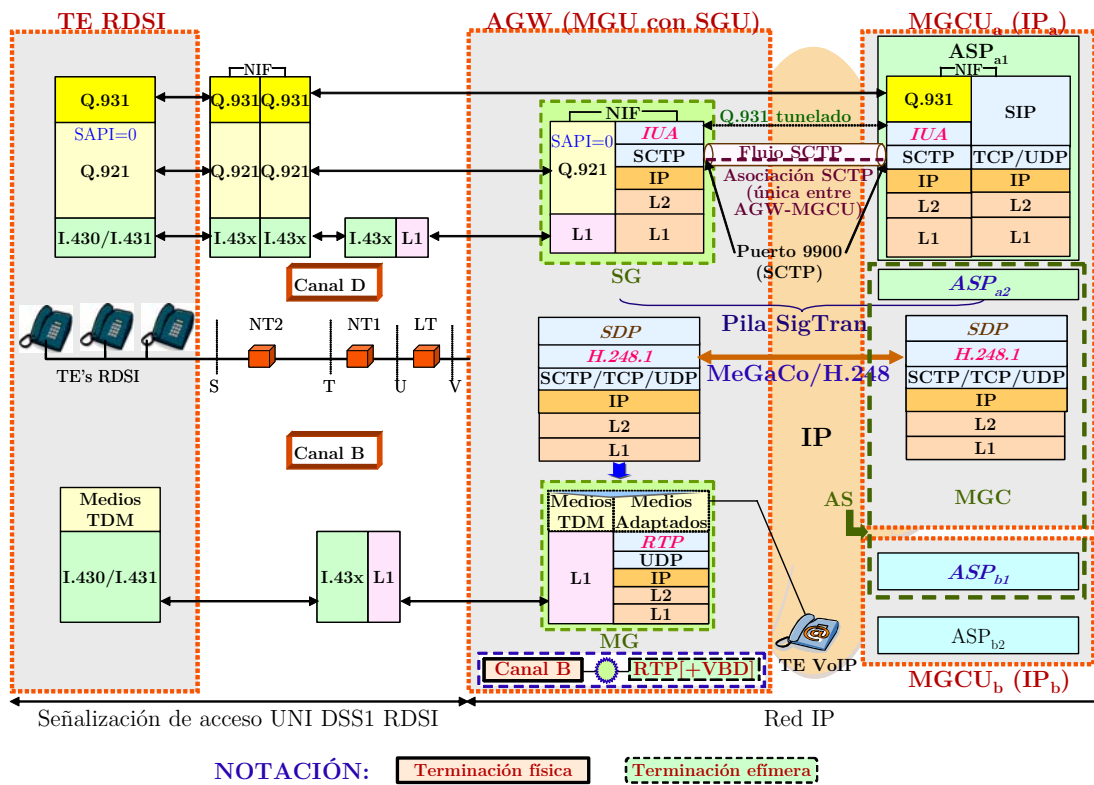


Figura 3.2: Arquitectura física y funcional normalizada de la pasarela de acceso DSS1 RDSI-VoIP

3.2.1.1 Modelos IETF/ITU-T MeGaCo y ETSI TIPHON

La primera versión del protocolo MeGaCo [H.248.1v1; RFC 3525], definida conjuntamente por ITU-T e IETF (Apartado 2.2.2.1), fue diseñada para satisfacer la propuesta [RFC 2805], la cual describe parte de las características que deben cumplir las pasarelas que realizan el interfuncionamiento entre una red VoIP y las redes SCN². Las siguientes versiones de MeGaCo [H.248.1v2; H.248.1] amplían y corrigen su versión anterior, referenciando a [RFC 2805] con carácter informativo.

La ETSI, dentro de su proyecto [ETSI TIPHON] para la migración de las SCNs a redes basadas en IP, propone en [TS 101 313] una descripción de las entidades funcionales que pueden conformar las pasarelas de acceso, coincidiendo con las planteadas por [H.248.1]³:

² Entre otras, [RFC 2805]/11.1.1 establece que las pasarelas de acceso que terminen circuitos TDM (SCN) deben soportar llamadas multitasa y canales H (nx64).

³ Para simplificar la nomenclatura, a lo largo de la Tesis se usará H.248.1 para referirnos al protocolo MeGaCo en general, tanto en su versión 3 como en anteriores, escribiendo H.248.1vX cuando se quiera aludir expresamente a una versión concreta. Igual criterio se seguirá para referenciar a cualquier otro documento que presente varias versiones, tales como [Q.931] o [ES 283 002 v2.1.0].

- a) **Controlador de pasarela de medios (MGC⁴)**: actúa como punto de origen/terminación de los protocolos de señalización de llamada SCN (Q.931 para RDSI) en cooperación con la SG, y de la red VoIP, realizando la traducción entre ambas. Basándose en dicha señalización, controla mediante H.248.1 las partes del estado de la llamada que atañen al control de la conexión para canales de medios en una MG, gestionando los recursos en las MGs y pudiendo aplicar políticas de acceso sobre ellas.
- b) **Pasarela de medios (MG)**: en un extremo termina los canales portadores SCN tales como los canales B RDSI (normalmente con codificación de la voz mediante codec [G.711]), terminando en el extremo IP los trenes RTP/RTCP con sus distintos codecs (como G.711 o G.723.1), y realizando la conversión de medios entre ambos. Para dicha conversión, en el sentido de la SCN a la red IP termina los flujos de medios SCN, convierte el formato de los medios de una red a la otra, empaquetándolos si aún no lo están (incluyendo cancelación de eco, traducción de codecs y memoria tampón para compensar las fluctuaciones de fase jitter y wander⁵), y envía dichos datos a la red IP (usando resolución de direcciones IP), realizando estas operaciones en sentido inverso para un envío desde la red IP a la SCN. Es controlada por el MGC mediante H.248.1, debiendo soportar detección de eventos.
- c) **Pasarela de señalización (SG)**: entidad opcional, dedicada de manera exclusiva a tareas de señalización, termina las capas de señalización SCN ubicadas bajo el protocolo de control de llamada (terminaría Q.921 en RDSI), transportando la señalización de llamada (Q.931 para RDSI) hacia el MGC sobre la interfaz de paquetes IP.

3.2.1.2 Modelo ITU-T H.323

Según la Recomendación [H.323], la pasarela RDSI-VoIP debe realizar entre ambos lados, como mínimo, la conversión necesaria de control y medios (descrita en [H.246]), incluyendo los procedimientos de establecimiento y liberación de la comunicación. Para lograr dicha funcionalidad, propone una descripción a bajo nivel de los componentes funcionales que deben conformar la pasarela, identificando las entidades funcionales en que podrían ubicarse cada uno de ellos:

- a) Terminación de señalización RDSI (puede ser realizada por las entidades funcionales MGC o SG): asumiendo interfaces RDSI básicas, o primarias con funcionamiento FAS, esta tarea es realizada por un único componente funcional, encargado de terminar la señalización RDSI y transportar la señalización de control de llamada al control de recursos de capa superior.

⁴ En algunos contextos es referenciado como Agente de Llamadas (CA). Asimismo, cuando se le añaden características adicionales, como tarificación, suele denominarse Softswitch [RFC 3398], pudiendo actuar como LE o TrE.

⁵ [Y.1451.1/G.799.1] apunta que para lograr el transporte fiable de datos RDSI a 64 kb/s sobre una red IP es necesario poder fijar los parámetros de la memoria tampón de fluctuación de fase, dejando para un estudio futuro los requisitos de dicha memoria (influidos por el tipo de datos o medios transportados).

- b) Terminación de señalización VoIP (puede ser realizada por las entidades funcionales MGC o SG): comprende un componente funcional por cada protocolo de señalización (H.225.0 RAS, H.225.0 Q.931 y H.245, para el modelo H.323).
- c) Terminación de medios de paquetes y de circuitos (realizada por la entidad funcional MG): termina la interfaz de medios de paquetes RTP y el canal de medios RDSI, adaptando los medios que se proporcionan en un lado al formato requerido en el otro.
- d) Control de recursos: constituye la lógica de control de la pasarela, comprendiendo dos componentes funcionales comunicados entre sí por el protocolo H.248.1:
- Control de recursos de capa superior (realizado por la entidad funcional MGC): a partir de la señalización recibida desde ambos lados de la pasarela, realiza el interfuncionamiento entre ambas, y envía mensajes H.248.1 a la función de control de recursos de capa inferior, para que realice la reserva de recursos requerida por los procedimientos de control recogidos en esa señalización.
 - Control de recursos de capa inferior (realizado por la entidad funcional MG): se encarga de la creación, modificación y supresión de conexiones de medios de la pasarela (esto es, la reserva de los recursos físicos necesarios para operar con esos medios), indicadas por los mensajes H.248.1 recibidos del control de recursos de capa superior.

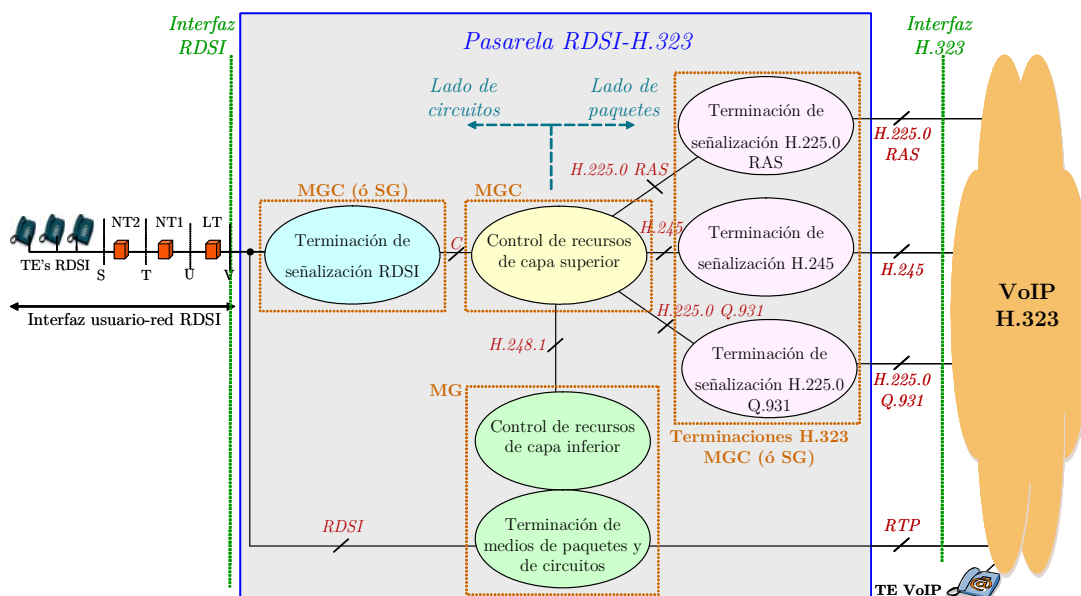


Figura 3.3: Arquitectura funcional de la pasarela ITU-T UNI RDSI - red VoIP H.323

3.2.1.3 Modelos IETF SIP y SigTran

Dentro del grupo de trabajo [IETF SIP], el documento [donovan-sip-gw-client] realizó un primer análisis de las características que debe presentar la pasarela RDSI-VoIP para el entorno SIP. Estas características fueron recogidas en la especificación del protocolo SIP [RFC 3261], la cual indica que,

para construir una arquitectura completa, SIP debe emplearse conjuntamente con otros protocolos, tales como H.248.1, adoptando implícitamente la arquitectura de pasarelas descrita para el entorno MeGaCo (Apartado 3.2.1.1). De igual modo, el grupo de trabajo [IETF SigTran] también adopta dicho modelo de pasarela distribuida, tal como indica [RFC 2719].

3.2.2 Arquitectura física normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP

En lo que respecta a la implementación física de las anteriores entidades funcionales, los distintos modelos MeGaCo, ETSI TIPHON, H.323, SIP e IETF SigTran, coinciden en definir las mismas unidades físicas, ubicadas en un sólo equipo (arquitectura monolítica o compuesta, Figura 3.4) o bien de manera distribuida (arquitectura distribuida, descompuesta o desglosada⁶, Figura 3.5), dejando a los suministradores de pasarelas libertad para decidir la distribución que más convenga a partir del escenario de aplicación:

- Unidad de Control de Pasarelas de Medios (MGCU): entidad física que implementa, al menos, la función MGC.
- Unidad de Pasarela de Medios (MGU): entidad física que contiene, al menos, la función MG, pudiendo albergar otras funciones tales como la SG.
- Unidad de Pasarela de Señalización (SGU): entidad física que sólo contiene la función SG.

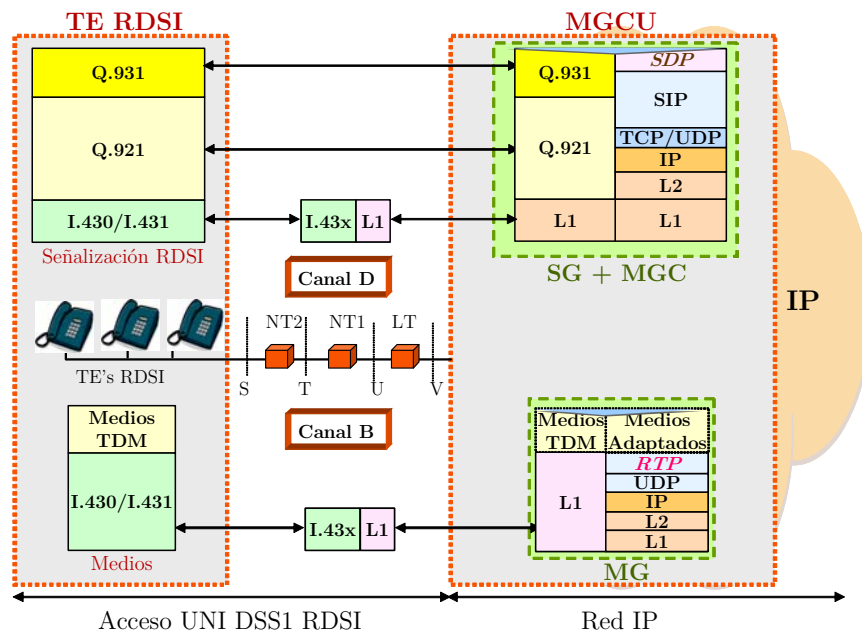


Figura 3.4: Arquitectura física y funcional normalizada de pasarela monolítica de acceso DSS1 RDSI-VoIP

⁶ [H.323] indica que la pasarela distribuida es una entidad virtual constituida por, al menos, dos componentes físicos distantes. Asimismo, añade que una misma entidad funcional MG o SG puede ser implementada por una o varias unidades físicas MGUs o SGUs, respectivamente.

Según afirma [H.248.1], desde la perspectiva de un sistema no hay diferencias entre una pasarela físicamente distribuida y una pasarela monolítica, debiendo interfuncionar entre sí ambos tipos de pasarela.

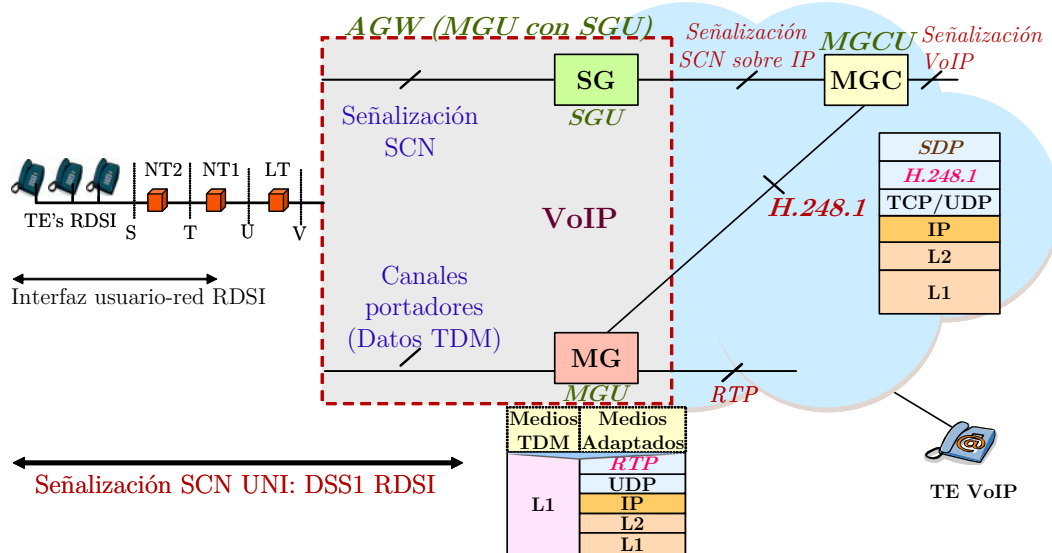


Figura 3.5: Arquitectura física distribuida de pasarela de acceso DSS1 RDSI-VoIP

Para señalizaciones SCN en las que el canal de señalización es transportado (a nivel físico) junto a los canales de datos, como sucede en los accesos RDSI, los diferentes modelos coinciden en la necesidad de que la función SG sea ubicada conjuntamente con la MG en un mismo equipo físico MGU, denotado por AGW⁷. Esto obliga a que la pasarela distribuida UNI RDSI-VoIP tenga la arquitectura representada en las Figuras 3.2 (arquitectura funcional normalizada) y 3.5 (arquitectura física). Sobre ello, los modelos añaden las siguientes puntualizaciones:

- Respecto a la relación entre las entidades físicas y funcionales, [H.323] propone que las funcionalidades de señalización (para RDSI, la entidad funcional SG terminaría hasta el nivel de enlace RDSI Q.921, y el MGC la capa de red Q.931) puedan ubicarse conjuntamente en una única unidad física (MGCU), o repartirse entre varias (MGU-SGU y MGCU).
- [TS 101 313] advierte que la comunicación interna entre MG y SG puede o no seguir un estándar. Del mismo modo, [H.323] sólo propone los protocolos para algunas de las interfaces de su modelo funcional, dejando otras sujetas a propuestas específicas.
- [H.323] establece que una pasarela distribuida siempre debe presentar una (y sólo una) MGCU y una o más MGUs, lo que exige la existencia de la interfaz H.248.1. Por el contrario, la pasarela monolítica presenta como principal diferencia funcional la ausencia del protocolo H.248.1 (Figura 3.4).

⁷ Aunque, conforme al Apartado 3.1, el término AGW denota a toda la pasarela de acceso, cuando ésta es implementada de forma distribuida en MGU y MGCU, suele ser habitual referenciar al equipo MGU como pasarela de acceso AGW, al reutilizarse una misma unidad MGCU de forma común para varias MGUs. A lo largo de esta Tesis se usará dicha notación cuando se aluda a pasarelas de acceso distribuidas.

- [RFC 2719]/2.1 define el uso de los protocolos SigTran únicamente en la interfaz SG-MGC, extendiéndolo a la interfaz SG-SG sólo cuando la función SG sea dividida en varias unidades físicas por cuestiones de escalabilidad. No obstante, afirma que, potencialmente, SigTran podría ser aplicado a las interfaces MGC-MGC y MG-MGC si los protocolos de señalización asociados a dichas interfaces lo requiriesen.

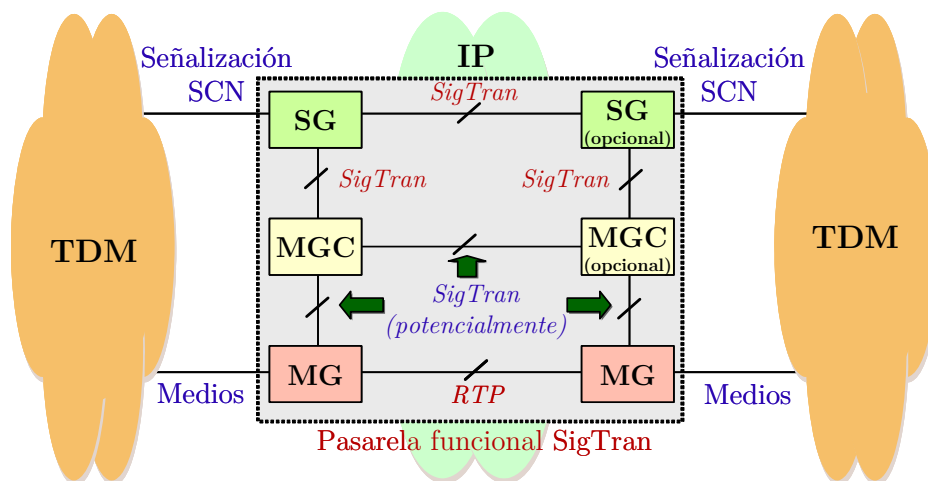


Figura 3.6: Aplicación de los protocolos SigTran en una pasarela distribuida

Por mi parte, creo conveniente realizar las siguientes **aclaramientos** relativos a la identificación de las entidades funcionales SG/MG particularizadas al acceso desde una interfaz RDSI:

- Conforme a su definición, la SG debe encargarse exclusivamente del transporte de la señalización de llamada Q.931. Consecuentemente, y teniendo en cuenta los distintos servicios portadores RDSI (modos circuito, paquete y trama):
 - SG: termina el protocolo Q.921 del canal D, extrayendo el campo de información exclusivamente de las tramas LAPD "I, UI" con SAPI 0. De este modo, extrae los mensajes de señalización de llamada RDSI Q.931, enviándolos hacia el MGC.
 - MG: es responsable del transporte de la información de usuario, lo cual incluye:
 - ▶ Canales B (modos circuito, paquete y trama).
 - ▶ Terminación del protocolo Q.921 de canal D, extrayendo el campo de información de las tramas LAPD "I, UI" con SAPI 16 (modo paquete) y SAPIs 32-62 (modo trama).

La representación de la arquitectura funcional normalizada (Figura 3.2) sólo contempla los servicios portadores RDSI en modo circuito, motivo por el que la única función operativa en el canal D es la SG. Ello no debe llevar a una conclusión errónea. En el canal D operan tanto SG como MG.

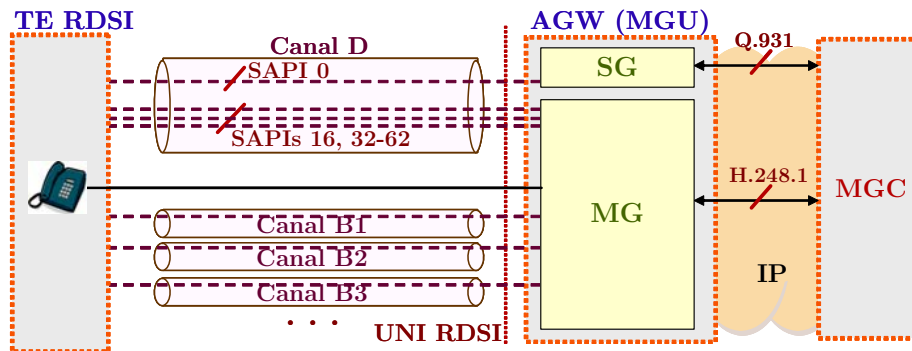


Figura 3.7: Relación entre las entidades funcionales SG/MG y los canales RDSI

- b) [H.248.1] propone el uso del protocolo MeGaCo exclusivamente para el control, por parte de la entidad funcional MGC, de los canales de medios (información de usuario). Aplicado a la interfaz RDSI, ello significa que MeGaCo opera sobre la MG, por lo que potencialmente puede intervenir en el transporte tanto del contenido de los canales B, como de los flujos de canal D correspondientes a los modos paquete (SAPI 16) y trama (SAPIs 32-62).
- c) A consecuencia de lo anterior, la interpretación del protocolo Q.921 es una funcionalidad común a SG y MG, lo que en principio parece justificar que ambas deban estar implementadas en el mismo equipo físico AGW, tal como apuntan los diferentes modelos. No obstante, la aplicación de pseudocables (PWs)⁸ permitiría una separación física de dichas funciones:
- TDMPWs TDMoIP AAL2 [RFC 4197; RFC 5087; Y.1452; Y.1414]⁹: permiten transportar a equipos distintos el canal D (equipo que seguiría teniendo las funciones SG y MG) y el canal B. Véase la Figura 3.8A.
 - HDLCPWs [RFC 4349; RFC 4618]¹⁰: aplicando, a la entrada (PE) del pseudocable, un preprocesamiento de las tramas LAPD de canal D, permitiría transportar a equipos físicos distintos las tramas con SAPI 0 (función SG) y las tramas con SAPI 16 y 32-62 (función MG). Véase la Figura 3.8B.

⁸ Definidos por el grupo de trabajo IETF [PWE3] como un mecanismo encargado de emular los atributos esenciales (calidad de voz, latencia, temporización y características de señalización) de un servicio nativo, basado en circuitos L1 (tal como TDM) o tramas L2 (tales como HDLC o Frame Relay), sobre una PSN (IP o MPLS) [RFC 3916; RFC 3985]. Pueden apoyarse en diversas técnicas de tunelado (etiquetas MPLS [RFC 3031], ID de Sesión L2TPv3 [RFC 3931], Identificador del circuito emulado ECID [IEEE 802.3], Puerto UDP, ...).

⁹ La encapsulación con reensamblado de la estructura o TDMPWs TDMoIP AAL2 ofrece un servicio de emulación de bucles (LES [af-vmoa-145.001]) mediante la reutilización de la capa ATM AAL2 [I.363.2], con ciertas particularidades.

¹⁰ Estos PWs permiten la encapsulación transparente (“interfaz a interfaz”, “puerto a puerto” o “muchos a uno”) de las tramas HDLC sobre una PSN.

Estos pseudocables serían transparentes a los terminales RDSI y a las funciones SG/MG, por lo que la decisión de su uso sólo responde a cuestiones de implementación. No obstante, bajo esta descomposición, sería necesario trasladar el control de la interfaz física RDSI (Apartado 3.3.3.3) del MGC al nodo de entrada del pseudocable (PE1), lo que supone un aumento de la complejidad sin aportar ningún beneficio que lo compense, motivo por el que considero que esta descomposición no resulta recomendable.

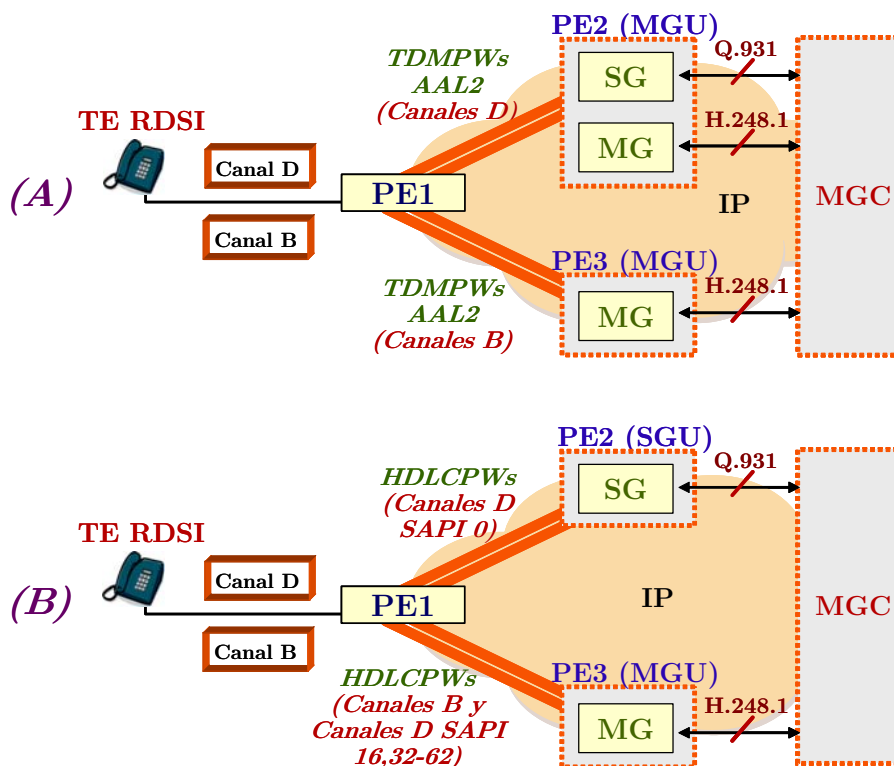


Figura 3.8: Aplicación de pseudocables para la separación física de las funciones SG y MG

3.2.3 Interfuncionamiento de los protocolos de control de llamada DSS1 RDSI-VoIP

Como aspecto esencial en la normalización de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP, debe definirse como realizar en ella el interfuncionamiento entre los protocolos de señalización de llamada Q.931 y SIP. La Recomendación [Y.1401] indica que el interfuncionamiento de una red IP con las redes clásicas, tales como la RDSI, puede realizarse mediante dos posibles tipos de interfuncionamiento, bien por traducción/correspondencia de protocolos o bien por encapsulado/tunelado [Y.1251] (Figura 3.9).

Tradicionalmente, el interfuncionamiento entre los protocolos Q.931 y SIP se ha realizado conservando la SCN TDM, con el protocolo NNI SS7 ISUP como paso intermedio, tanto mediante encapsulado

de ISUP sobre SIP¹¹, como por correspondencia entre ambos¹². La sustitución de las redes clásicas por una única red IP, entorno en que se centra esta Tesis, hace necesaria la eliminación de esa SCN intermedia, debiendo acudir obligatoriamente a mecanismos de interfuncionamiento RDSI-VoIP directos. En consecuencia, y respetando en todo momento las líneas marcadas por las Recomendaciones de interfuncionamiento [Y.1251; I.510], para el interfuncionamiento directo Q.931-SIP se definen dos posibles mecanismos, analizados en los siguientes subapartados.

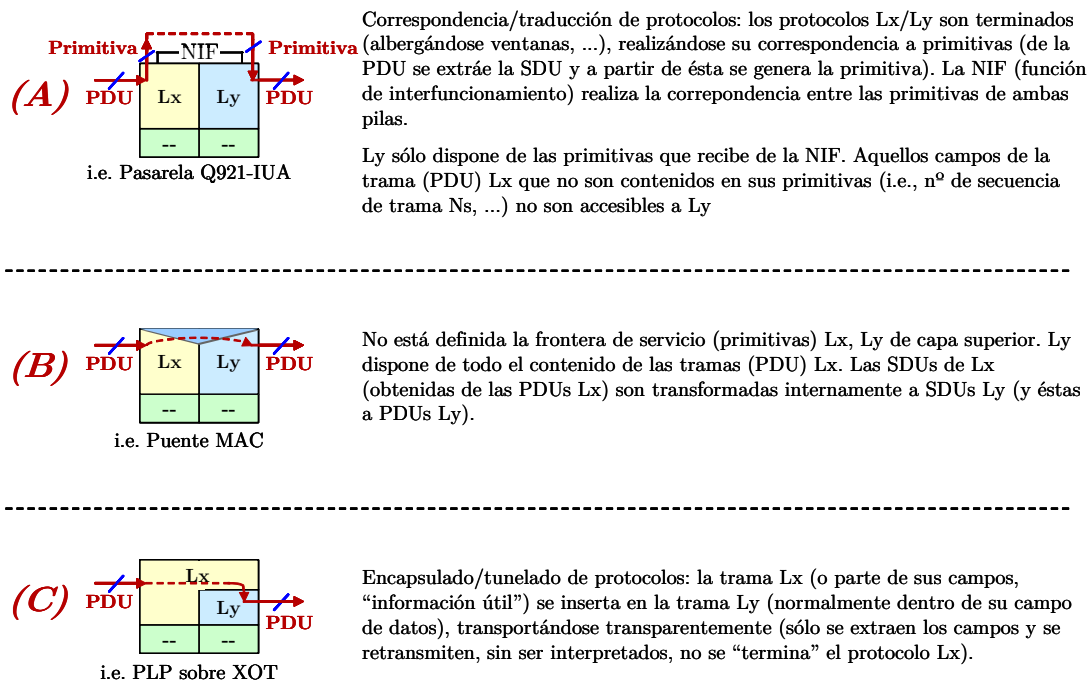


Figura 3.9: Notación para la representación de los distintos modelos de interfuncionamiento

3.2.3.1 Correspondencia de los protocolos Q.931 y SIP

Independientemente de que la pasarela de acceso sea implementada físicamente de manera monolítica o distribuida, sería necesario disponer del mecanismo de traducción entre los mensajes DSS1 Q.931 o SIP (aplicado por el MGC, Figura 3.2). Éste fue inicialmente estudiado en el borrador [kotar-sipping-dss1-sip-iw] del grupo de investigación [IETF Sipping], pero fue abandonado. Tras ello, esta correspondencia no ha sido definida por ninguno de los grupos de trabajo VoIP, motivo por el que ha tenido que ser abordada dentro de las especificaciones NGN (en concreto, por la ETSI en [TS 183 036]), como se verá en el Capítulo 4.

¹¹ Definido en SIP-T [RFC 3372], se basa en el encapsulado de ISUP en cuerpos MIME [RFC 3204], correspondiendo a SIP-I o Perfil SIP C [Q.1912.5; Q.Sup45].

¹² Mencionada en SIP-T [RFC 3372], especificada como Perfil SIP A en [TS 129 163], y detallada por el IETF para señalización ISUP en bloque [RFC 3398] o solapada [RFC 3578].

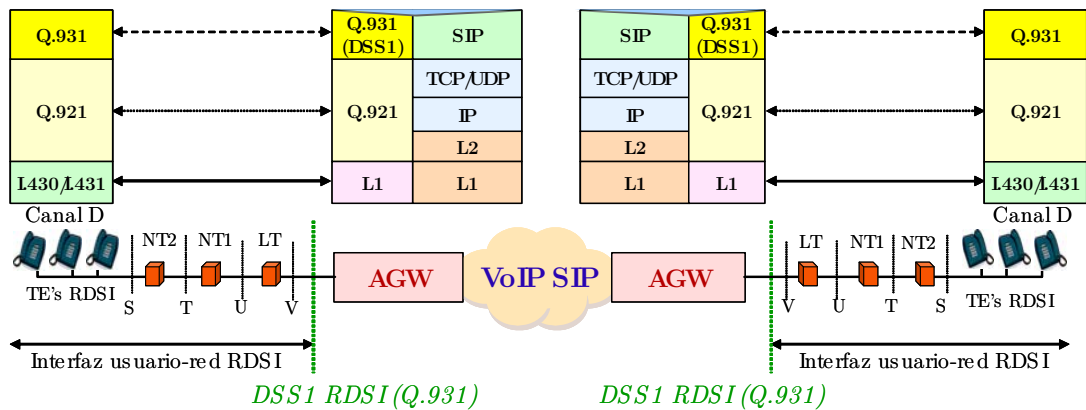


Figura 3.10: Ejemplo de interfuncionamiento por traducción de protocolos entre DSS1 Q.931 y SIP, bajo una arquitectura monolítica de pasarela de acceso

3.2.3.2 Encapsulado de DSS1 Q.931 en una red IP, SigTran

En caso de que la pasarela de acceso esté físicamente distribuida, resulta necesario un mecanismo para transportar la señalización Q.931 sobre la red IP entre la SG y el MGC (Figura 3.2). La arquitectura SigTran [RFC 2719; RFC 4166] (Figura 3.11) propone las torres de protocolos necesarias para transportar la señalización nativa SCN, tal como Q.931 y SS7 ISUP, encapsulándola de forma transparente sobre redes IP. En concreto, propone el tunelado de la señalización telefónica SCN sobre los protocolos o capas de adaptación de usuario (UALs) definidos por SigTran, recomendando el transporte de éstas últimas sobre el protocolo SCTP [RFC 4960].

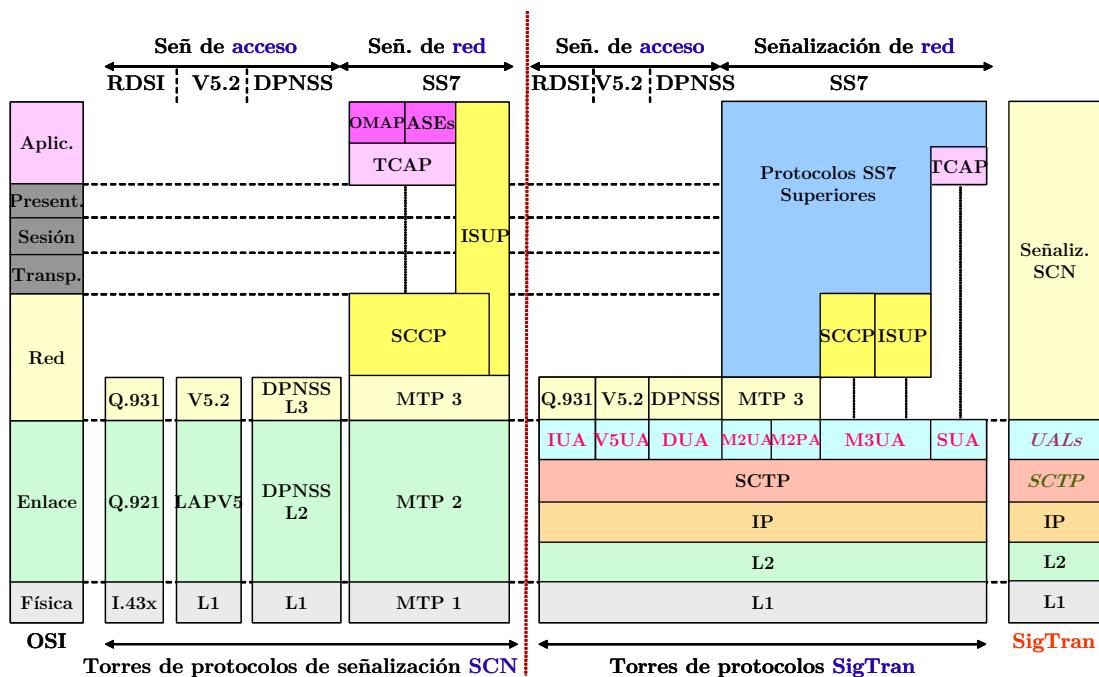


Figura 3.11: Arquitectura de protocolos SigTran

Respecto al protocolo DSS1 Q.931, y coincidiendo con [H.323], [RFC 2719; RFC 4166] resaltan cómo, dada su naturaleza asimétrica¹³, el mecanismo de encapsulado debe garantizar que el intercambio de mensajes Q.931 se realice siempre entre un terminal RDSI y un elemento de red (el MGC conforme al Apartado 3.2), pero nunca con otro equipo de usuario. Consecuentemente, [RFC 2719] propone que la función SG termine la señalización RDSI hasta el nivel de enlace Q.921 y encapsule hacia la MGCU la señalización de nivel 3 Q.931 sobre el protocolo SigTran IUA (capa de adaptación de usuario RDSI Q.921) [RFC 4233; TS 102 332]¹⁴, a la que denomina “señalización de retorno o retroceso”, transportando IUA sobre una asociación SCTP¹⁵ o TCP (si no son precisos los mecanismos de redundancia de SCTP) (Figura 3.2)¹⁶. El MGC termina Q.931, generando la señalización VoIP SIP necesaria para ofrecer el servicio conforme al mecanismo de correspondencia indicado en el Apartado 3.2.3.1.

IUA [RFC 4233] ofrece la concentración de flujos Q.921 de canal D¹⁷, transportando la información útil de cada uno de ellos, con soporte de accesos RDSI BRI y PRI (FAS y NFAS). Define las siguientes entidades funcionales (indicadas en la Figura 3.2):

- Pasarela de señalización (SG, coincidente con la indicada en la arquitectura funcional del Apartado 3.2.1): ubicada en la MGU (AGW), termina completamente la señalización de llamada RDSI (canal D) a nivel de enlace LAPD [Q.921 (I.441)]¹⁸, pudiendo acceder a uno o varios ASPs distribuidos. Contiene la función de interfuncionamiento nodal (NIF), encargada de realizar la correspondencia de las primitivas Q.921/Q.931 a primitivas IUA equivalentes (transportadas en mensajes IUA QPTM)¹⁹.

¹³ Al tratarse de un protocolo de señalización de acceso o UNI, en oposición a protocolos NNI como ISUP o QSIG, simétricos al emplearse entre dos entidades de red.

¹⁴ Para dicha encapsulación, [RFC 2719] identifica como requisitos que el retraso de ida y vuelta de los mensajes [Q.931] no debe exceder de cuatro segundos y que el temporizador T309 (tiempo que permanece desconectado el enlace de datos) aplicado a los mismos debe configurarse a 12 segundos.

¹⁵ Cada par de nodos SCTP puede establecer entre sí una única asociación SCTP. Cada asociación puede transportar uno o varios flujos SCTP (canales lógicos unidireccionales), identificados por un identificador de flujo. Así, para que una asociación SCTP sea bidireccional deberá contener, al menos, un flujo en cada sentido.

¹⁶ Según [RFC 4960], una asociación SCTP (igual para TCP) que transporte mensajes IUA usará el puerto 9900 [IANA Port]. El transporte de mensajes IUA sobre SCTP se realiza mediante pedazos SCTP de tipo DATA (ID 0), con identificador de protocolo encapsulado de valor 1 (mensajes IUA) [IANA SCTP].

¹⁷ Diferenciados por su DLCI (TEI y SAPI) y el identificador IID de la interfaz a la que pertenece dicho canal D.

¹⁸ La máquina de estados Q.921, incluyendo la asignación de TEIs, residirá en la función SG, encargada de terminar dicho protocolo. IUA informará al ASP sobre el uso de los TEIs (mediante el campo DLCI de su cabecera y los mensajes IUA *TEI Status*). Los TEI's automáticos (rango “64-126”) sólo podrán ser solicitados por los TEs RDSI, mientras que los no automáticos (rango “0-63”) serán directamente asignados por la AGW, mediante provisionamiento, tras la activación de la capa física.

¹⁹ Las capas Q.921 e IUA son terminadas completamente en la SG (ésta implementa, por ejemplo, el control para el asentimiento de las ventanas Q.921 e IUA).

- Proceso de Servidor de Aplicación (ASP): instancia de proceso, ejecutada en un equipo físico (o host), que controla una o varias SGs (cada MGCU puede implementar varios ASPs).
- Servidor de Aplicación (AS): entidad lógica que termina la señalización Q.931, constituida por uno o varios ASPs, distribuidos en distintos equipos físicos MGCUs para respaldo o balanceo.

IUA corresponde así a un protocolo asimétrico respecto a su nivel superior, presentando un conjunto de primitivas distintas en el ASP (primitivas similares a las Q.921/Q.931) y en la SG (función NIF encargada de adaptar las primitivas Q.921/Q.931 a IUA). IUA no impone ninguna restricción sobre el protocolo transportado sobre Q.921²⁰. Así pues, aunque IUA se use habitualmente para transportar señalización Q.931²¹, soporta cualquier protocolo susceptible de ser transportado sobre Q.921, tal como PLP [X.25] o tráfico FR [Q.922 (LAPF); Q.933 (03); X.36]²².

Respecto a la asociación SCTP sobre la que se transportan los mensajes IUA entre la SG y el ASP, [RFC 4233] indica que, por defecto, el ASP actuará de cliente SCTP (enviando el mensaje INIT)²³. La solicitud de establecimiento de un enlace de datos Q.921/Q.931 sobre el canal de señalización IUA podrá ser realizada tanto por el ASP como por la SG.

[RFC 4233] propone que, para cada canal D, la capa IUA de la SG contenga una asociación entre: el identificador IUA de interfaz IID asignado a dicho canal de señalización (realmente, a la interfaz física que lo contiene, con significado local entre SG y ASP), el AS asociado a ese IID, el ASP de dicho AS que procesa la señalización de ese canal D, el host (MGCU) que aloja dicho ASP (identificado por una dirección de transporte SCTP), y los dos flujos SCTP con sentido opuesto²⁴ por los que se envían los mensajes IUA dentro de la asociación SCTP establecida entre la SG y ese ASP (MGCU).

Si MeGaCo es transportado sobre SCTP, tal como indica el borrador [bo-megaco-isdn-01] podría usarse una misma asociación SCTP para MeGaCo e IUA (diferenciando los flujos mediante el campo “identificador de protocolo encapsulado” de la cabecera SCTP). Aunque [bo-megaco-isdn-bcp] afirma que la mejor práctica sería emplear asociaciones SCTP diferentes con identificadores de flujo distintos,

²⁰ Las primitivas de Q.921 con su nivel superior (a las que equivalen los mensajes IUA QPTM) son las mismas independientemente de cual sea dicho protocolo de nivel superior.

²¹ Bajo la arquitectura normalizada (Figura 3.2), IUA es empleado únicamente para transportar los flujos de señalización RDSI, de modo que el campo DLCI de dichos mensajes IUA siempre presentará SAPI 0.

²² El modo trama o FR en canal D (SAPI 32-62) se soporta sobre tramas Núcleo-LAPF con formato de dirección de dos octetos, pudiendo coexistir con LAPD en el mismo canal. Consecuentemente, IUA también podrá usarse para concentrar tramas FR del canal D.

²³ No obstante, no hay ningún inconveniente funcional que impida que sea la SG quien actúe de cliente, enviando el SCTP INIT (provisionando en ella la IP y puerto SCTP para IUA del ASP), tal como se implementó en el proyecto [FONOPAC].

²⁴ Según [bo-megaco-isdn-01], parece una opción lógica emplear el mismo número de identificador de flujo SCTP (ID) para ambos flujos.

esto incumpliría la restricción, impuesta por [RFC 4960], que limita a uno el número máximo de asociaciones SCTP que pueden ser establecidas, en un determinado instante, entre dos nodos SCTP²⁵.

3.2.4 Conclusiones

La Figura 3.2 resume la arquitectura física y funcional, normalizada entre los distintos grupos VoIP, para el acceso transparente de los terminales RDSI a una red IP. Dicha propuesta establece las principales características de la pasarela de acceso encargada de realizar tal interconexión, pero deja múltiples aspectos sin resolver. En concreto, los relativos al soporte de los distintos servicios portadores RDSI (requisito buscado por la NGN, Capítulo 4, y objetivo de esta Tesis) son los siguientes:

- a) Requisitos generales para los distintos servicios portadores:
 - Correspondencia entre los protocolos de señalización de llamada Q.931 y SIP, aplicada en el MGC. Ello incluye la descripción SDP de los medios requerida por SIP.
 - Procedimientos exclusivos para la pasarela distribuida, AGW:
 - ▶ Coordinación entre los protocolos Q.931, IUA y MeGaCo para la identificación de las interfaces/canales RDSI.
 - ▶ Procedimientos que permitan al MGC controlar o conocer el estado de las interfaces físicas RDSI (estado en/fuera de servicio), cuya necesidad será justificada en el Apartado 3.3.3.

- b) Servicios portadores en modo circuito sobre canal B: la arquitectura normalizada únicamente contempla llamadas monocanal, soportadas mediante una terminación MeGaCo física de canal B, ubicada en un contexto junto a una terminación MeGaCo efímera basada en protocolo RTP (además de los protocolos para el transporte de datos en banda vocal VBD sobre IP, Apartado 2.2.1.1). Respetando esta arquitectura, es necesario analizar en detalle cada servicio portador mono/multicanal RDSI para detectar sus particularidades. Ello implica:
 - Detección de los protocolos de transporte adicionales que puedan ser requeridos en la red IP para poder soportar estos servicios, especialmente en los basados en dos o más canales B (servicios agregados o multicanal).
 - Definición más detallada del uso de MeGaCo para el control de la pasarela de acceso distribuida AGW, tanto en las terminaciones del lado RDSI como en las del lado IP:
 - ▶ Definición de nuevas propiedades y señales/eventos (paquetes MeGaCo).

²⁵ Salvo que el MGC actuase virtualmente como dos nodos SCTP distintos, uno para MeGaCo y otro para IUA.

- ▶ Descripción SDP de los medios (descriptores Local/Remote): bajo la arquitectura normalizada sólo queda definida esta descripción en la terminación del lado IP, y para los protocolos RTP y de transporte de modems. Así pues, deberán evaluarse tanto los protocolos de transporte adicionales requeridos sobre IP, como la descripción de medios en la terminación del lado RDSI (útil, por ejemplo, para indicar adaptaciones de velocidad o el codec en RDSI).
- c) Servicios portadores en modo paquete y trama sobre canal D y B: no son contemplados en la arquitectura normalizada, por lo que deben definirse los distintos aspectos necesarios para su soporte:
- Ubicación y arquitectura física de los manejadores PH/FH que sustentan estos servicios.
 - Arquitecturas de protocolos de transporte en los distintos equipos de red implicados.
 - Implicación de MeGaCo en el soporte de estos servicios (bajo una pasarela distribuida AGW).

En el resto de la Tesis se intenta dar solución a estas cuestiones.

Desde un punto de vista funcional, una pasarela monolítica UNI RDSI-VoIP equivale a una pasarela físicamente distribuida en la que la comunicación entre AGW (SG y MG) y MGC se realiza de forma interna²⁶. Consecuentemente, de manera general, **realizaré el análisis** de los aspectos anteriores **sobre las pasarelas distribuidas**, dotadas de un mayor número de interfaces externas. Las conclusiones alcanzadas podrán trasladarse directamente a las pasarelas monolíticas, con tal de omitir aquellas relativas a la comunicación entre AGW y MGC, que se hará internamente.

3.3 Propuestas de ampliación del modelo normalizado de pasarela de acceso distribuida UNI RDSI-VoIP

Diversos borradores IETF proponen extensiones sobre la anterior arquitectura funcional normalizada de pasarela de acceso (Figura 3.2), asumiendo la distribución física distribuida²⁷ y centrándose principalmente en el protocolo MeGaCo. Se evaluarán aquellas que resultan de utilidad para el objetivo de esta Tesis, enumeradas a continuación:

- Mecanismos para la coordinación en la identificación de las interfaces y canales RDSI entre los protocolos IUA, MeGaCo y Q.931.

²⁶ La pasarela monolítica es mucho más simple desde la perspectiva de la red, no usando los protocolos H.248.1 ni IUA/SCTP.

²⁷ Todas las propuestas asumen que AGW y MGC son equipos físicos distantes, usando MeGaCo e IUA para comunicarse entre ellos.

- Evaluación de la conveniencia de crear terminaciones MeGaCo de canal D para monitorización, control de la función SG o soporte de los modos paquete y trama en dicho canal.
- Procedimientos que permitan al MGC conocer o controlar el estado de las interfaces físicas RDSI básicas (des/activadas) y de los puertos de usuario RDSI de la AGW.

3.3.1 Coordinación en la identificación de las interfaces/canales RDSI en IUA, MeGaCo y Q.931

En la arquitectura normalizada (Figura 3.2), los mensajes IUA, MeGaCo y Q.931 pueden incluir la identificación de una interfaz/canal RDSI, debiendo ser adecuadamente interpretada por AGW y MGC. Los próximos subapartados analizan las soluciones que proponen los borradores IETF para coordinar dicha identificación entre esos protocolos.

3.3.1.1 Identificación de interfaces/canales RDSI común en IUA y MeGaCo (patrón de nombrado)

A partir del funcionamiento de los protocolos IUA y MeGaCo, resulta evidente la necesidad de establecer una relación unívoca entre la identificación de las interfaces RDSI realizada por el IID de IUA²⁸ y la empleada por MeGaCo. Según [bo-megaco-isdn-01], puesto que tanto IUA [RFC 4233] como [H.248.1] dejan abierto a implementación la asignación de los valores IID²⁹ y la denominación de las terminaciones MeGaCo, respectivamente, la solución inmediata para lograr dicha relación sería provisionar a:

- AGW y MGC: con el nombre de terminación MeGaCo asignado a cada canal B y D de cada interfaz RDSI terminada en la AGW, usando el nombre de las terminaciones de los canales D (únicos por interfaz) como IID de IUA (patrón de nombrado común para IUA y MeGaCo).
- MGC: con una tabla de correspondencia entre los canales B y su canal D asociado (esto es, con la estructura de las interfaces BRI y PRI terminadas en la AGW).

Sin embargo, dado que la construcción de tales tablas de correspondencia resulta ineficiente, [bo-megaco-isdn-01] propone que, además de usar un mismo patrón de nombrado en IUA y MeGaCo, dicho patrón permita tanto identificar a cada canal RDSI unívocamente, como conocer la interfaz RDSI BRI/PRI (UNI) a la que pertenece. Ello simplificaría la configuración e interoperabilidad entre AGW y MGC (no necesitando las anteriores tablas), y posibilitaría la automatización en la extensión de la AGW

²⁸ Recuérdese que, en modo FAS, los mensajes Q.931 no contienen ninguna indicación de la interfaz RDSI que están controlando, por lo que el MGC necesita que IUA le proporcione dicha información.

²⁹ IUA [RFC 4233] sólo establece que el identificador de la interfaz IID puede presentar formato entero (obligatorio) o textual (opcional), con valores acordados entre SG y ASP.

con nuevas terminaciones. En concreto, [bo-megaco-isdn-01] propone el siguiente esquema de nombrado jerárquico de las UNIs de una AGW:

$$\text{ISDNTerm} \quad / \quad \begin{array}{l} \text{BA [1-{\#BA}]} \\ \text{PRI [1-{\#PRI}]} \\ \text{PRA [1-{\#PRA}]} \end{array} \quad / \quad \begin{array}{l} \text{D,} \quad \text{B [1-2]} \\ \text{D [1-2],} \quad \text{B [1-23]} \\ \text{D,} \quad \text{B [1-30]} \end{array}$$

Cuadro 3.1: Patrón de nombrado de interfaces/canales RDSI para IUA y MeGaCo³⁰

Si bien [bo-megaco-isdn-01] deja a libertad del operador la elección de éste u otro patrón de nombrado alternativo, sí resulta imprescindible coordinar a AGW y MGC para que empleen un mismo formato de patrón e igual numeración de las interfaces (y canales) terminadas en la AGW. Aunque el método para que AGW y MGC acuerden el patrón también es dejado a criterios de implementación, el documento BCP [bo-megaco-isdn-bcp] propone dos posibles opciones:

- Preconfiguración manual de MGC y AGW, opción adecuada si un patrón, tal como el del Cuadro 3.1, fuese normalizado.
- Configuración manual del patrón en la AGW y posterior obtención en el MGC mediante comandos MeGaCo: en concreto, [bo-megaco-isdn-bcp] propone el uso del paquete MeGaCo *nampat* [megaco-namepatterns], el cual extiende el paquete base *root* [H.248.1]/E.2³¹ con tres propiedades MeGaCo, que permiten al MGC conocer de cuantos patrones dispone la AGW (*MaxPatterns*), especificar el patrón que desea recibir de la misma (*PatternNum*) y obtener dicho patrón (*Pattern*).

A partir de lo anterior podemos **concluir** la conveniencia de definir un patrón de nombrado jerárquico, capaz de identificar tanto la interfaz o UNI RDSI como cada canal dentro de ella. El uso del mismo patrón como identificador de las terminaciones H.248.1 y como IID de IUA permite coordinar ambos protocolos. Sobre ello, debemos precisar:

- a) Dado que cada interfaz RDSI sólo puede contener un único canal D, el campo IID de IUA sólo necesita identificar la interfaz RDSI en la que se encuentra el canal D al que corresponde cada mensaje IUA. Consecuentemente, para el IID de los mensajes IUA bastará usar un identificador de la interfaz (e.g., ISDNTerm/PRI17).

³⁰ Con “#xx” se indica el número del acceso cuando hay varios del mismo tipo. PRI se asocia a la interfaz de 1544 kb/s y PRA a la de 2048 kb/s. La notación D1 y D2 en un PRI es usada en modo NFAS para poder indicar si se está usando el canal D primario (D1) o un posible canal D de backup (D2, ubicado siempre en una interfaz PRI distinta a la del canal D primario).

³¹ Se trata pues de propiedades que afectan a la pasarela completa, no a terminaciones o interfaces/canales RDSI específicos.

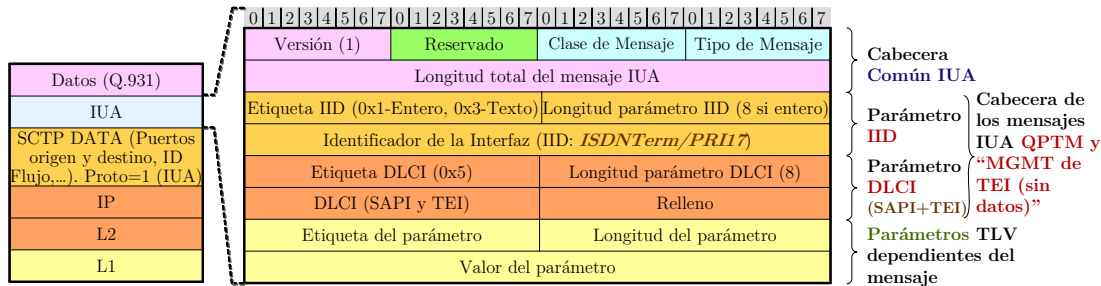


Figura 3.12: Aplicación del patrón de nombrado al IID en los mensajes IUA

- b) Las terminaciones de medios MeGaCo pueden encontrarse en el canal D y B (Apartado 3.2.2), de modo que para nombrar dichas terminaciones deberá emplearse el patrón completo, referenciando a canales B (e.g., ISDNTerm/PRI17/B3) o D (e.g., ISDNTerm/BA1/D).

3.3.1.2 Correspondencia en la identificación de interfaces RDSI entre IUA/MeGaCo y Q.931

Además de “sincronizar” la identificación de las interfaces (y canales) RDSI entre IUA y MeGaCo, tal como advierte [bo-megaco-isdn-01], también es necesario hacerlo entre éstos y Q.931. Para ello, el MGC debe disponer de la siguiente información:

- Nombre de terminación (bajo el patrón usado por IUA y MeGaCo) de la interfaz RDSI asociada a cada número llamado: por provisionamiento³² en la AGW. En el MGC, también podría ser provisionado, o podría obtenerlo de la AGW mediante la definición de una propiedad MeGaCo, tal como:

Propiedad	Definida en	Descripción
<i>callnumber</i>	Terminación de canal D/B	Número RDSI asignado a la interfaz RDSI en que se encuentra el canal D/B a que corresponde esta terminación

Cuadro 3.2: Propiedad MeGaCo para canales B en interfaces PRI con modo NFAS

- Asociación entre la identificación de canales B realizada por el patrón de nombrado y por el EI Q.931 CI (Identificación de canal)³³: el MGC dispone del criterio de numeración de los canales B en ambos, pudiendo establecer la relación entre ellos.

³² Mediante un protocolo del plano de gestión tal como SNMP [RFC 3410].

³³ Bajo la correspondencia Q.931-SIP definida por [TS 183 036], el mensaje SIP INVITE que recibe el MGC transporta los EIs Q.931 “BC (Capacidad Portadora)” y “Número de la parte llamada”. A partir de ellos, el MGC envía un mensaje Q.931 SETUP por el canal D de la interfaz RDSI en la que se encuentra provisionado el TERDSI con ese número llamado. Como respuesta, el terminal enviará un mensaje Q.931 CALL PROCEEDING que contendrá uno o varios EIs CI indicando el canal o canales B que debe usar el MGC para cursar la llamada.

- Nombre de terminación correspondiente al identificador binario Q.931 asignado a cada interfaz PRI en modo NFAS³⁴: [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-pack] proponen que este identificador binario sea asignado por suscripción en el terminal RDSI y en la AGW (equipos con acceso físico a la interfaz), y que el MGC lo obtenga consultando el valor de la propiedad *interfaceid*, de sólo lectura (en el subdescriptor *TerminationState*), definida en las terminaciones MeGaCo de canal B de las interfaces PRI en modo NFAS.

Propiedad	Definida en	Descripción
<i>interfaceid</i>	Terminación de canal B (de PRIs en NFAS)	Identificador binario Q.931 de la interfaz RDSI en que se encuentra el canal B a que corresponde esta terminación

Cuadro 3.3: Propiedad MeGaCo para canales B en interfaces PRI con modo NFAS

3.3.1.3 Propiedades de las terminaciones MeGaCo en el lado RDSI relativas a la identificación de los canales

[bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-pack] definen las siguientes propiedades MeGaCo, de sólo lectura, para permitir que el MGC pueda realizar una adecuada caracterización de los canales RDSI:

Propiedad	Definida en	Descripción
<i>chantype</i>	Terminación de canal D/B	Tipo de canal (D/B) RDSI a que corresponde esta terminación MeGaCo, y tipo de interfaz (BRI/PRI) a la que éste pertenece
<i>assocd</i>	Terminación de canal B	Nombre de la terminación MeGaCo de canal D que controla el canal B a que corresponde esta terminación MeGaCo

Cuadro 3.4: Propiedades MeGaCo para la identificación de los canales RDSI

Como **análisis** de dichas propiedades, podemos concluir lo siguiente:

- *chantype*: permite al MGC conocer la estructura de las interfaces RDSI sobre las que podrá operar Q.931. En caso de emplear un patrón de nombrado jerárquico (Cuadro 3.1), el MGC puede obtener esta información a partir del patrón (al igual que si el MGC es provisionado con esta información), por lo que desaconsejo el uso de esta propiedad.

³⁴ Interfaces PRI con sólo canales B, siendo controladas desde el canal D de otro PRI. El EI Q.931 CI (transportado por ese canal D común a las diversas PRIs) usa el identificador binario Q.931 para indicar la interfaz PRI en la que se encuentran los canales B sobre los que operar. Las interfaces RDSI que operan en modo NFAS y cual de ellas contiene el canal D, son configuradas por provisionamiento en la AGW (el MGC puede obtener dicha información mediante los nombres de las terminaciones MeGaCo y la propiedad *assocd*, presentada en el siguiente subapartado).

- *assocd*: permite al MGC conocer el canal D que transporta la señalización Q.931 que controla cada canal B, necesario por ejemplo para no desactivar una terminación de canal D mientras haya terminaciones de canal B activas. Su utilización es necesaria aún cuando se emplee un patrón de nombrado jerárquico, dado que dicho patrón no permite conocer el canal D que controla las interfaces PRI en modo NFAS. Así pues, esta propiedad será necesaria salvo que su información sea provisionada, además de en la AGW, en el MGC.

3.3.1.4 Conclusiones

El adecuado funcionamiento de los protocolos IUA, MeGaCo y Q.931 en la arquitectura normalizada (Figura 3.2) requiere la coordinación en la identificación de las interfaces y canales RDSI. Tras el análisis de las propuestas anteriores, considero que esto puede ser satisfactoriamente logrado mediante:

- Un patrón de nombrado jerárquico de interfaces/canales RDSI, acordado entre AGW y MGC, empleado por IUA (en su campo IID, para identificar la interfaz RDSI) y MeGaCo (identificando el canal B o D e interfaz RDSI a que está asociada cada terminación).
- La definición de las propiedades MeGaCo de sólo lectura: *interfaceid* (identificador binario Q.931 de la interfaz), *callnumber* (número RDSI asignado a la interfaz RDSI) y *assocd* (canal D que controla el canal B de la terminación).

3.3.2 Creación de terminaciones MeGaCo de canal D

La arquitectura normalizada (Figura 3.2) sólo contempla el transporte de servicios portadores RDSI en modo circuito, por lo que únicamente emplea terminaciones MeGaCo de canal B (de naturaleza física o permanente)³⁵. [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] analizan diversas propuestas de creación de terminaciones MeGaCo asociadas a los canales D³⁶, posteriormente evaluadas:

- Terminación física asociada a todo el canal D, sólo para auditar sus propiedades, mantenida siempre en el contexto nulo. Dado que la MG también opera en el canal D (Apartado 3.2.2), esta opción es conforme a [H.248.1]³⁷.

³⁵ En esta arquitectura normalizada, el canal D sólo transporta flujos de señalización RDSI (SAPI 0).

³⁶ Los borradores también observan que en la arquitectura normalizada (Figura 3.2), aunque MeGaCo y los mensajes SCTP/IUA que transportan la señalización Q.931 operan de forma independiente, existe una relación indirecta entre ellos. En concreto, aprecian que ante cada posible cambio en el estado de servicio (indicado mediante un método *serviceChange*) que afecte a la MG en su conjunto (terminación ROOT) o a todas sus terminaciones físicas de canal B, siempre se intercambian los mismos mensajes SCTP/IUA. No obstante, esta consideración no ofrece ninguna utilidad práctica, por lo que la omitiremos.

³⁷ [H.248.1] contempla el uso de MeGaCo sobre la MG, la cual incluye los canales B y los flujos de paquetes y tramas en canal D. Consecuentemente, cualquier uso de MeGaCo sobre los canales D y B será conforme a [H.248.1] mientras no se aplique MeGaCo explícitamente sobre el flujo de señalización SAPI 0 en canal

- Asumiendo que el canal D sólo curse señalización RDSI (SAPI 0), creación de una terminación física asociada a todo el canal D, vinculada en un contexto activo con las terminaciones efímeras de los flujos SCTP que transportan los mensajes IUA con la señalización Q.931, permitiendo al MGC decidir las características (identificador, IPs/puertos) de dichos flujos SCTP. Estas terminaciones MeGaCo serían creadas en la SG (responsable de transportar la señalización de llamada RDSI), siendo así una opción no conforme con [H.248.1].
- Terminaciones efímeras, sobre una terminación física de canal D, asociadas a los flujos de paquetes (SAPI 16) y tramas (SAPs 32-62) de ese canal D. Si bien dichas terminaciones MeGaCo serían creadas en la función MG (Apartado 3.2.2), lo que sería conforme con la Recomendación [H.248.1], ésta no contempla la posibilidad de crear una terminación dentro de otra.

La primera versión del borrador [bo-megaco-isdn-00] también analizaba el uso de MeGaCo para transportar los mensajes Q.931, prescindiendo de IUA, tanto por correspondencia (traduciendo cada mensaje Q.931 a eventos/señales MeGaCo) como por tunelado (transportando los mensajes Q.931 y de gestión Q.921, incluyendo el DLCI Q.921, como cuerpo binario MIME de un nuevo evento y señal MeGaCo genéricos). Ambas opciones suponen una elevada carga de procesamiento en la SG y usan MeGaCo para un propósito para el que no ha sido diseñado, motivo por el que este escenario fue eliminado en la siguiente versión del borrador [bo-megaco-isdn-01], careciendo de interés práctico. Similares inconvenientes presenta la propuesta realizada por [Conte00], en la que la AGW termina completamente los protocolos de señalización de llamada, tanto Q.931 como SIP, reenviando la información de éstos al MGC por correspondencia de cada mensaje Q.931 y SIP a señales/eventos MeGaCo.

3.3.2.1 Terminación física MeGaCo de canal D exclusivamente para el control del canal

[bo-megaco-isdn-01] propone crear una terminación física MeGaCo para cada canal D, manteniéndola indefinidamente en el contexto nulo. Sería usada para auditar (comandos *auditValue* y *auditCapabilities*) el valor de las propiedades de la terminación, tal como *chantype*, e indicar cambios producidos/solicitados en su estado de servicio (comando *serviceChange* para des/bloquear el canal D, Apartado 3.3.3.2).

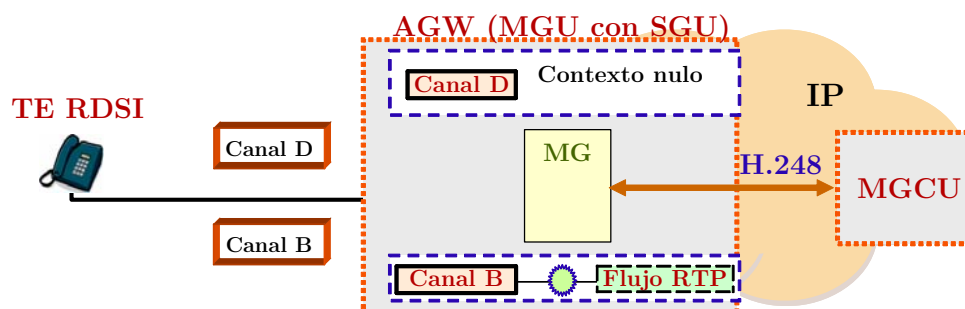


Figura 3.13: Terminación MeGaCo de canal D para control del canal

A modo de ejemplo, podemos presentar como serían los mensajes MeGaCo de consulta y respuesta de las propiedades de una terminación de canal D:

```
MEGACO/1 [123.123.123.4]:55555 (MG <- MGC)
Transaction = 1 {
  Context = - {
    AuditValue = ISDNTerm/BA17/D {
      Audit { Media, DigitMap, Events, Signals, Packages, Statistics }
    } } }
```

```
MEGACO/1 [111.111.111.1]:11111 (MG -> MGC)
Reply = 1 {
  Context = - {
    AuditValue = ISDNTerm/BA17/D {
      Media { TerminationState {
        ServiceStates = InService,
        chantype = "BA D" },
      DigitMap, Events, Signals,
      Packages { isdnpack-1, isdnlay1-1 },
      Statistics
    } } } }
```

[bo-megaco-isdn-bcp] señala a esta propuesta como altamente adecuada, siendo además conforme a [H.248.1] dado que ésta permite que la MG opere sobre el canal D (Apartado 3.2.2). No obstante, un análisis crítico de la misma nos lleva a las siguientes **conclusiones**:

- Ninguna de las propiedades MeGaCo planteadas por [bo-megaco-isdn-bcp] justifica la necesidad de crear esta terminación física de canal D, al ser propiedades innecesarias o que no afectan específicamente al canal D. Igualmente, la posibilidad de usar esta terminación para obtener en el MGC estadísticas del uso del canal D, tampoco es un motivo que haga necesaria esta terminación.
- En cualquier caso, esta es una solución parcial que no contempla los flujos de paquetes y tramas en canal D, por lo que requiere ser ampliada.

3.3.2.2 Terminación física MeGaCo de canal D para configurar los flujos SCTP que contienen los mensajes IUA con la señalización RDSI

[RFC 4960] define que los atributos de cada flujo SCTP (identificador, IPs/puertos origen/destino y protocolo encapsulado) son decididos unilateralmente por el nodo emisor, sin negociación SCTP previa, lo que no niega que pueda realizarse alguna negociación externa a SCTP. [bo-megaco-isdn-01] plantea que el MGC use MeGaCo para preconfigurar en la SG (AGW) los atributos de los flujos SCTP salientes hacia el MGC, sobre los que enviará los mensajes IUA con la señalización RDSI Q.931. El proceso para la creación de los flujos SCTP sería el siguiente:

- 1º Establecimiento de la asociación SCTP entre SG-MGC conforme a [RFC 4960]: negociando las direcciones de transporte y otros aspectos de la asociación, tales como el número máximo de flujos. MeGaCo no interviene en esta fase.
- 2º Preconfiguración en la SG, mediante MeGaCo, de los atributos deseados por el MGC para los flujos SCTP: para cada interfaz RDSI terminada en la AGW, usando comandos MeGaCo *Add*, el MGC solicita a la SG el establecimiento de un contexto MeGaCo de señalización constituido por:
- Terminación permanente, vinculada al canal D de esa interfaz (lado RDSI), asumiendo que dicho canal D sólo transporta señalización RDSI (SAPI 0).
 - Terminación efímera (lado IP) que representa los flujos SCTP (al menos dos, uno en cada sentido³⁸), de la anterior asociación SCTP, que transportarán hasta el MGC los mensajes IUA con la señalización Q.921/Q.931 de ese canal D. El MGC describirá, en SDP, tanto los atributos que desea que use la SG al crear sus flujos SCTP de salida hacia el MGC (descriptor *Remote*), como los atributos para los flujos que recibirá desde el MGC (descriptor *Local*). [bo-megaco-isdn-01] define los siguientes parámetros SDP:

<code>c=IN IP4 <IP_destino></code>	IP destino del flujo SCTP, entre las de la asociación SCTP
<code>m=control <puerto> sctp iua</code>	Flujo SCTP que transporta señalización de control, correspondiente a mensajes IUA, hacia un determinado puerto SCTP destino. Requiere registrar el parámetro “control” en [IANA SDP] ³⁹ .
<code>a=stream:<ID_flujo></code>	Identificador flujo SCTP (requiere registro en [IANA SDP]).

[bo-megaco-isdn-01] presenta un posible mensaje H.248.1 de ejemplo, enviado del MGC a la AGW (SG), para la creación de un contexto MeGaCo de señalización entre una terminación física de canal D (del acceso básico RDSI numerado como interfaz 17), y una terminación efímera SCTP (cuyo identificador MeGaCo será asignado por la AGW en su respuesta). La terminación efímera (con un único flujo MeGaCo con identificador 65) consta de un flujo SCTP en cada sentido (ambos con identificador de flujo SCTP 17 y puerto SCTP destino 7777⁴⁰ en SG y MGC), sobre los que se transportan los mensajes IUA:

```
MEGACO/1 [123.123.123.4]:55555 (SG <- MGC)
Transaction = 10003 {
  Context = $ {
    Add = ISDNTerm/BA17/D, # Terminación permanente canal D RDSI
```

³⁸ Dado que el canal de señalización RDSI (SAPI 0) es bidireccional, y los flujos SCTP unidireccionales.

³⁹ El parámetro *control* estaba recogido en la especificación de SDP [RFC 2327], pero fue eliminado en [RFC 4566] al no haber sido nunca completamente definido.

⁴⁰ Recuérdese que el puerto SCTP por omisión para IUA es el 9900 [RFC 4960; IANA Port].

```

Add = $ {                                     # Terminación efímera SCTP a crear
  Media { Stream =65 {
    LocalControl { Mode = SendReceive},
    Local { v=0                                # Flujo SCTP: SG <- MGC
      c=IN IP4 124.124.124.22                 # IP destino del flujo (IP de SG)
      m=control 7777 sctp iua                 # Puerto destino (en la SG)
      a=stream:17 }
    Remote { v=0                               # Flujo SCTP: SG -> MGC
      c=IN IP4 123.123.123.4                 # IP destino del flujo (IP de MGC)
      m=control 7777 sctp iua                 # Puerto destino (en el MGC)
      a=stream:17 }
  } } } } }

```

Alternativamente, [fairlie-mmusic-sdp-sctp] propone una descripción SDP completa, con distinta sintaxis, de todas las propiedades de los flujos SCTP (nodo SCTP, puerto, número de flujo, lista de IPs de la asociación SCTP, ...). No obstante, para la aplicación aquí evaluada, parece suficiente con la descripción que propone [bo-megaco-isdn-01].

- 3º Creación de los flujos SCTP para el envío hasta el MGC de los mensajes IUA con la señalización RDSI: los parámetros de estos flujos habrán sido decididos por el MGC, tanto si el envío de los mensajes IUA lo realiza él mismo (decidiendo como nodo emisor) como si lo realiza la SG (usará los atributos previamente indicados por el MGC mediante MeGaCo).

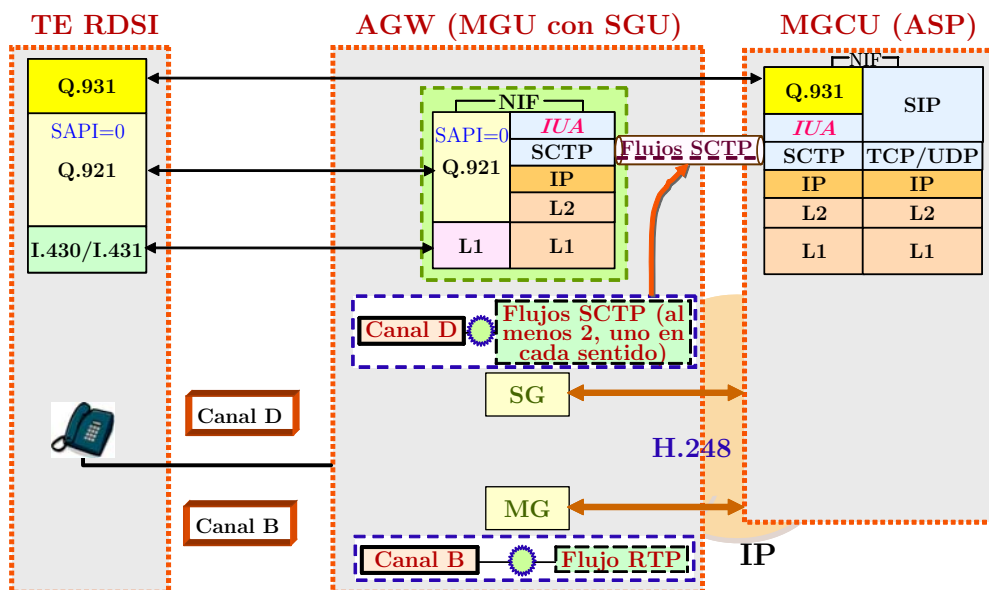


Figura 3.14: Configuración mediante MeGaCo de los atributos de los flujos SCTP que transportan la señalización de canal D

Debemos realizar las siguientes **valoraciones** de la propuesta:

- Las terminaciones permanentes para SAPI 0 serían creadas en la SG (responsable de transportar la señalización de llamada RDSI), siendo así una opción no conforme con [H.248.1].

- Propone la creación de una terminación física única para todo el canal D asumiendo que en éste sólo existe el flujo de señalización SAPI 0⁴¹. El soporte de los flujos de paquetes (SAPI 16) y tramas (SAPIs 32-62) en canal D requerirá ciertos cambios.
- Ofrece la ventaja de aportar un mayor control al MGC, permitiéndole decidir y conocer las características (identificador, IPs/puertos origen/destino y protocolo encapsulado) de los flujos SCTP que transportarán los mensajes IUA con la señalización RDSI (el MGC controlaría, mediante MeGaCo, los recursos de la AGW tanto para el transporte de medios MG, como de la señalización SG). No obstante, aunque pueda parecer positivo permitir que el MGC pueda decidir los parámetros de los flujos SCTP que transportan la señalización RDSI, mientras no pueda plantearse una situación práctica en la que sea necesario, no queda justificado el uso de esta posibilidad.

Todo ello me lleva a desaconsejar el uso de esta propuesta.

3.3.2.3 Terminaciones efímeras para los modos paquete y trama en canal D

Ante llamadas de datos por canal D (modos paquete y trama⁴², Apartado 2.1.2), [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] consideran necesario usar MeGaCo para establecer en la MG la correspondencia entre cada flujo de paquetes y tramas en canal D (identificado por su interfaz RDSI y DLCI), y el flujo que lo transporta sobre la red IP hasta el manejador PH/FH. Proponen que para cada flujo de paquetes y tramas en canal D, el MGC cree en la MG un contexto MeGaCo constituido por:

- Terminación efímera, vinculada a dicho flujo (diferenciado por su DLCI⁴³), ubicada dentro de la terminación física de ese canal D.
- Terminación efímera en el lado IP encargada de transportar la información de dicho flujo hasta el manejador PH/FH ([bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] no definen las características de esta terminación).

[bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] enumeran las ampliaciones normativas que serían necesarias para dar soporte a esta propuesta:

⁴¹ Una única terminación MeGaCo permite multiplexar todos los flujos de señalización SAPI 0 de un canal D (para cualquier TEI), dado que dichos flujos son enviados al MGC sobre protocolo IUA, el cual contiene el TEI en su cabecera.

⁴² El transporte de datos sobre Q.931 (servicio portador “señalización de usuario USBS [I.232.3]”) sería transparente a la MG, siendo considerado por la SG como señalización RDSI habitual (SAPI 0).

⁴³ El MGC habrá obtenido el DLCI en la fase de establecimiento de la llamada (en llamadas entrantes, el TEI sería el del equipo que responde al mensaje Q.931 de TEI 127; el SAPI será el del modo paquete y trama).

- Ampliar el patrón de nombrado (Cuadro 3.1) con un identificador que diferencie las terminaciones efímeras del mismo canal D. Según [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01], sería necesario crear una terminación efímera por cada flujo de canal D, en cuyo caso el DLCI sería un identificador apropiado, pudiendo proponerse el siguiente patrón:

```

ISDNTerm    /    BA [1-#{#BA}]    D
              /    PRI [1-#{#PRI}]  /    D[1-2]    /    DLCI
              /    PRA [1-#{#PRA}]  D
  
```

Cuadro 3.5: Patrón de nombrado extendido para diferenciar los flujos en los canales D RDSI

- Registrar en [IANA SDP] los parámetros SDP necesarios para identificar los flujos de paquetes y tramas de canal D:

c=ISDN DLCI <tei>	Flujo de canal D asociado al terminal con el TEI indicado
m=data <sapi> <protocolo>	Flujo de datos del servicio <i>sapi</i> , que transporta mensajes del <i>protocolo</i> especificado. Parámetro a registrar en [IANA SDP] ⁴⁴ .

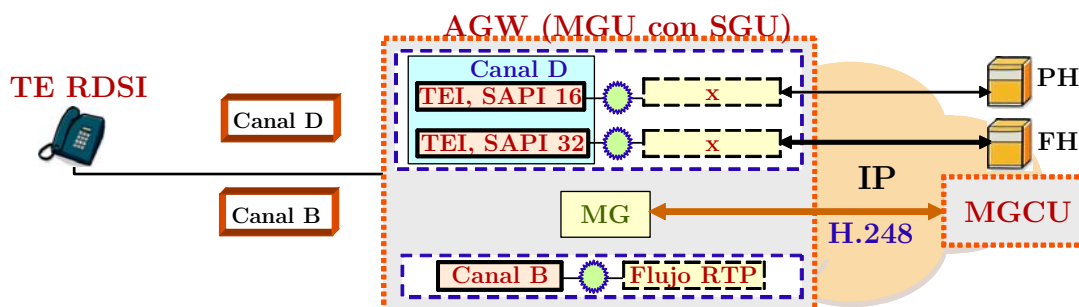


Figura 3.15: Soporte de los modos paquete y trama en canal D mediante terminación MeGaCo

De este modo, cada flujo de paquetes y tramas en canal D quedaría identificado en MeGaCo mediante:

- Interfaz RDSI: queda especificada a partir del nombre de la terminación (e.g., *ISDNTerm/BA17/D/\$*), por lo que no es recogida en la descripción SDP.
- DLCI (SAPI/TEI): en la descripción SDP de los medios. Dado que estas terminaciones de canal D son efímeras, el MGC debe usar “\$” en el nombre de la terminación al solicitar su creación a la MG. La MG obtiene el DLCI de la descripción SDP recibida del MGC; tras ello, la MG responderá al MGC añadiendo dicho DLCI al nombre de la terminación.

[bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] presentan un posible ejemplo de mensaje H.248.1 para la creación de un contexto MeGaCo de señalización entre una terminación efímera RDSI asociada a un flujo de paquetes en canal D (cuyo nombre de terminación será completado por la MG en su respuesta) y otra IP:

⁴⁴ El parámetro *data* estaba recogido en la especificación de SDP [RFC 2327], pero fue eliminado en [RFC 4566] al no haber sido nunca completamente definido.

```

MEGACO/1 [123.123.123.4]:55555 (MG <- MGC)
Transaction = 10003 {
  Context = $ {
    Add = ISDNTerm/BA17D/$ {          # Terminación efímera RDSI a crear
      Media { Stream = 66             # sobre terminación física de canal D
        {                             # (ID final será asignado por la SG)
          LocalControl { Mode = SendReceive },
          Remote { v=0
            c=ISDN DLCI 88           # Flujo RDSI con el TEI (terminal) 88
            m=data 16 ppp           # Contenido del Flujo: PPP sobre SAPI 16
          } } },
    Add = $ {                          # Terminación efímera PPP/IP a crear
      Media { Stream = 66 {
        LocalControl { Mode = SendReceive },
        # --Descriptores Local/Remote para la sesión de datos en IP-- } } }
    } }

```

Las terminaciones efímeras de canal D de paquetes y tramas serían creadas en la función MG (Apartado 3.2.2), siendo conformes con [H.248.1]. Como **análisis**, debemos realizar las siguientes observaciones:

- a) [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] plantean un intento de describir en SDP los medios de una terminación RDSI de canal D, encontrando que:
 - El ejemplo de mensaje H.248.1 que proponen plantea el transporte de mensajes PPP [RFC 1661] sobre Q.921⁴⁵, lo que no satisface la asignación de SAPIs impuesta por [Q.921 (I.441); Q.922 (LAPF)]. Considero debería eliminarse el campo “<protocolo>” del atributo “m=”, quedando definido el protocolo por el SAPI conforme a la asignación realizada por [Q.921 (I.441); Q.922 (LAPF)].
 - Esta descripción SDP para los flujos de paquetes y tramas de canal D complementa al borrador [taylor-sdp-tdm-01], que propone una descripción SDP para los medios en canal B.
- b) La propuesta sólo define el descriptor Remote de la terminación RDSI, dejando pendiente de definición el descriptor *Local* (datos recibidos desde un terminal RDSI bajo determinado DLCI de cierta interfaz). Asimismo, ambos descriptores de la terminación IP (incluyendo el protocolo a usar sobre IP para transportar los datos desde la MG hasta el manejador PH/FH) quedan pendientes de ser especificados. También sería necesario abordar la ubicación y arquitectura del manejador PH/FH.

⁴⁵ El transporte de PPP en canal D puede realizarse sobre PLP [RFC 1598] o sobre Núcleo-LAPF [RFC 1973] (en este caso, precedido de su identificador NLPID/IPI, definido por [RFC 1490] y con valor “0xCF” asignado en [TR 9577]). El transporte de PPP directamente sobre LAPD [sadler-pppext-lapd] (también basado en el uso de NLPID/IPI) no debe ser aplicado en el canal D de una interfaz RDSI al no respetar la asignación de SAPIs [Q.921 (I.441)].

- c) Para compatibilizar la creación de estas terminaciones efímeras con la existencia de una terminación física de canal D (Apartado 3.3.2.1), [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] proponen extender [H.248.1v2] para que soporte la creación de una terminación dentro de otra. Como se propondrá en las contribuciones de esta Tesis (Capítulo 6), el soporte de los modos paquete/trama en canal D puede lograrse sin modificar la especificación de H.248.1, por lo que esta propuesta resulta inadecuada.
- d) Los borradores están asumiendo la necesidad de crear una terminación efímera por cada flujo (SAPI y TEI) de paquetes y tramas en canal D. Sin embargo, tal como se detallará en el Capítulo 6, ello dependerá del protocolo empleado sobre IP para comunicarse con el PH/FH, y del modelado H.248.1 adoptado para dichos flujos.

En resumen, si bien se trata de un primer intento de soporte de los modos paquete y trama en canal D, resulta necesario aplicar múltiples modificaciones y ampliaciones para solventar las dificultades indicadas.

3.3.2.4 Conclusiones

Los borradores [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] proponen la creación de las siguientes terminaciones de canal D:

- a) Terminación física asociada a todo el canal D (conforme a [H.248.1]): pudiendo ser usada opcionalmente para obtener estadísticas de uso del canal D, ninguno de los estudios contemplados en los borradores haría necesaria su creación. No obstante, como se justificará en las contribuciones de esta Tesis (Capítulo 6), la creación de esta terminación física resultará necesaria para soportar el modo paquete por canal D.
- b) Terminación asociada al flujo de señalización RDSI en la SG, SAPI 0 (no conforme a [H.248.1]): permite al MGC decidir las características (identificador, IPs/puertos) de los dos o mas flujos SCTP que transportan hasta el MGC los mensajes IUA con dicha señalización RDSI. Ello no es necesario, por lo que desaconsejo su uso.
- c) Terminación efímera por cada flujo (cada TEI) de paquetes y tramas de canal D (conforme a [H.248.1]): supone un punto de comienzo para el soporte de estos modos paquetes/trama en canal D, pero necesita ser modificada y completada (compatibilizar la creación de estas terminaciones efímeras con la existencia de una terminación física de canal D, descripción SDP en los descriptores Local/Remote del lado IP y posibilidad de crear una única terminación de paquetes o tramas común para varios TEIs según el protocolo de transporte hasta el PH/FH).

3.3.3 Control del estado de las interfaces físicas y puertos de usuario RDSI desde el MGC

Diversos borradores IETF proponen que, aprovechando la similitud de la arquitectura normalizada de pasarela distribuida (Figura 3.2) con la arquitectura clásica de red V5 (Apartado 2.1.3), el MGC pueda conocer o controlar el estado de las interfaces físicas y puertos de usuario RDSI mediante un juego de mensajes equivalente al empleado en V5 para tal propósito (Figura 3.16):

- Des/activación de las interfaces físicas RDSI básicas (BRIs).
- Control de los puertos de usuario de la AGW para las interfaces RDSI BRI/PRI activas (des/bloqueo de las interfaces y de sus canales D, o informe de la calidad de la sección digital y de los fallos de red o terminal).

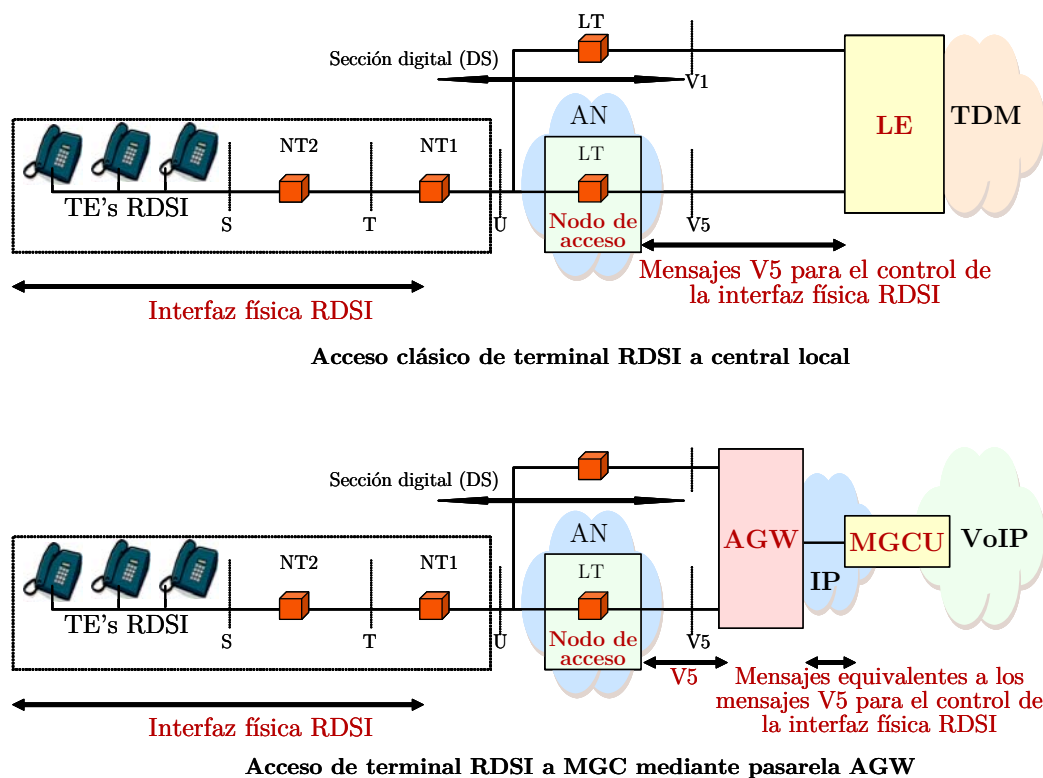


Figura 3.16: Interfaz RDSI para acceso a red clásica TDM y a red VoIP

Como primer **análisis** debemos advertir que dicha similitud con V5 debe entenderse en cuanto a que la LE (ahora el MGC) gestiona a distancia el estado de la interfaz física que termina la AN (ahora la AGW), hecho que no se debe confundir con que las entidades AN y LE puedan equipararse funcionalmente con los equipos AGW y MGC, respectivamente, lo que resultaría incorrecto, dado que, entre otros motivos:

- La máquina de estados Q.921 se encuentra en la LE (no en el MGC; la AGW termina completamente LAPD) y en la AGW/SG (no en la AN; ésta sólo analiza las tramas LAPD, retransmitiéndolas

a la LE). Consecuentemente, la des/activación de la capa 1 en las BRIs será controlada por la AGW (equipo que termina la capa 2), limitándose el MGC a consultar su estado y solicitar la des/activación.

- La AN debe retransmitir hasta la LE los canales B y las tramas p/f de canal D. Sin embargo, la AGW/MG conmuta directamente dichos canales y tramas, no teniendo ni debiendo ser enviados al MGC.

A continuación se analizan los detalles de las propuestas concretas que realizan los borradores IETF para permitir al MGC este control del estado de las interfaces físicas básicas y puertos de usuario RDSI.

3.3.3.1 Des/activación de la capa física RDSI en interfaces de acceso BRI

Según [bouwen-sigtran-ill1a], para permitir que el MGC pueda controlar la des/activación de la capa física de los accesos básicos BRI RDSI, terminados en la AGW, son necesarias dos funciones:

- a) Política de activación de capa física: el MGC necesita saber si la capa física de cada terminación BRI está permanentemente activada, o si se requieren procedimientos de des/activación. Esa información puede ser provisionada en AGW y MGC o, más aconsejablemente, sólo en la AGW, obteniéndola el MGC mediante MeGaCo. Para este último caso, [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-pack] proponen la definición de la siguiente propiedad de sólo lectura⁴⁶:

Propiedad	Definida en	Descripción
<i>permact</i>	Terminación de canal B/D	Política de activación de la capa física RDSI (siempre activada o debe des/activarse) para la interfaz BRI en que se encuentra el canal RDSI de esta terminación.

Cuadro 3.6: Propiedades para terminaciones MeGaCo de canal RDSI B/D

- b) Des/activación de capa física gestionada desde el MGC (cuando la capa física RDSI no está permanentemente activa): diversos borradores IETF proponen reutilizar los mensajes de control V5 de des/activación de la capa física de los accesos BRI RDSI (Cuadro 2.3), adaptándolos para su envío entre AGW y MGC sobre la red IP. Plantean varias alternativas:
 - Nueva capa de adaptación de usuario (UAL) SigTran, destinada exclusivamente a la des/activación de la capa física RDSI, compuesta por un conjunto de mensajes equivalentes a esos mensajes V5 [bo-megaco-isdn-01].

⁴⁶ La configuración de esta política en la AGW se realizará fuera del tiempo de ejecución, por lo que resulta más apropiado emplear el plano de gestión. Esta opción fue la adoptada en el proyecto [FONOPAC].

- Nueva clase de mensajes IUA (IL1A), igualmente constituida por mensajes equivalentes a esos mensajes V5 [bouwen-sigtran-il1a].
- Correspondencia de esos mensajes V5 a eventos y señales⁴⁷ MeGaCo [bo-megaco-isdn-01]: estos eventos/señales⁴⁸ deberán aplicarse sobre la interfaz RDSI completa (según el borrador, sobre todas las terminaciones de la interfaz)⁴⁹.

Podemos realizar la siguiente **valoración** de dichos métodos:

- La creación de una UAL SigTran dedicada exclusivamente a esta finalidad resulta desproporcionada.
- La adición de una nueva capa IUA IL1A, aunque no afecte al resto del protocolo IUA (siendo compatible con anteriores implementaciones), requiere la definición de una nueva versión de IUA.
- MeGaCo, al ser un protocolo de control de propósito general, dotado de los mecanismos de ampliación de paquetes y perfiles, está preparado para ser ampliado con nuevas funcionalidades.

Por estos motivos, aunque IUA está específicamente diseñado para su aplicación sobre interfaces RDSI, y a pesar de que, como afirma [bouwen-sigtran-il1a], la propuesta IL1A permite integrar toda la funcionalidad relativa a la interfaz RDSI (activación de capa física y señalización de enlace) en un único protocolo, considero que, en caso de aplicar alguna de estas soluciones, la más adecuada sería la basada en MeGaCo.

Como propuesta adicional en situaciones donde la interfaz clásica V5 se conserve, podría plantearse el uso de V5UA [RFC 3807] para trasladar hasta el MGC los mensajes V5 intercambiados entre el nodo de acceso y la AGW. Aunque esta opción no requiere definir ningún nuevo conjunto de mensajes, sólo es válida cuando exista dicha interfaz V5 a la entrada de la AGW, por lo que no puede considerarse un solución suficiente.

⁴⁷ No pueden aplicarse para este propósito métodos *serviceChange* (estos cambian el estado en/fuera de servicio de la terminación, el cual es usado por [bo-megaco-isdn-01] para modelar el des/bloqueo del puerto de usuario) ni *modify* (no permitirían avisar al MGC ante una solicitud de cambio de estado de la BRI desde el NT1).

⁴⁸ En cada des/activación de un BRI, sólo estarán implicados bien eventos (des/activación solicitada por el terminal RDSI, usando el evento para informar de ello al MGC) o bien señales (des/activación solicitada por el MGC mediante una señal; la confirmación de la correcta aplicación de la señal se realizará mediante el correspondiente mensaje MeGaCo Reply, no por un evento).

⁴⁹ El estado des/activado de una BRI no necesita ser recogido en una propiedad MeGaCo para ser consultado por el MGC. Si el MGC enviase una señal de desactivación y la BRI ya estuviese desactivada, la MG enviará un mensaje MeGaCo de respuesta indicando “No desactivada, interfaz ya desactivada”.

3.3.3.2 Control del estado de los puertos de usuario RDSI de la AGW desde el MGC

[bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] consideran que, además de los mensajes V5 para la des/activación del nivel físico en un BRI, sería deseable que el MGC dispusiese de funcionalidades similares a las ofrecidas por los mensajes V5 de control del estado de los puertos de usuario RDSI BRI/PRI activos (Cuadro 2.4). Para ello, proponen la correspondencia de cada uno de los mensajes V5 implicados a determinados métodos y motivos *serviceChange* (ya registrados en [IANA MeGaCo])⁵⁰, haciendo corresponder el estado des/bloqueado de una interfaz RDSI o canal D con el estado “en servicio/fuera de servicio” (propiedad *serviceStates* del subdescriptor *TerminationState*)⁵¹ de las terminaciones MeGaCo implicadas⁵².

Para el soporte del mensaje V5 FE206 (indicación desde la AGW al MGC de un cambio en el grado de servicio de la sección digital de la interfaz RDSI), [bo-megaco-isdn-01] propone una segunda alternativa, consistente en la definición de un nuevo evento MeGaCo (dotado de un parámetro para indicar el grado de servicio, normal o degradado)⁵³.

3.3.3.3 Análisis y conclusiones

En el escenario clásico V5, la interfaz física RDSI es terminada en la AN, mientras que la capa de enlace (del canal D y de los canales B bajo modo paquete y trama no transparente) es terminada en la LE. Ello justifica que, para realizar tareas de mantenimiento en la LE, ésta gestione separadamente los mecanismos de des/activación de capa física en BRIs y los de des/bloqueo de puertos de usuario en BRIs o PRIs activas (la AN si/no reenviará a la LE las tramas de nivel 2).

Por el contrario, en el escenario VoIP tanto la capa física (canales B y D) como la capa de enlace (del canal D y de los canales B bajo modo paquete y trama no transparente) son terminadas en la

⁵⁰ Como resulta esperable de su estado de borrador, los métodos/motivos propuestos por [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] presentan diversos aspectos a mejorar, tales como alguna incompatibilidad con la actual Recomendación [H.248.1] (proponen el uso del motivo “903” con los métodos Restart/Forced, lo cual no está permitido según [H.248.1]/Cuadro F.1).

⁵¹ [bo-megaco-isdn-01] justifica que para implementar mediante MeGaCo los mensajes V5 de des/bloqueo de la interfaz/canal D, no resultan soluciones válidas el uso de los comandos *modify/auditValue* (la AGW no podría informar al MGC cuando se produjese un cambio en el estado de la interfaz/canal D) ni el mecanismo señal/evento (no permiten cambiar el valor de la propiedad *serviceStates*; para cambiar entre los estados “en/fuera de servicio” debe usarse la instrucción *serviceChange* [H.248.1]/F.6). Para usar eventos podría definirse una nueva propiedad MeGaCo, pero ello no supondría ninguna ventaja frente al empleo del comando *serviceChange*.

⁵² En lugar de usar MeGaCo podría plantearse ampliar IUA con nuevos mensajes equivalentes a los V5, al igual que se ha evaluado con la des/activación de los accesos BRIs (Apartado 3.3.3.1). Sin embargo, por los mismos motivos allí expuestos, considero a MeGaCo más adecuado.

⁵³ El mensaje V5 FE206 no requiere cambiar el estado “en/fuera de servicio” de la terminación, lo que permite soportarlo mediante el mecanismo señal/evento.

AGW. Por ello, en contra de lo que proponen [bo-megaco-isdn-01; bouwen-sigtran-ill1a], considero que:

- La des/activación de la capa física de las BRIs debe realizarse bajo el control de la AGW.
- En este escenario VoIP, el concepto de des/bloqueo carece de sentido: las tramas de nivel 2 son terminadas en la AGW, no requieren ser retransmitidas al MGC.

Así, en lugar del esquema propuesto por estos borradores IETF, considero más adecuado que el control de las interfaces físicas RDSI sea realizado exclusivamente por la AGW, usando la propiedad *serviceStates*⁵⁴ del subdescriptor *TerminationState* para modelar en MeGaCo si cada terminación física RDSI de canal D o B puede o no cursar tráfico (estado dentro/fuera de servicio, respectivamente), e informando al MGC del estado de las interfaces mediante comandos *serviceChange*. Ésta es la propuesta realizada por la ETSI dentro de su arquitectura NGN [TS 183 002 v3.3.1], tal como se evaluará y completará en el Apartado 4.2.2.3.

Lo único que sí aprovecharía de la propuesta de los borradores es el evento MeGaCo FE206, planteado por [bo-megaco-isdn-01], para permitir que la AGW pueda informar al MGC ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital, permitiendo que éste decida si se debe prestar o no cada servicio solicitado.

Adicionalmente, en lo que respecta a la gestión de la capa física de las BRIs, considero que resultaría recomendable dotar a la AGW de la capacidad de des/activar la capa física por inactividad, conforme al procedimiento facultativo descrito en [Q.921 (I.441)]/III, lo que supone un ahorro de energía (mecanismo implementado en el proyecto [FONOPAC], no recomendable si existen PVCs⁵⁵). En este caso, la AGW realizará (la des/activación siempre será señalizada a nivel 1 entre NT1 y AGW, bajo el control de la AGW):

- Activación: por solicitud expresa del NT1 o cuando la capa 2 de la AGW requiera el envío de tramas Q.921 (proceda de MGC o PH/FH⁵⁶).
- Desactivación: al transcurrir un periodo de tiempo sin tramas de nivel 2 Q.921 en el canal D de la interfaz⁵⁷, expirando el temporizador de inactividad TM01⁵⁸ de la AGW.

⁵⁴ Propiedad con la que [bo-megaco-isdn-01] propone modelar el bloqueo.

⁵⁵ En este caso no debe desactivarse la interfaz aunque no haya tráfico en canal D, dado que los PVCs sólo transcurren por canal B.

⁵⁶ [Q.921 (I.441)] no limita este procedimiento a tramas SAPI 0 (mensajes Q.931), resultando igualmente válido para tramas de los modos paquete (Q.921 SAPI 16) y trama (Núcleo-LAPF SAPIs 32-62).

⁵⁷ La des/activación por inactividad sólo se aplicará cuando no haya llamadas establecidas. Si hay llamadas en curso (modo Q.921 multitrama), el nivel de enlace no liberará la llamada (transmitiendo tramas RR o RNR periódicamente).

⁵⁸ El valor de este temporizador opcional es establecido por [Q.921 (I.441)] a 10 s. En cualquier caso, dado que reside en la AGW, podría ser modificado por gestión manual o incluso por MeGaCo.

3.3.4 Conclusiones. Arquitectura funcional propuesta

A partir del análisis realizado, propongo a continuación una primera ampliación de la arquitectura funcional distribuida normalizada para la pasarela de acceso RDSI a VoIP (Figura 3.2), igualmente compatible con [H.248.1]. Dicha propuesta:

- Presenta una ampliación del modelado MeGaCo de la AGW para que incluya a los canales D, así como a aspectos asociados a las interfaces RDSI en su conjunto.
- De los problemas pendientes de resolución enumerados en el Apartado 3.2.4, ofrece una solución completa a la coordinación entre los protocolos Q.931, IUA y MeGaCo para la identificación de las interfaces/canales RDSI.

En concreto, propongo crear en la AGW terminaciones MeGaCo tanto para los canales B como D de una UNI RDSI (Figura 3.17).

Dado que las interfaces físicas RDSI son terminadas en la AGW, ésta será provisionada con los parámetros que definen dichas interfaces (naturaleza BRI/PRI, FAS/NFAS, identificador binario Q.931, ...). Dichos parámetros no se provisionarán en el MGC, sino que serán almacenados en la AGW en propiedades MeGaCo de sólo lectura para ser sondeados desde el MGC (lo que ofrece la ventaja de permitir añadir nuevas MGs sin necesidad de modificar el MGC):

- 1º La AGW/MG, preprovisionada con la IP y puerto (UDP, TCP o SCTP) de escucha MeGaCo de su MGC⁵⁹, envía un comando *serviceChange* de registro al arrancar.
- 2º A raíz de ello, el MGC dispone de la dirección (IP y puerto) para comunicarse vía MeGaCo con la MG, usando los comandos *auditCapabilities* y *auditValues* para obtener el valor de sus propiedades.

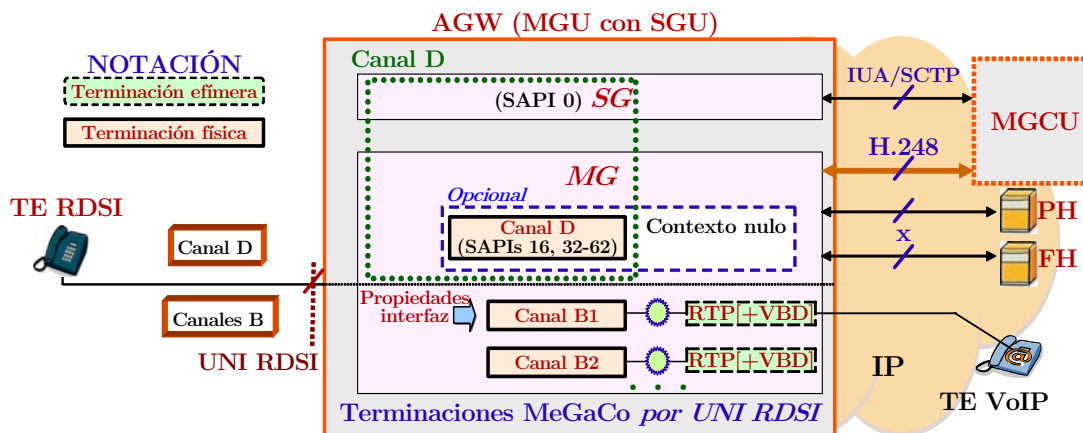


Figura 3.17: Propuesta de ampliación de la arquitectura funcional normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI a VoIP

⁵⁹ Salvo que se use el puerto UDP/TCP/SCTP de escucha predeterminado para MeGaCo 2944 (codificación textual) o 2945 (codificación binaria) [IANA Port].

Respecto al establecimiento de la asociación SCTP encargada de transportar los mensajes IUA con la señalización Q.931 (SAPI 0), aconsejo provisionar la AGW/SG con la IP y puerto de escucha SCTP del MGC⁶⁰, encargándose de comenzar la asociación SCTP hacia el MGC (envía SCTP INIT) tras su arranque (este política fue la empleada con resultados satisfactorios en el proyecto [FONOPAC], a pesar de que la especificación de IUA [RFC 4233] aconseja que el establecimiento sea comenzado por el ASP).

La des/activación de capa física de las BRIs será realizada por cada AGW transparentemente a MGC y PH/FH; cuando un canal B o D no pueda cursar tráfico, su terminación física MeGaCo será puesta “fuera de servicio” en el contexto nulo, informando al MGC mediante comandos *serviceChange*, tal como se detallará en el Apartado 4.2.2.3. La AGW podrá hacer uso del evento MeGaCo FE206, planteado por [bo-megaco-isdn-01], para informar al MGC ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital, permitiéndole decidir si prestar o no cada servicio solicitado.

Los siguientes subapartados plantean las terminaciones MeGaCo a crear (siempre en la AGW/MG) para cada canal RDSI.

3.3.4.1 Canal D

Conforme a los borradores analizados en este capítulo, la creación de una terminación física asociada a todo el canal D (si existe⁶¹) sería opcional, siendo sólo usada por el MGC para obtener estadísticas de uso del canal D.

Respecto al soporte de los modos paquete y trama en canal D, los borradores [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] realizan algunas propuestas inacabadas e insuficientes (Apartado 3.3.2.3), quedando pendiente de resolución. En las contribuciones de esta Tesis se dará solución a esta cuestión justificando, entre otros aspectos, que la creación de esa terminación física de canal D resulta necesaria para soportar las llamadas salientes en modo paquete por canal D (Apartado 6.2.3).

3.3.4.2 Canales B

Tal y como ya recoge la arquitectura normalizada (Figura 3.2), para el soporte de llamadas de voz monocanal debe crearse en la MG un contexto formado por:

⁶⁰ Salvo que se use el puerto normalizado 9900 [RFC 4960; IANA Port].

⁶¹ En grupos de interfaces configuradas en modo NFAS, sólo existirá en la UNI que posea el canal D común y, opcionalmente, en la UNI que posea un posible canal D de backup.

- Terminación física⁶² de canal B en el lado RDSI: cuyo nombre de terminación presentará estructura jerárquica (Cuadro 3.1), identificando tanto la UNI como el canal B de la interfaz por el que se cursa la llamada.
- Terminación RTP (y VBD) en el lado IP: incluyendo, entre otros parámetros, la dirección IP del equipo destinatario de la llamada.

El uso de propiedades MeGaCo no se limitará a parámetros de los canales RDSI, sino que será empleado para controlar características de toda la interfaz⁶³. Para ello, pueden plantearse dos opciones, siendo una mera cuestión de modelado de la información la elección de una u otra (los requisitos del método elegido deberán quedar recogidos en el perfil MeGaCo de la pasarela de acceso AGW):

- Aplicar el comando sobre todas las terminaciones MeGaCo que conforman la interfaz, empleando el comodín “*” (e.g., ISDNTerm/BA17/*) como apunta [bo-megaco-isdn-01]. La implementación de este método debe garantizar que las propiedades de interfaz presenten el mismo valor en todas las terminaciones⁶⁴, así como evitar que puedan solicitarse operaciones no compatibles con la naturaleza de la interfaz RDSI (por ejemplo, no debe permitirse la aplicación de un comando *serviceChange* de “fuera de servicio” sobre un sólo canal B).
- Albergar los parámetros comunes de la interfaz en una única terminación, en concreto en la terminación física del canal B1 (e.g., ISDNTerm/BA17/B1)⁶⁵, existente en cualquier interfaz RDSI, tanto BRI como PRI (FAS o NFAS)⁶⁶. En caso de que dicho canal B1 no se estuviese usando para cursar una llamada, se encontraría en el contexto nulo (terminación física), siendo igualmente válida la propuesta.

⁶² Tanto los grupos VoIP (Apartado 3.2.1) como las especificaciones NGN (Apartado 4.2.2.1), proponen que para cada canal B se defina una terminación permanente, al corresponder a una capacidad disponible en el canal físico de forma constante. Bajo mi punto de vista, la definición de terminaciones físicas, únicas que pueden existir en el contexto nulo, sólo queda justificada cuando se requiere la detección constante de eventos. Consecuentemente, considero que las terminaciones asociadas a los canales B podrían ser definidas con carácter efímero (salvo la de aquel canal B que pudiera usarse para controlar aspectos de toda la interfaz).

⁶³ No debe confundirse que mediante MeGaCo se controlen aspectos de toda la interfaz (incluyendo a la SG y no por ello deja de ser conforme a [H.248.1]), con que toda la interfaz sea visible para MeGaCo (si la SG fuera visible, no sería conforme a [H.248.1]).

⁶⁴ Dicha consistencia puede lograrse, por ejemplo, con variables “static” en C. Podría plantearse usar la característica “global” [H.248.1] para lograr una única propiedad común, pero no reportaría el resultado deseado (el valor de la propiedad sería compartido por todas las terminaciones que soportan el paquete, incluyendo pues las terminaciones de las otras interfaces RDSI).

⁶⁵ De forma más general, a la terminación física del primer canal B de la interfaz RDSI. En las interfaces NFAS, los canales B se numeran secuencialmente entre todas las interfaces implicadas (B1 a B31 en UNI1, B32 a B63 en UNI2, ...).

⁶⁶ Podría plantearse controlar la interfaz a través del canal D; sin embargo, las interfaces PRI en modo NFAS no poseen dicho canal, por lo que no sería una opción válida para ellas. Alternativamente, también podría plantearse definir una terminación física MeGaCo asociada a toda la interfaz RDSI (e.g., ISDNTerm/BA17), pero ello supondría definir una terminación adicional no necesaria.

Asumiendo la segunda opción, en la terminación del canal B1 (o primera terminación de canal B para las UNIs NFAS), empleada para controlar la interfaz RDSI en su conjunto, se definirían las siguientes propiedades MeGaCo de sólo lectura (provisionadas en la AGW):

- Propiedades del paquete *nampat*: *MaxPatterns* (patrones de nombrado de terminaciones disponibles en la AGW) y *Pattern* (patrón de nombrado usado por el MGC). Deberá emplearse un patrón de nombrado jerárquico como el del Cuadro 3.1, cuyo nombre de terminación indique tanto la UNI como cada canal B o D dentro de ella.

Tal como propone [bo-megaco-isdn-01] (Apartado 3.3.1.1), este mismo patrón será usado como identificador IUA de la interfaz (IID). Ello resuelve la correlación entre el nombre de las terminaciones MeGaCo y éste IID, además de sincronizar entre AGW y MGC el rango de IIDs IUA a emplear.

La numeración de los canales B en las UNIs RDSI se realiza conforme establece [Q.931] en la definición de su EI CI (Identificación de canal). Aconsejo que el patrón de nombrado siga esta misma numeración, permitiendo al MGC correlacionar de forma inmediata la identificación de los canales entre dicho EI Q.931 y el nombre de las terminaciones.

- *assocd* (sólo en UNIs NFAS)⁶⁷: nombre MeGaCo de la interfaz (o de su canal D) que contiene el canal D común (NFAS) que controla los canales B de esta interfaz NFAS. Mediante el patrón de nombrado jerárquico y esta propiedad, el MGC conoce la estructura de las interfaces (BRI o PRI y número de canales D/B), cuales están configuradas en modo FAS o NFAS y, para éstas últimas, su organización (interfaz que contiene el canal D común, el posible canal D de backup y la numeración de los canales B entre las distintas PRIs).
- *interfaceid* (sólo en UNIs NFAS): ID binario Q.931 de la interfaz RDSI a la que corresponde esta terminación.
- *callnumber*: número RDSI (habitualmente E.164) asociado a esta UNI. A partir de esta propiedad y las anteriores, el MGC dispondrá de la correspondencia entre los distintos identificadores de la interfaz RDSI empleados entre la AGW y el MGC (nombre MeGaCo, IID IUA, ID Q.931 y dirección E.164⁶⁸).

⁶⁷ Las propiedades *assocd*, *interfaceid* y *callnumber* son definidas por [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-pack] en el paquete *isdnpack*, el cual es referenciado por la Recomendación ITU-T [H.Sup2].

⁶⁸ Para llamadas de paquetes, la correspondencia entre las direcciones [E.164/I.331] y X.121 [X.25] será habitualmente responsabilidad del manejador de paquetes PH [ETS 300 099], tal como se resume en el Apéndice.

3.4 Pasarelas comerciales de acceso UNI RDSI a red VoIP

La constante necesidad de interconectar los equipos nativos de las redes clásicas con las redes VoIP queda reflejada en la diversidad de equipos disponibles en el mercado, con multitud de pasarelas propietarias para las distintas opciones de interconexión. Así pues, pueden encontrarse pasarelas de equipos X.25 o FR con redes VoIP [VirtualAccess; Microtronix], pasarelas de equipos RDSI con redes VoIP basadas en señalización H.323/SIP y H.248.1 [FONOPAC; CiscoSystems; Microtronix], pasarelas que implementan la arquitectura SigTran [HSSWorld] o pasarelas TDMPW/HDLCPW con soporte de emulación de circuitos TDM y enlaces HDLC sobre IP [RAD Data]. Con carácter general, estas pasarelas aportan soluciones de interfuncionamiento no abiertas en su conjunto, dando soporte solamente a los servicios RDSI vocales más habituales (servicios portadores de voz monocanal).

Como esfuerzo de homogeneización, agrupaciones de proveedores de servicios y fabricantes, como [MSForum], definen documentos que proponen implementaciones abiertas de las pasarelas para facilitar la interoperabilidad. En su documento [MSF-IA-MEGACO.010], el MSForum indica que la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP deberá construirse a partir de la arquitectura funcional normalizada (Figura 3.2), ampliada con las aportaciones que realiza el perfil H.248.1 NGN ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1]⁶⁹, lo que corrobora la aceptación de éste perfil por parte de fabricantes y proveedores.

A partir de lo anterior, podemos concluir que las pasarelas UNI RDSI-VoIP existentes en el mercado, que mayoritariamente sólo soportan los servicios RDSI de voz monocanal, se limitan a cumplir la normalización existente (grupos de estandarización VoIP y NGN), no solventando ninguna de las carencias que ésta presenta.

3.5 Conclusiones

Para que los terminales RDSI de usuario puedan acceder de forma transparente a una red VoIP, es necesaria la implicación de una pasarela de acceso que termine la interfaz UNI RDSI. Los grupos de trabajo VoIP de ITU-T, IETF y ETSI normalizan una arquitectura común, tanto física (monolítica Figura 3.4, o distribuida Figura 3.5) como funcional (Figura 3.2), para esta pasarela. Sin embargo, dejan sin resolver múltiples aspectos necesarios para dar soporte a los servicios portadores RDSI, enumerados en el Apartado 3.2.4.

⁶⁹ Este perfil es adoptado por el [MSForum] de forma íntegra, con excepciones puntuales y menores. Por ejemplo, [MSF-IA-MEGACO.010] indica que cada contexto MeGaCo sólo podrá constar de una terminación en cada interfaz (2 terminaciones por contexto), mientras que ETSI_ARGW permite contextos con varias terminaciones por interfaz para el soporte de llamadas multiconferencia.

Advirtiendo esta situación, diversos borradores IETF intentaron dar solución a parte de dichos aspectos, siendo evaluados en el Apartado 3.3. A raíz de dicho análisis, en el Apartado 3.3.4 propongo una ampliación de la arquitectura normalizada para la pasarela de acceso, la cual:

- Extiende la visibilidad de MeGaCo a las interfaces RDSI completas, incluyendo a los canales D. Respecto a las terminaciones MeGaCo de canal D, ninguno de los motivos evaluados por los borradores justifica que sea preciso crearlas, quedando relegadas a un uso opcional para la obtención de estadísticas de uso del canal. En las contribuciones de esta Tesis se evidenciará la necesidad de crear estas terminaciones para dar soporte a las llamadas salientes en modo paquete por canal D (Apartado 6.2.3).
- Ofrece una solución completa al problema de la coordinación en la identificación de las interfaces/canales RDSI entre los protocolos IUA (IID), MeGaCo (patrón de nombrado jerárquico) y Q.931 (ID binario de la interfaz). Para ello, propone el uso de un patrón de nombrado jerárquico (apoyado en las propiedades *MaxPatterns* y *Pattern*), empleado como nombre de las terminaciones MeGaCo del lado RDSI y como IID IUA, además de la definición de las propiedades MeGaCo *assocd*, *interfaceid* y *callnumber*.

Finalmente, el Apartado 3.4 realiza una pequeña mención a las pasarelas comerciales de acceso UNI RDSI a VoIP existentes en el mercado, las cuales se limitan a soportar los servicios portadores RDSI más elementales, intentando respetar la arquitectura normalizada por los grupos VoIP.

A partir de lo anterior, resumo a continuación los **aspectos** de la pasarela de acceso UNI RDSI a red VoIP, necesarios para dar soporte transparente a los diversos servicios portadores RDSI, que este capítulo deja **pendientes de resolución** (los aspectos MeGaCo sólo son aplicables a las pasarelas distribuidas):

- a) Requisitos generales para los distintos servicios portadores:
 - Correspondencia entre los protocolos de señalización de llamada Q.931 y SIP, aplicada en el MGC. Ello incluye la descripción SDP de los medios requerida por SIP.
 - Gestión del estado de las interfaces físicas RDSI desde el MGC, ante pasarelas distribuidas: descartadas las propuestas de [bo-megaco-isdn-01] para implementar en MeGaCo los mensaje V5 de des/activación y des/bloqueo, se ha planteado usar únicamente la propiedad *serviceStates* de cada terminación física RDSI de canal D o B, tal como propone la arquitectura NGN de la ETSI [TS 183 002 v3.3.1] y se evaluará en el siguiente capítulo (Apartado 4.2.2.3). Sí considero adecuado mantener el evento MeGaCo FE206 planteado por [bo-megaco-isdn-01] mediante el que la AGW informa ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital.
- b) Servicios portadores en modo circuito (canal B): análisis detallado de las particularidades de cada servicio portador, en concreto:

- Evaluación de los protocolos de transporte adicionales a RTP que puedan ser requeridos en la red IP, especialmente para los servicios agregados.
 - Definición más detallada del uso de MeGaCo para el control de la pasarela de acceso distribuida, incluyendo la descripción SDP de los medios (descriptores Local/Remote), tanto en las terminaciones del lado RDSI como en las del lado IP.
- c) Servicios portadores en modo paquete en canal D, y en los modos paquete y trama en canal B (para modo trama, sólo de forma transparente, dado que el acceso no transparente carece de utilidad): estudio de la ubicación y arquitectura física del manejador PH/FH, arquitecturas de protocolos de transporte en la red IP e implicación de MeGaCo.

El resto de la Tesis intenta dar solución a estas cuestiones, asumiendo habitualmente pasarelas físicamente distribuidas. Las conclusiones alcanzadas serán directamente trasladables a las monolíticas, salvo las relativas a la comunicación entre AGW y MGC, que será interna.

Capítulo 4

Emulación RDSI en la arquitectura NGN

El proceso de evolución de las redes clásicas a la infraestructura NGN impone la sustitución de las actuales redes RDSI por componentes NGN que proporcionen una funcionalidad similar o mejorada. Dicho cambio de la red debe efectuarse de forma transparente al usuario, permitiéndole conservar sus equipos nativos RDSI, y acceder a los mismos servicios disponibles en la red tradicional (*emulación RDSI en la NGN*)¹. En lo que afecta al entorno de estudio de esta Tesis, el mecanismo de emulación RDSI exige la implementación de pasarelas de acceso que conserven la interfaz UNI RDSI. Asimismo, contempla que la red soporte potencialmente la emulación de todos los servicios portadores ITU-T I.23x, con una calidad de servicio QoS igual o mejor [Y.2262]/7.4.1.1;[ES 282 002]/4.

Partiendo de la arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI normalizada por los grupos VoIP (Apartado 3.2), este capítulo recoge las aportaciones realizadas sobre la misma dentro del entorno NGN. Aunque las especificaciones NGN ITU-T y ETSI TISPAN parezcan similares, no lo son en realidad, pudiendo diferir substancialmente los detalles específicos [COM19-D29-E], motivo por el que serán contemplados los documentos propuestos por ambos organismos².

El capítulo comienza con un resumen de la arquitectura propuesta para la pasarela de acceso por las especificaciones NGN, observando que coincide con la normalizada por los grupos VoIP. A continuación,

¹ Según [Y.2201], el mecanismo de emulación RDSI debe soportar todas las categorías de terminales nativos RDSI, desde simples teléfonos nativos hasta complejas redes de usuario corporativas.

² Si bien se tendrán en consideración los documentos de las tres versiones de la NGN (con la versión 3 aún en desarrollo en el momento de escribir esta Tesis), debe advertirse que la mayor parte del soporte de la emulación RDSI se encuentra recogido en la versión 1.

el Apartado 4.2 recoge las mejoras, planteadas en el entorno NGN sobre dicha arquitectura, que resultan necesarias para cualquier servicio portador RDSI. El Apartado 4.3 evalúa las contribuciones NGN al soporte de los servicios portadores en modo circuito, tanto monocanal como multicanal. Posteriormente, el Apartado 4.4 completa el estudio con las aportaciones NGN para el soporte de los modos paquete y trama, las cuales se encuentran limitadas al canal D. Todas estas propuestas NGN serán comparadas con la arquitectura ampliada para la pasarela de acceso presentada en el Apartado 3.2.4, tras el análisis de los diversos borradores IETF realizado en el capítulo anterior, identificando cuales de dichas mejoras de los borradores IETF ya han sido contempladas en las especificaciones NGN y cuales considero deberían añadirse. Finalmente, las distintas conclusiones serán recogidas en el Apartado 4.5, estableciendo el punto de partida sobre el que se realizarán las contribuciones planteadas en esta Tesis Doctoral.

4.1 Arquitectura NGN física y funcional para la emulación RDSI con accesos UNI

En la evolución gradual de las redes RDSI a la NGN, las centrales locales LE a las que clásicamente accedían los equipos de usuario son reemplazadas por pasarelas de acceso AGWs [Y.2262]³. Estas pasarelas corresponden al primer elemento NGN al que se conectan los terminales RDSI de usuario, ofreciendo la UNI RDSI normalizada (S/T, U o V5) y realizando la adaptación a IPv4/v6. Un terminal RDSI de usuario que accede transparentemente a la NGN (emulación RDSI) mediante una AGW⁴, podrá establecer llamadas con otro terminal nativo (disponga éste de acceso basado en emulación o simulación RDSI⁵) o con un terminal NGN (que estará empleando necesariamente simulación RDSI) [Y.2262].

Las especificaciones NGN [Y.2031; ES 282 001 v3.4.1] definen para las pasarelas de acceso UNI RDSI-IP las mismas dos arquitecturas físicas y funcionales normalizadas por los grupos VoIP (Apartado 3.2.4)⁶:

³ Todo nuestro estudio se realizará sobre las AGWs, ubicadas en la red del operador [Y.2031; Y.2091]. El acceso basado en pasarelas residenciales RGWs implica cambios en la infraestructura del cliente, dejando de ser un proceso completamente transparente como persigue esta Tesis. No obstante, todas las propuestas realizadas para las pasarelas de acceso son directamente trasladables a las pasarelas residenciales.

⁴ Recuérdese que, tal como se aclaró en el tema anterior, el término AGW puede usarse para hacer referencia tanto a las pasarelas de acceso en su conjunto (empleándose A-MGW y A-VGW para denotar si es distribuida o monolítica, respectivamente) o, en el caso de las pasarelas de acceso distribuidas, por simplicidad puede usarse simplemente AGW para hacer referencia a la unidad física MGU controlada desde la MGCU. A lo largo de la Tesis se emplearán ambas posibilidades, quedando determinada la interpretación a aplicar según el contexto haga referencia a ambas pasarelas de acceso o sólo a las distribuidas.

⁵ Aunque los terminales nativos RDSI de usuario puedan usar ambos mecanismos de emulación y simulación, siempre resulta preferible que empleen el de emulación para lograr servicios idénticos (transparente), y no “similares”, a los tradicionales.

⁶ Ambas arquitecturas ofrecen a los terminales de usuario un acceso transparente mediante el mecanismo de emulación RDSI (A-VGW les ofrece, además, el de simulación). Este mecanismo es soportado por el componente NGN PES, mediante la arquitectura CS-PES o IMS-PES [Y.2031].

- a) **Pasarela de acceso de medios o pasarela H.248, A-MGW** (Figura 4.1⁷): corresponde a la arquitectura de pasarela **distribuida** normalizada por los grupos VoIP (Figura 3.2), pudiendo resumirse en los siguientes puntos [TS 183 002 v3.3.1]:
- La A-MGW comprende las funciones de pasarela de señalización SG (envía al MGC la señalización Q.931 sobre IUA) y de pasarela de medios MG (controlada por el MGC mediante MeGaCo).
 - MeGaCo sólo es empleado por el MGC para controlar la función MG de la A-MGW, y no la SG (siendo así conforme con [H.248.1]), creando un contexto constituido por una terminación H.248.1 en el lado RDSI (asociada a uno o varios canales B) y otra en el lado IP.
 - La A-MGW (su función SG) analizará el DLCI⁸ de las tramas Q.921 recibidas por cada canal D, enviando al MGC la señalización de llamada Q.931 (tramas s con SAPI 0) mediante mensajes IUA transportados sobre una asociación SCTP, dotada de un flujo SCTP en cada sentido. Respecto al establecimiento de esta asociación, cuando la A-MGW (su función MG) arranque, enviará al MGC un comando *serviceChange* (con método Restart) de registro o aviso de disponibilidad; tras ello, el MGC (ASP), conforme al comportamiento por defecto establecido en IUA [RFC 4233], actuará de cliente SCTP, enviando el mensaje SCTP INIT a la A-MGW (SG) para solicitar el establecimiento de la asociación⁹.
- b) **Pasarela de acceso de voz sobre IP o pasarela SIP, A-VGW** (Figura 4.2): corresponde a la arquitectura de pasarela **monolítica** normalizada por los grupos VoIP (Figura 3.4). Además de la función de pasarela de medios MG (adapta y reenvía los medios), comprende al MGC (termina la señalización de llamada Q.931, realizando su correspondencia a SIP).

⁷ La notación empleada para referirse a las entidades funcionales e interfaces de cada componente NGN varían entre las propias Recomendaciones ITU-T [Y.2021; Y.2031; Y.2012], y entre éstas y las especificaciones ETSI [ES 282 001 v1.1.1; ES 282 001 v2.0.0][ES 282 001 v3.4.1]. Por simplicidad, a lo largo de la Tesis se intentará hacer uso de la notación propuesta en la arquitectura funcional generalizada ITU-T [Y.2012].

⁸ Respetando el funcionamiento de Q.921 e IUA, [TS 183 002 v3.3.1] recuerda que la máquina de estados Q.921 para la asignación de TEIs residirá en el equipo que termina dicho protocolo, A-MGW (función SG). Por el contrario, los procedimientos “punto a punto”(BRI y PRI) o “punto a multipunto” (sólo BRI) se encuentran bajo el control del MGC exclusivamente, no afectando a la A-MGW.

⁹ Al actuar el MGC de cliente SCTP (en la asociación SCTP que transporta IUA), es necesario provisionarlo con (u obtenerlo vía MeGaCo) la IP y puerto SCTP de la A-MGW para IUA. Alternativamente, en el Apartado 3.3.4 propuse que fuese la A-MGW quien actuase de cliente (provisionándola con la IP y puerto SCTP para IUA del MGC), minimizando las operaciones a realizar en el MGC para añadir nuevas pasarelas, opción que fue empleada en el proyecto [FONOPAC], con resultados satisfactorios. Otra opción es almacenar los parámetros de la A-MGW en propiedades MeGaCo de sólo lectura para ser sondeados desde el MGC (tras arrancar la A-MGW y registrarse en el MGC). En cualquier caso, esta cuestión puede dejarse a libertad de implementación.

Estas arquitecturas ofrecen el acceso transparente de los terminales RDSI de usuario a la NGN. Partiendo de ellas, el resto del capítulo analiza las aportaciones que realizan las especificaciones NGN para alcanzar el soporte potencial de los distintos servicios portadores RDSI (también conocido como soporte de llamada básica), prestando especial atención a los aspectos no resueltos en la arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI normalizada por los grupos de trabajo VoIP (Apartado 3.2.4).

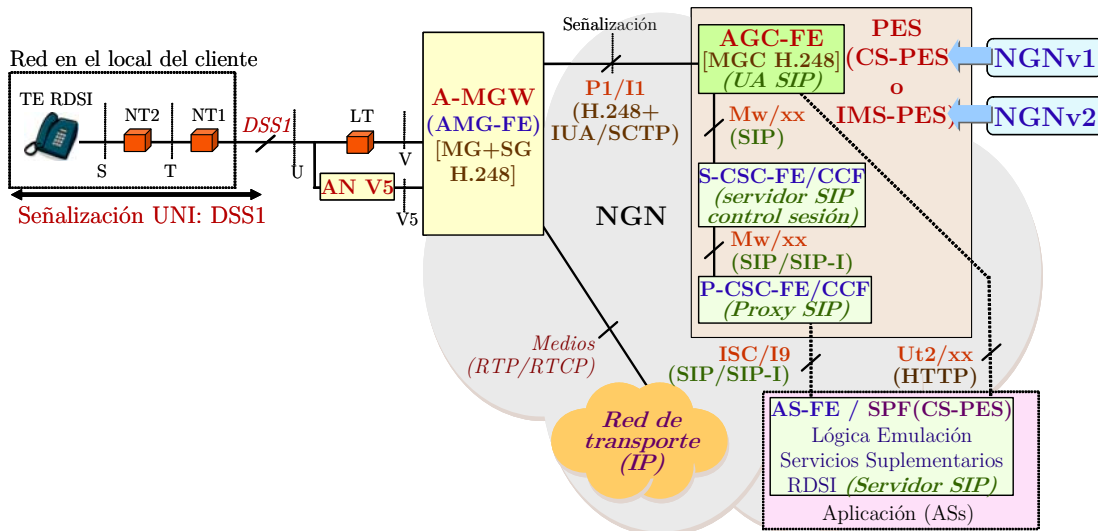


Figura 4.1: Acceso de terminales RDSI a la NGN mediante pasarela distribuida A-MGW

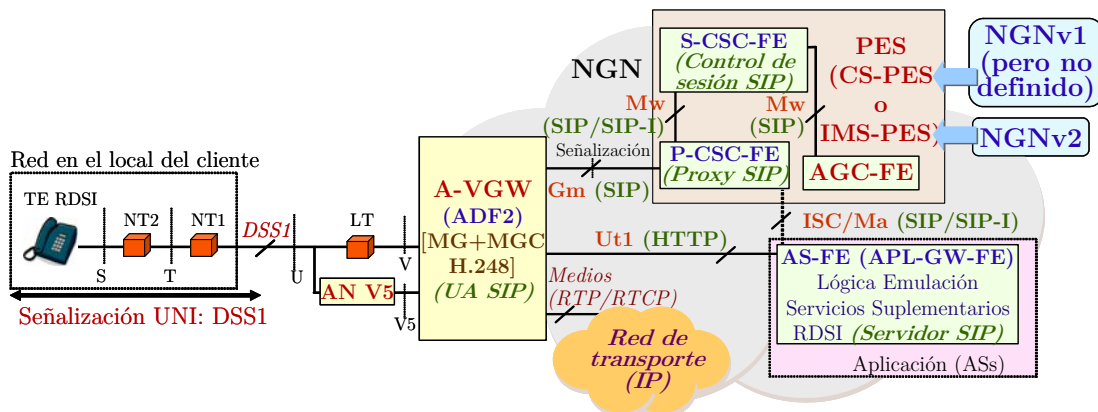


Figura 4.2: Acceso de terminales RDSI a la NGN mediante pasarela monolítica A-VGW

4.2 Aportaciones NGN a la emulación RDSI aplicables a cualquier servicio portador

Las especificaciones NGN encargadas de definir el mecanismo de emulación RDSI definen diversos aspectos no resueltos en la arquitectura de pasarela de acceso normalizada por los grupos de trabajo VoIP. A continuación se analizan aquellos aplicables a cualquier servicio portador.

4.2.1 Correspondencia de los protocolos Q.931 y SIP

La señalización de llamada intercambiada por el MGC (A-VGW o la entidad AGC-FE en la A-MGW) con los demás componentes NGN es siempre SIP. [TS 183 036], basándose en la concatenación de las normas [Q.699; EN 300 899-1] (correspondencia Q.931-ISUP) y [ES 283 027; EN 383 001; Q.1912.5] (ISUP encapsulado mediante MIME sobre SIP, perfil C), describe el interfuncionamiento entre los protocolos Q.931 y SIP para dar soporte a la emulación RDSI. [TS 183 036]/F resume la correspondencia a SIP propuesta para cada mensaje y EI Q.931. En concreto, para el soporte de los servicios portadores¹⁰ propone emplear¹¹:

- a) Elementos PSTN XML [TS 129 163]/F adjuntados en el cuerpo del mensaje SIP INVITE: para aquellos EIs que deben ser transportados transparentemente por la red para su negociación entre los equipos extremos.

EI Q.931	Elemento PSTN XML
BC (dos si repliegue)	BearerCapability (dos si repliegue, respetando el orden de estos EIs BC)
HLC (dos si repliegue)	HighLayerCapability (dos si repliegue, respetando el orden de estos EIs HLC)
LLC	LowLayerCapability
Progress Indicator (implicado, entre otros aspectos, en el repliegue -Nº 5- y en el envío de tonos/anuncios -Nº 8-)	ProgressIndicator
Sending Complete (ante envío solapado del número llamado)	sendingCompleteIndication

Cuadro 4.1: Mapeado de EIs Q.931 a elementos PSTN XML

- b) Codificación SDP/SIP: para la descripción de los medios a transportar sobre la red IP, la cual debe ser indicada a las AGWs que cursan la llamada para que traten dichos medios

¹⁰ Para los suplementarios contempla otros EIs adicionales, que no evaluaremos al quedar fuera de nuestro estudio.

¹¹ Tal como ha sido aclarado en la lista de correo [LIST_TISPAN_WG3], el motivo por el que la ETSI decidió mapear cada EI Q.931 bien dentro del mensaje SIP (líneas de petición/respuesta o cabeceras), bien en el cuerpo SIP codificado en SDP o bien en el cuerpo SIP mediante contenedores PSTN XML, fue principalmente por cuestiones históricas, dado el trabajo que estaban realizando en aquel momento otros grupos de trabajo tales como IETF y 3GPP, que se habían alejado de la propuesta de codificación en un cuerpo MIME binario habitualmente usada por la ITU-T (e.g., SIP-I [Q.1912.5]).

adecuadamente¹². Esta descripción es extraída del EI BC (campos Capacidad de transferencia e Información de usuario L1) y, opcionalmente, del EI HLC (campo Identificación de las características de capa alta)¹³, siendo definida por [TS 183 036]/Tablas 5.1.1.1.4-2/5.1.2.1-2/B del siguiente modo (para todas las capacidades se incluye el modificador SDP “específico de la aplicación” con valor 64 kb/s¹⁴, b=AS:64)¹⁵:

Capacidad (EI BC Q.931)		Descripción de medios en SDP para transporte RTP
UDI ¹⁶		m=audio <puerto> RTP/AVP <PT_dinámico> a=rtpmap:<PT_dinámico> CLEARMODE/8000
Voz		m=audio <puerto> RTP/AVP 0 [8] ¹⁷
Audio a 3.1 kHz	Modo audio	
	Modo VBD	Si EI HLC indica facsímil grupo 2/3: Mecanismo de retransmisión específico de fax [T.38] (ver Apartado 2.2.1.1). Descripción SDP con dos “m=” (uno audio y otro VBD) en la misma sesión “v=”.

¹² Dada una llamada entre dos terminales cursada sobre la NGN mediante dos pasarelas de medios AGWs (A-VGWs o A-MGWs), éstas deben conocer la naturaleza de los medios a cursar sobre la red IP. Si ambas AGWs están controladas por distinto MGC, es necesario que SIP transporte la codificación SDP de dichos medios (en las A-MGWs, esta información la recibirá el MGC, indicándosela a su pasarela mediante SDP/MeGaCo, cuya sintaxis se analizará en el Apartado 4.3.1).

¹³ Si bien conforme a [Q.931] el EI HLC está diseñado para ser intercambiado extremo a extremo, con objeto de permitir que el usuario distante pueda verificar la compatibilidad, [TS 183 036] contempla que el MGC pueda interpretar su campo “Identificación de las características de capa alta”, enviándolo vía SDP al otro MGC para que también lo interprete. El objeto de ello es permitir al MGC identificar, durante el establecimiento de la llamada, el tipo de llamada VBD (datos, fax, texto) que desea realizar el terminal, permitiéndole reservar en la AGW los recursos necesarios para ello ([TS 183 036] sólo contempla llamadas facsímil analógico grupo 2/3), o rechazar la llamada si no dispone de tales recursos. En caso de no hacer uso del HLC, el MGC tendrá que reservar en la AGW recursos para poder cursar cualquier tipo de llamada VBD.

¹⁴ Máximo ancho de banda BW (Band Width) requerido para los flujos RTP, equivalente al de un canal B, al tratarse de servicios monocanal.

¹⁵ Obsérvese como la capacidad de transferencia se encuentra doblemente transportada en SIP (en el elemento PSTN XML que transporta el EI BC, y en SDP/SIP). Tal como ha sido discutido en la lista de correo [LIST_TISPAN_WG3], el motivo de ello, además de por cuestiones históricas ([TS 183 036]/Tabla 5.1.1.1.4-2 se basa en [Q.1912.5], el cual es anterior a la definición de los elementos PSTN XML), fue permitir que el MGC pudiese obtener toda la información de la llamada que necesita para controlar las A-MGWs sin necesidad de interpretar los elementos PSTN XML, de modo que éstos puedan ser transportados transparentemente extremo a extremo.

¹⁶ [ES 282 002]/6.2.7 aclara que la emulación de circuitos RDSI con capacidad de transferencia de información con restricciones (RDI, 56 kb/s) se realizará mediante pasarelas de acceso especializadas, ajenas a las A-MGWs.

¹⁷ [TS 183 036] incluye el atributo “a=rtpmap” para los PTs estáticos. Sin embargo, dado que éstos son conformes al perfil RTP AVP [RFC 3551], dicho atributo puede omitirse. El soporte del codec G.711-μ es obligatorio y el del codec G.711-A optativo.

Capacidad (EI BC Q.931)	Descripción de medios en SDP para transporte RTP
UDI-TA ¹⁸	m=audio <puerto> RTP/AVP 0 [8] m=audio <puerto> RTP/AVP <PT_dinámico> a=rtpmap:<PT_dinámico> CLEARMODE/8000

Cuadro 4.2: Codificación SDP/SIP de las capacidades de transferencia RDSI

Consecuentemente, la información de estos EIs podrá ser transportada simultáneamente en un elemento PSTN XML y en SDP, dentro de un mismo mensaje SIP, debiendo ser siempre consistentes entre sí (en otro caso, el MGC liberará la llamada).

- c) Elementos del mensaje SIP (línea de petición/respuesta o cabeceras): para aquellos EIs cuyo contenido debe ser interpretado por los MGCs para construir y encaminar los mensajes SIP:

EI Q.931	Elemento del mensaje SIP
Called/Calling party [subaddress] Number	URI SIP y cabeceras From/To
Cause	Cabecera Reason

Cuadro 4.3: Mapeado de EIs Q.931 a elementos del mensaje SIP

La correspondencia entre las direcciones E.164 empleadas en Q.931 y las URIs SIP [RFC 2396] será realizada por el MGC de acuerdo con [RFC 3824; RFC 3761; RFC 5526].

- d) Sin correspondencia a SIP: para todos aquellos EIs Q.931 cuyo significado es local a la UNI RDSI, debiendo ser “consumidos” por el MGC (e.g., todos los mensajes Q.931 “ACKNOWLEDGE”), el cual aplicará sobre la MG a la que accede el terminal las operaciones MeGaCo necesarias (e.g., ante el EI CI, el MGC creará en la MG la pertinente terminación MeGaCo del lado RDSI).

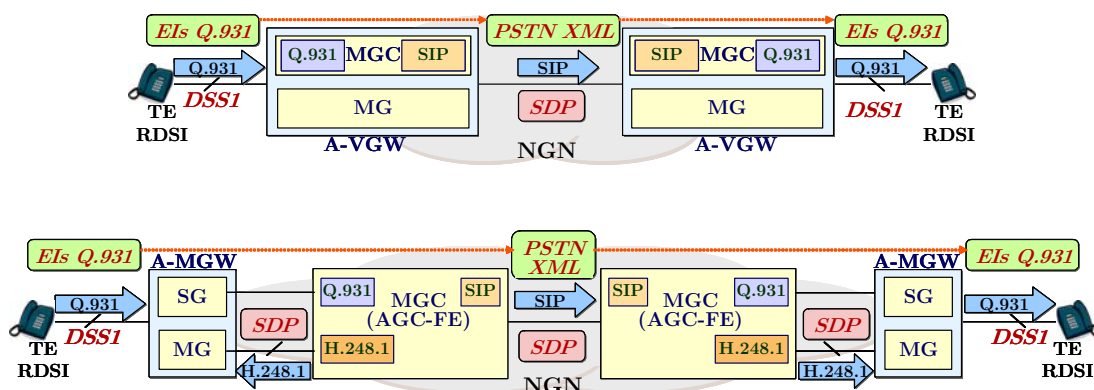


Figura 4.3: Correspondencia Q931-SIP para emulación RDSI mediante A-VGWs o A-MGWs

¹⁸ Aquí, [TS 183 036] (Q.931-SIP) difiere de [EN 383 001] (ISUP-SIP). Ésta última propone para UDI-TA “m=audio <puerto> RTP/AVP 9” (codec G.722), lo cual considero erróneo (bajo UDI-TA suele ser habitual que el usuario RDSI emplee el codec G.722 para “audio a 7 kHz”, pero la capacidad que debe solicitarse es transporte transparente “CLEARMODE”).

Sobre esta correspondencia Q.931-SIP, debemos realizar las siguientes **valoraciones**:

- Repliegue entre capacidades portadoras¹⁹: [TS 183 036] detalla adecuadamente como deberá indicarse en SIP el intercambio de los EIs BC/HLC para soportar la posibilidad de repliegue a una capacidad de transferencia alternativa, tanto por parte del usuario llamante como de la red²⁰. En concreto, propone el siguiente comportamiento (se detalla para el IE BC, siendo igualmente aplicable al IE HLC):

1º MGC de la AGW de entrada a la NGN: recibe del TE llamante el mensaje SETUP con ambas BCs. Si su AGW soporta ambas BCs, enviará un mensaje SIP INVITE al MGC de la AGW de salida, en el que por cada EI BC incluirá tanto un elemento PSTN XML como la codificación SDP/SIP de su capacidad de transferencia (en una línea “m=”²¹). Si la AGW no soportase BC1, el MGC lo indicará al TE llamante mediante el EI “Progress Indicator”, incluyendo en el mensaje SIP INVITE sólo un elemento PSTN XML y descripción SDP/SIP (el del EI BC2). Si la AGW tampoco soportase BC2, el MGC enviaría un mensaje Q.931 RELEASE COMPLETE al TE llamante.

2º MGC de la AGW de salida de la NGN: si recibe ambas BCs y su AGW las soporta ambas, enviará un mensaje Q.931 al TE llamado incluyendo ambos EIs BC. Si esta AGW no soporta BC1, el MGC seleccionará BC2, enviando únicamente dicha BC al TE llamado. Si esta AGW no soportase ninguna de ambas BCs, responderá al MGC de entrada con un mensaje SIP Response con código de estado 488 (tipos de medios no soportados) [TS 183 036]/5.1.2.1.

3º TE llamado: si recibe ambas BCs, responderá con un mensaje Q.931 CONNECT indicando la capacidad prioritaria BC1 y, si no la soporta, indicará la capacidad alternativa BC2. Dicha BC seleccionada será cursada por la red mediante un mensaje SIP Response con

¹⁹ Si bien la capacidad de repliegue la define [Q.931] en general (admitiendo hasta tres EIs BC o HLC), el servicio portador multiuso [I.231.9] es el único servicio normalizado que la contempla. Conforme a [I.231.9], la capacidad de repliegue permite que el TE RDSI llamante envíe un mensaje SETUP con dos capacidades de transferencia (en dos EIs BC), un EI BC1 prioritario con capacidad UDI-TA, y un EI BC2 alternativo con capacidad bien “conversación” o bien “audio a 3.1 kHz” (si el TE llamante no soporta repliegue, bajo este servicio multiuso sólo podrá indicar una BC, con UDI-TA, no pudiendo pues interfundarse con terminales de banda estrecha). Si la red o el usuario llamante no soportan el EI BC1 prioritario, elegirán el EI BC2 alternativo. El EI BC elegido será enviado al llamante mediante un mensaje Q.931 CONNECT (si la elección la ha realizado el usuario llamado) o PROGRESS (o en otro mensaje de control de la llamada apropiado, si la propia red no soporta BC1, solicitando el repliegue a BC2, incluyendo además el EI “Progress Indicator” con descripción N° 5); o mediante el procedimiento alternativo descrito por [Q.931]/L, basado en el mensaje Q.931 Notification.

²⁰ Si el repliegue a la capacidad alternativa es requerido por la red, el MGC (de la AGW del usuario llamante o llamado) enviará hacia el terminal llamante el EI BC/HLC elegido y el EI “Progress Indicator” con valor N° 5 (en PSTN XML y SDP si lo realiza el MGC del usuario llamado, o directamente en Q.931 si lo hace el MGC del usuario llamante). En los servicios portadores que admiten una sola BC (sin repliegue), una llamada puede ser rechazada si uno de los dos MGCs detecta que se solicita una BC no soportada por su AGW.

²¹ Consecuentemente, ante dos EIs BC se incluirán dos líneas “m=”.

código 200 (OK) y entregada el TE llamante en un mensaje Q.931 CONNECT. Si el TE llamado no soportase ninguna de ambas BCs, respondería con un mensaje Q.931 DISCONNECT.

- Descripción SDP de la capacidad UDI-TA: [TS 183 036] contempla que en una misma línea “m=” pueden indicarse tanto el codec “CLEARMODE” (para el transporte transparente o UDI de la información de usuario durante la fase de transferencia de la llamada) como el codec G.711-A/ μ (para el transporte de tonos/anuncios en las fases de establecimiento/liberación). Conforme al análisis que se realizará en el Apartado 4.3.1.2, en mi opinión la presencia de dicho codec G.711-A/ μ resultará innecesaria en general, dado que los tonos serán generados localmente por la AGW y, si los anuncios:
 - ▶ También son locales a la AGW: el codec G.711 nunca será usado sobre la red IP.
 - ▶ Son remotos a la AGW, obtenidos de una MRF (Media Resource Function): tal como indica [TS 183 036]/7.1.4, la comunicación con la MRF podrá realizarse mediante H.248 u otro protocolo. Si la MRF es controlada por un MGC distinto al que controla la AGW del terminal llamado, deberían establecerse dos sesiones SIP, una con el MGC del terminal (que usará “m=audio <puerto> RTP/AVP <PT_dinámico>” y “a=rtpmap:<PT_dinámico> CLEARMODE/8000”) y otra con el MGC que controlase dicha MRF (que sería la que usase el codec G.711, “m=audio <puerto> RTP/AVP 0 [8]”).

Consecuentemente, el uso de una misma línea “m=” con ambos PT RTP (CLEARMODE y G.711) sólo será necesario si los anuncios se ubican remotamente en una MRF controlada por el mismo MGC que controla la AGW del terminal llamado. En el resto de los casos, para la codificación SDP/SIP de la capacidad UDI-TA bastará usar simplemente el PT “CLEARMODE”.

- Servicios portadores RDSI soportados: [TS 183 036] no realiza su análisis en función de los servicios portadores que soporta, sino que se centra en como codificar cada posible capacidad de transferencia. A partir del análisis anterior, podemos afirmar que, de entre los diversos servicios portadores RDSI normalizados en las Recomendaciones ITU-T I.23x, la correspondencia Q.931-SIP propuesta por [TS 183 036] es suficiente para soportar los siguientes servicios en modo circuito monocanal:

Servicio portador	[I.231.1]	[I.231.2]	[I.231.3]	[I.231.9] (multiuso)
Capacidad	UDI	Conversación	Audio 3.1 kHz	UDI-TA o Conversación/Audio 3.1 (posible repliegue)

Sobre la anterior lista de servicios soportados, propongo realizar algunas **mejoras** que permitan incluir o perfeccionar el soporte de los siguientes servicios portadores:

- a) **Servicio portador Audio a 3.1 kHz** [I.231.3]: bajo modo VBD, si bien el tipo de llamada de modem puede identificarse dentro de banda (canal B), los EIs BC/HLC permiten al MGC determinar dicho tipo, ayudándole a reservar en la AGW los recursos específicos para esta

llamada (de lo contrario, el MGC deberá preparar a la AGW para cualquier posible llamada VBD). [TS 183 036] sólo contempla la determinación del tipo de llamada de modem para llamadas de fax analógico (indicadas en el EI HLC como “Facsímil Grupo 2/3”), para el que únicamente propone la descripción SDP del mecanismo de retransmisión específico [T.38].

Propongo ampliar la descripción SDP para modo VBD propuesta por [TS 183 036] para que incluya los otros mecanismos para el transporte de señales de modem sobre redes IP, resumidos en el Apartado 2.2.1.1 (VBD o IP [V.152], mecanismos de retransmisión específicos de datos/texto [V.150.1; V.151] y pseudocódec “**telephone-event**” [RFC 4733]), tal como hace el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] que se analizará en el Apartado 4.3.1.

b) **Servicio portador mixto** [I.231.4]: este servicio permite alternar entre las capacidades UDI y conversación, durante la fase de transferencia de la llamada, mediante el intercambio de diversos mensajes entre el usuario y la red²². Para el soporte de dicho servicio es necesario que la correspondencia Q.931-SIP permita indicar:

- Descripción de los medios: dada la descripción SDP propuesta por [TS 183 036] para ambas capacidades UDI y conversación, para el soporte de este servicio habría que indicar ambas simultáneamente (cada una en una línea “m=”).
- Conmutación de la capacidad de transferencia durante la llamada: los mensajes o EIs Q.931 a emplear para realizar esta conmutación no son recogidos en [Q.931]²³. Consecuentemente, una vez definidos dichos mensajes o EIs Q.931, aunque sea propietariamente, deberá ampliarse [TS 183 036] para describir como deben transportarse sobre SIP. Dado que este cambio de capacidad debe ser informado al otro extremo, parece razonable que sean transportados en elementos PSTN XML, acompañados de la descripción SDP de la nueva capacidad de transferencia deseada.

c) **Servicio portador USBS** (en modo paquete) [I.232.3]: si bien [TS 183 036] no contempla este servicio portador (al centrarse únicamente en servicios en modo circuito), sí aborda el servicio suplementario UUS [I.257.1; Q.957.1], el cual se basa en el mismo EI “User to user”

²² Estos mensajes son indicados en [I.231.4]/4.3.2.2: “invocación de petición de modificación en el curso de la llamada”, “indicación de devolución de resultado”, “indicación de modificación de la llamada” y “devolución de resultado de modificación en el curso de la llamada”.

²³ El mensaje Q.931 NOTIFY, apoyado en los EIs Q.931 “Capacidad Portadora” e “Indicador de notificación”, permite indicar un cambio de la capacidad portadora, pero únicamente a solicitud de la red y durante la fase de establecimiento [Q.931]/L, no siendo válido por tanto para dar soporte al servicio mixto [I.231.4]. Algunas implementaciones prácticas de Q.931 (similarmente para ISUP [ISUPDevelop]) dan soporte a este servicio mediante la definición de EIs adicionales de “Indicación de modificación de la llamada” insertados en dicho mensaje NOTIFY, que permite ser enviado por la red y por el usuario durante la fase de transferencia de la llamada.

que USBS²⁴. [TS 183 036] propone transportar dicho EI mediante la cabecera SIP User-to-User [johnston-sipping-cc-uui]²⁵. Consecuentemente, para definir en [TS 183 036] el soporte de este servicio USBS, bastará añadir que su EI “User to user” sea transportado mediante dicha cabecera SIP. Dado que los medios de este servicio USBS no son cursados por las AGWs, sino directamente por los MGCs sobre SIP, con la propuesta anterior queda completamente definido su soporte.

Por último, indicar que la correspondencia Q.931-SIP propuesta [TS 183 036] **no soporta** ningún servicio portador RDSI en modo circuito multicanal (todas las descripciones de medios SDP propuestas por [TS 183 036] incluyen el atributo **b=AS:64**)²⁶ ni en modo paquete y trama (no propone ninguna descripción SDP para el transporte de sus medios sobre la red IP). Consecuentemente, para el soporte de estos servicios será necesario definir adecuadamente la descripción SDP/SIP de sus medios en el tramo IP.

4.2.2 Aportaciones aplicables a la pasarela de medios A-MGW

Las siguientes aportaciones NGN sólo son definidas para la arquitectura de pasarela de acceso distribuida.

4.2.2.1 Patrón de nombrado de las interfaces/canales RDSI

[TS 183 002 v3.3.1] define para MeGaCo un patrón de nombrado jerárquico de las terminaciones físicas RDSI de canal B:

```

ba          /      <basti-      /      <tarje-      /      <canal [1,2]>
pra        /      dor>        /      ta>        /      <puerto>        /      <canal [1-15,17-31]>

```

Cuadro 4.4: Patrón de nombrado NGN para canales B²⁷

²⁴ Con la diferencia de que USBS sólo permite dicho EI en mensajes Q.931 INFORMACIÓN DE USUARIO durante la fase de transferencia de información en modo paquete, mientras que UUS lo permite en diferentes mensajes Q.931 y durante cualquier fase de una llamada en modo circuito.

²⁵ Dado que este EI es transportado transparentemente extremo a extremo, podría parecer más lógico su transporte sobre SIP mediante un elemento PSTN XML. No obstante, tal como ha sido discutido en la lista de correo [LIST_TISPAN_WG3], dado que ya existía el borrador [johnston-sipping-cc-uui] para dicho transporte, la ETSI decidió reutilizarlo.

²⁶ [TR 183 014]/5.1.1.1, basada en [EN 383 001], reconoce expresamente que la descripción SDP, para la identificación en SIP de los medios de los servicios portadores RDSI multicanal, queda pendiente de estudio, debiendo ser definida para garantizar el soporte completo de todos los servicios portadores RDSI.

²⁷ Al tratarse de una propuesta ETSI, asume tramas TDM E1 [G.704] para el acceso primario. El patrón para un acceso primario basado en tramas T1 sería “pri/<bastidor>/<tarjeta>/<puerto>/<canal[1-23]>”

Asimismo, [TS 183 002 v3.3.1] recomienda que este mismo patrón sea usado como identificador IUA de la interfaz (IID), coincidiendo con lo que ya proponía [bo-megaco-isdn-01] (Apartado 3.3.1.1). En el caso de IUA, sólo se requiere identificar la interfaz, por lo que el indicador del canal podría omitirse.

Tras su **análisis**, conviene realizar las siguientes indicaciones:

- Este patrón es equivalente al planteado por [bo-megaco-isdn-01] (Apartado 3.3.1), siendo aconsejable por los mismos motivos, con la salvedad de que no contempla los canales D, a consecuencia de que la ETSI restringe el uso de MeGaCo a los canales B.
- Las especificaciones NGN no contemplan que el MGC necesita obtener el identificador binario Q.931 asignado en la A-MGW a cada interfaz PRI en modo NFAS. Para ello, recomiendo definir un paquete MeGaCo, recogiéndolo en el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] que, para las terminaciones de canal B, permita definir la propiedad MeGaCo *interfaceid*, propuesta en el Apartado 3.3.1.2.
- Dado que dicho patrón corresponde a un estándar, [TS 183 002 v3.3.1] propone que sea provisionado en AGW y MGC, no usando así el paquete *nampat* (Apartado 3.3.4.2), con lo que coincide. Por el contrario, aunque el provisionamiento también sería una alternativa al uso de las propiedades MeGaCo *assocd* (nombre de la UNI con el canal D, en NFAS), *interfaceid* (ID binario Q.931 de esta UNI, en NFAS) y *callnumber* (número RDSI de esta UNI), tal como se justificó en el Apartado 3.3.4, el uso de estas propiedades MeGaCo ofrece la ventaja de permitir añadir nuevas MGs sin necesidad de modificar el MGC, por lo que considero es preferible al provisionamiento.

4.2.2.2 Identificación de terminaciones MeGaCo en el lado IP

[TS 183 002 v3.3.1] propone el siguiente patrón de nombrado para identificar las terminaciones IP de los contextos MeGaCo encargados de transportar los medios de los canales B:

```
ephemeral/<cadena de caracteres alfanuméricos o "/">
```

Como **observación**, resaltar que este patrón está definido sin particularizar el protocolo de transporte usado en el lado IP de la pasarela.

4.2.2.3 Control y gestión del estado de las interfaces físicas RDSI

En lo que respecta al control y gestión de las interfaces físicas RDSI, [TS 183 002 v3.3.1] propone:

- Sección digital de acceso [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.2/7.3.5: su mantenimiento es controlado por la A-MGW, operándose a través de su interfaz de gestión (e.g., SNMP). Si una sección

digital queda fuera de servicio, se informará al MGC mediante un comando MeGaCo *serviceChange* aplicado sobre la interfaz en su conjunto, tanto canales D como B (se usará un identificador de terminación con el comodín “*”²⁸, e.g., *pra/<bastidor>/<tarjeta>/<puerto>/**).

- Des/activación de la capa física de las BRIs [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.2: es controlada exclusivamente por la A-MGW, usándose su plano de gestión para provisionar la política de activación. Cuando una interfaz sea desactivada, se emplearán comandos *serviceChange* para indicar al MGC que dicha interfaz está fuera de servicio, de modo que éste conozca la indisponibilidad de la interfaz de cara a las llamadas entrantes.

Como **valoración**, coincido con la propuesta, salvo en la necesidad de avisar al MGC ante la desactivación de la capa física de los BRIs. Esta des/activación tiene por objeto ahorrar de energía, pudiendo aplicarse incluso ante inactividad en el canal D [Q.921 (I.441)]/III. Por ello, considero más eficiente que la des/activación sea transparente tanto a MeGaCo (el estado “en servicio” de las terminaciones no sea modificado) como a cualquier otro equipo IP (éste no perciba dicha desactivación), sea el MGC o el PH/FH. De este modo, si una vez desactivada la interfaz, el MGC (similar para PH/FH) requiere cursar una llamada hacia la interfaz RDSI, enviará los pertinentes mensajes Q.931 a la AGW, la cual reactivará automáticamente la interfaz. Si estando desactivada la capa física, la sección digital quedase fuera de servicio (por ejemplo, por apagado de la NT1), la AGW podría no detectarlo²⁹, luego no enviaría ningún comando *serviceChange* al MGC. En dicha situación, cuando la AGW intente la reactivación de la interfaz (por ejemplo, al recibir mensajes Q.931 del MGC), ésta no será posible, detectando entonces que la sección digital ha quedado “fuera de servicio” e informando al MGC con un comando *serviceChange*. El MGC cancelaría la llamada y tendría en cuenta la indisponibilidad de la interfaz ante nuevas llamadas entrantes

A partir de esta propuesta de la ETSI, y de la planteada por los borradores [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-bcp] (Apartado 3.3.3.3), detallo a continuación cómo considero debería realizarse la gestión y control del estado físico de las interfaces RDSI. La AGW dispondrá de una terminación física MeGaCo para cada uno de los canales B de sus interfaces RDSI. Ante una situación en un canal D/B que le impida cursar tráfico, la AGW asignará el estado “fuera de servicio” (propiedad *serviceStates* del subdescriptor *TerminationState*) a la terminación MeGaCo asociada a dicho canal, ubicándola en el contexto nulo (no cursará tráfico ni hacia los terminales RDSI ni hacia el lado IP). Si la indisponibilidad del canal B/D se debe a:

²⁸ Recuérdese que el patrón de nombrado propuesto por [TS 183 002 v3.3.1] (Cuadro 4.4) sólo contempla los canales B. Sin embargo, la ETSI propone que, en este caso, el significado del comodín “*” debe extenderse para que el MGC interprete que afecta a la interfaz completa, incluyendo los canales D.

²⁹ Dependiendo de la capa física, puede no haber diferencia entre que la capa física esté desactivada (no se transmite) y que no haya capa física (fuera de servicio). Por ejemplo, [I.430] establece que en reposo (sin transmitir información), la interfaz física se pone “todo a uno” y el uno binario es representado por la ausencia de señal de línea.

a) Situación producida en la AGW: ésta pondrá fuera de servicio las terminaciones de los canales afectados, avisando al MGC³⁰ mediante un comando *serviceChange* con método *Forced* o *Graceful* y razón 905 (terminación fuera de servicio)³¹. Cuando el problema desaparezca, la AGW retornará el estado de las terminaciones a “en servicio”, informando al MGC mediante un comando *serviceChange* con método *Restart* y razón 900 (servicio restaurado). Circunstancias que pueden llevar a esta situación son:

- Problema que sólo afecte a uno o varios canales B/D de una interfaz (por ejemplo, sobrecarga en el multiplexor del protocolo y desbordamiento de la memoria tampón en sólo algunos canales³²): el comando *serviceChange* incluiría sólo a esas terminaciones (opción no contemplada en la propuesta de la ETSI, que sólo recoge la posibilidad de poner fuera de servicio la interfaz completa).

Si el canal D está entre los canales afectados, deberán cerrarse todos los SVCs controlados por éste, poniendo fuera de servicio la interfaz completa mediante el uso del comodín “*” en el nombre de la terminación. Como se indicará más abajo, los PVCs no serán visibles a MeGaCo, por lo que no les afectará el uso de este “*” (como debe suceder, dado que los PVCs no requieren el canal D). Por este motivo, este mecanismo de control de las interfaces físicas no necesita la creación de terminaciones físicas MeGaCo de canal D, coincidiendo con la propuesta de la ETSI³³.

- Sección digital de acceso (o puerto RDSI) de una interfaz puesta fuera de servicio (e.g., apagado del NT1): la AGW pondrá fuera de servicio todas las terminaciones MeGaCo

³⁰ El MGC requiere ser informado de la indisponibilidad de cada canal o interfaz de cara a las llamadas entrantes (las llamadas salientes nunca llegarían al MGC, dado que provendrían de la interfaz RDSI, que estaría fuera de servicio).

³¹ Alternativamente, podrían usarse otras razones, por ejemplo 904 (Terminación con mal funcionamiento) o 906 (Pérdida de conectividad en capa inferior).

³² En el canal D y en los canales B bajo modo paquete y trama no transparente, la AGW actúa de “puente”, terminando el nivel 2, tanto en el lado RDSI como en el lado IP. Si en la arquitectura IP se emplea un protocolo con asentimiento (como SCTP o TCP), los mensajes IP recibidos serían asentidos, añadiéndose un nueva trama a la cola del lado RDSI para su envío. Si los mensajes IP son recibidos con una velocidad superior a la que pueden salir por el extremo RDSI, la cola de salida RDSI se desbordaría, perdiéndose información. Ante esta situación, la única solución es poner fuera de servicio las terminaciones de los canales RDSI afectados, cerrándose todas las llamadas en curso a través de ellos.

³³ La necesidad de crear una terminación física de canal D tampoco quedó justificada en el Apartado 3.3.4.1. No obstante, como se detallará en las Contribuciones de esta Tesis, sí será necesaria para soportar las llamadas en modo paquete por canal D (Apartado 6.2.3).

de la interfaz afectada³⁴. El comando *serviceChange* usará el comodín “*” para referirse a la interfaz completa (e.g., *pra/<bastidor>/<tarjeta>/<puerto>/**).

- Tareas de mantenimiento en la AGW (solicitadas a través de su interfaz de gestión): la AGW pondrá fuera de servicio todas sus terminaciones MeGaCo (ubicando en el contexto nulo las físicas del lado RDSI, y eliminando las efímeras del lado IP), informando al MGC mediante un comando MeGaCo *serviceChange* para la terminación *ROOT*.

Alternativamente al uso del comando MeGaCo *serviceChange*, podría plantearse que:

- El MGC detectase la indisponibilidad de las interfaces/canales RDSI a partir de los temporizadores Q.931 (e.g., T303 para las nuevas llamadas entrantes³⁵): esta opción sólo detectaría la indisponibilidad del canal D, no siendo aplicable a llamadas salientes de paquetes por canal D (no emplean señalización Q.931) ni permitiría detectar en el MGC situaciones que sólo afecten a determinados canales B, por lo que es una solución menos fiable.
 - Se usase la interfaz de gestión (e.g., SNMP) tanto de la AGW como del MGC³⁶: MeGaCo simplifica el mantenimiento al permitir emplear únicamente la interfaz de gestión de la AGW, por lo que resulta más adecuado.
- b) Tareas de mantenimiento en el MGC (solicitadas a través de su interfaz de gestión): éste enviará a todas las AGWs que controla un comando MeGaCo *serviceChange* para la terminación *ROOT* (con método *Forced* o *Graceful* y razón 905), provocando que éstas pongan fuera de servicio todas sus terminaciones físicas del lado RDSI y eliminando las efímeras del lado IP. Una vez finalice el mantenimiento del MGC, éste enviará a sus AGWs otro comando *serviceChange*

³⁴ Al pasar una interfaz RDSI al estado “fuera de servicio”, independientemente de que la capa 1 se encuentre activa o no: se liberarán todas sus llamadas conmutadas (canales B SVCs; se abandonaría el modo multitrama Q.921 cerrando todas las conexiones de nivel de enlace -trama Q.921 DISC-) y no podrán establecerse otras nuevas (ante un nuevo intento de conexión por canal D -trama SABME-, la AGW respondería con tramas DM para indicar que en ese momento no está disponible el modo multitrama; asimismo, ante la recepción de tramas UI, la AGW las desearía sin más). Tras ello, todas las terminaciones MeGaCo de la interfaz RDSI (terminaciones físicas de canal D/B) serán ubicadas en el contexto nulo (al liberarse las llamadas activas, los contextos en los que éstas pudiesen estar asociados habrían sido eliminados).

³⁵ Cuando el MGC requiriese establecer una llamada (de circuitos, paquetes o tramas) con un terminal RDSI, enviaría hacia la AGW, sobre IUA, el mensaje Q.931 SETUP (SAPI 127), arrancando el temporizador T303 [Q.931]. Si el MGC no recibiese respuesta a dicho mensaje SETUP, expirando el temporizador T303, reintentaría un segundo envío del mensaje SETUP; tras la segunda expiración de T303, el MGC entendería que la interfaz física se encuentra fuera de servicio, abortando la llamada. Ante una nueva llamada, el MGC volvería a repetir el mismo proceso. Ello también es aplicable para los casos B del modo trama, dado que aunque en éstos sólo se emplea señalización [Q.933 (95)], ésta reutiliza los mismos temporizadores que Q.931.

³⁶ Cumpliendo con lo exigido por [G.964; G.965], MeGaCo permite gestionar el estado de la interfaz teniendo en cuenta el estado de la llamada, evitando así interferir con llamadas en curso o llamadas que se están estableciendo/liberando. No obstante, el uso de protocolos como SNMP podría lograr el mismo resultado con una correcta implementación (por ejemplo, devolviendo un “error de llamada en curso” ante un intento de desactivación durante una llamada).

para la terminación ROOT (método *Restart* y razón 900), solicitándoles que pongan sus terminaciones físicas RDSI nuevamente “en servicio”. Cada AGW responderá a dicho comando del MGC con un mensaje *Reply* asintiendo la puesta en servicio de sus terminaciones³⁷.

Asimismo, estarán implicados los siguientes procedimientos:

- a) Sección digital de acceso (y líneas de abonado): su mantenimiento es controlado exclusivamente por la AGW, operándose a través de su interfaz de gestión. Ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital, la AGW informará al MGC mediante un evento MeGaCo FE206 (tal como propone [bo-megaco-isdn-01], Apartado 3.3.3.2), información que permite al MGC decidir si se debe prestar o no cada servicio solicitado.
- b) Des/activación de la capa física RDSI de las BRIs³⁸ (incluyendo la desactivación facultativa por inactividad en canal D [Q.921 (I.441)]/III): será controlada exclusivamente por la A-MGW³⁹ (equipo que termina la capa 2 del canal D), usando la interfaz de gestión de ésta para provisionar la política de des/activación (dado que el MGC no intervendrá en la des/activación, no considero necesario definir la propiedad MeGaCo *permact*, propuesta por [bo-megaco-isdn-01], para recoger si la BRI dispone de esta capacidad). La des/activación será transparente tanto a MeGaCo (la propiedad *serviceStates* no se modificará), como a cualquier otro equipo (MGC, PH/FH u otra AGW).
- c) Detección en el PH/FH o en una segunda AGW de la indisponibilidad de una interfaz/canal RDSI⁴⁰: podrán conocer dicha situación mediante dos posibles mecanismos simultaneables:
 - El MGC (siempre informado del estado de los canales mediante comandos *serviceChange*) se comunicará con ellos mediante SIP, solicitándoles que cierren las llamadas afectadas⁴¹.

³⁷ Si por algún problema físico alguna terminación no pudiera ser puesta en servicio, la AGW incluirá en dicha respuesta la bandera *ServiceChangeIncompleteFlag*, tras lo cual enviará al MGC nuevos comandos *serviceChange*, con método *Forced* y razón 905, para indicarle cuales son las terminaciones que siguen fuera de servicio. Cuando se resuelva el problema, la AGW enviará otro comando *serviceChange*, con método *Restart* y razón 900, indicando que dichas terminaciones ya se han puesto en servicio. Para grupos de interfaces NFAS, podría quedar fuera de servicio independientemente cualquier interfaz del grupo; si quedasen fuera de servicio las interfaces que poseen el canal D común y el posible canal D de backup, no podrían generarse/terminarse llamadas.

³⁸ Entiéndase des/activación de la sección digital de acceso DS completa (interfaces T, U y V1).

³⁹ En el escenario clásico es controlada por la LE. La activación podrá ser solicitada por TEs y A-MGW, mientras que la desactivación sólo podrá ser solicitada por la A-MGW.

⁴⁰ Las llamadas transcurren entre la AGW y, bien una segunda AGW (llamadas de circuitos) o bien un PH/FH (llamadas de paquetes). Así pues, esa segunda AGW o el PH/FH debe conocer el estado de las llamadas.

⁴¹ Este método justificaría la necesidad de que el MGC siempre sea informado por la AGW del estado de la interfaz RDSI (incluso en llamadas salientes de paquetes por canal D en las que no se necesita Q.931).

- Detectarían la indisponibilidad al expirar los temporizadores de los protocolos IP empleados en su comunicación con la AGW (opción dependiente del protocolo empleado; por ejemplo, TCP, RawFR, IUA, ...). Este será el único mecanismo posible para los PVCs (en estos no se emplea señalización SIP).
- d) Gestión de los circuitos permanentes, PVCs (no contemplados en [TS 183 002 v3.3.1]): aunque MeGaCo podría ser empleado para ello⁴², considero que es mejor realizarlo mediante un protocolo exclusivo de gestión tal como SNMP⁴³. Consecuentemente, la aplicación de los anteriores comandos *serviceChange*, aunque se use ROOT o "*" en el nombre de la terminación, pondrá fuera de servicio todas las terminaciones SVCs de la AGW, pero no afectará a los PVCs, ajenos a MeGaCo.

4.2.3 Conclusiones

Dada la arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP propuesta en los grupos VoIP, el entorno NGN realiza diversas mejoras útiles para la emulación de los diversos servicios portadores RDSI.

Se resume a continuación el análisis realizado de las mismas:

- a) La correspondencia entre los protocolos Q.931 y SIP, descrita en [TS 183 036], resulta suficiente para dar soporte a la emulación de los servicios portadores en modo circuito monocanal (sólo requiriendo ligeras mejoras para los servicios audio 3.1 y mixto) y al servicio en modo paquete "servicio de señalización de usuario" [I.232.3]. Debe ampliarse con una descripción SDP que soporte los servicios portadores en modo circuito multicanal y los servicios en los modos paquete y trama por canal B y D.
- b) En cuanto a la arquitectura distribuida, A-MGW: las distintas especificaciones NGN limitan la aplicación de MeGaCo a los canales B. Sobre ello:
- [TS 183 002 v3.3.1] define un patrón de nombrado jerárquico de los canales B, a aplicar en las terminaciones MeGaCo del lado RDSI y en el IID de IUA. Como indiqué en el Apartado 3.3.4.2, aconsejo que esta patrón de nombrado siga la misma numeración de canales B en las UNIs RDSI establecida en el EI CI (Identificación de canal) [Q.931],

⁴² Recuérdese que MeGaCo representa tanto un protocolo de control como de gestión.

⁴³ Si se usase MeGaCo y quedase fuera de servicio un PVC en la AGW de acceso (ésta debería poner las terminaciones implicadas fuera de servicio, sacándolas consecuentemente del contexto actual), la segunda AGW por la que transcurriese el PVC podría detectarlo a partir de los temporizadores del protocolo IP entre ambas AGWs, tal como TCP. Sin embargo, cuando el problema en la AGW de acceso fuese subsanado y se intentase restablecer el PVC, la segunda AGW debería ser informada. Asumiendo que ambas AGWs son controladas por distinto MGC, sería necesario una comunicación entre ambos MGCs, pero ésta no debería ser SIP, dado que éste es un protocolo de sesión, no adecuado para el mantenimiento de circuitos permanentes.

permitiendo al MGC correlacionar de forma inmediata la identificación de los canales entre dicho EI Q.931 y el nombre de las terminaciones.

Para las terminaciones MeGaCo del lado IP, [TS 183 002 v3.3.1] define un patrón alfanumérico no restringido a ningún protocolo de transporte, resultando apropiado.

- El patrón de nombrado propuesto por [TS 183 002 v3.3.1] para los canales B será provisionado en AGW y MGC. Asimismo, considero debería incluirse en el perfil ETSI_ARGW un paquete MeGaCo que defina las propiedades MeGaCo *assocd* (nombre de la UNI con el canal D, en NFAS), *interfaceid* (ID binario Q.931 de esta UNI, en NFAS) y *callnumber* (número RDSI de esta UNI). Como se planteaba en el Apartado 3.3.4.2, estas propiedades de interfaz pueden incluirse en todas las terminaciones de la interfaz o, preferiblemente, sólo en una de ellas tal como la del canal B1.
- [TS 183 002 v3.3.1] propone que tanto el mantenimiento de la sección digital como la des/activación de la capa física de las BRIs sean controlados por la AGW, a través de su interfaz de gestión (incluyendo la política de des/activación). En caso de que la sección digital quede fuera de servicio o se desactive la capa física, se pondrá la interfaz completa fuera de servicio, informando al MGC mediante un comando *serviceChange*. Sobre ello, propongo que la des/activación de la capa física sea transparente a MeGaCo y al MGC. Asimismo, considero adecuado que ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital, la AGW envíe el evento MeGaCo FE206 al MGC, y que se contemple la posibilidad de poner fuera de servicio sólo determinadas terminaciones de canal B. Por último, planteo que la gestión de los PVCs se realice mediante la interfaz de gestión, ajena a MeGaCo.

4.3 Aportaciones NGN para la emulación RDSI de servicios portadores en modo circuito

A continuación se recogen las aportaciones de las especificaciones NGN, sobre la arquitectura de pasarela UNI RDSI-VoIP propuesta por los grupos VoIP (Apartado 3.2), útiles para dar soporte a la emulación RDSI de los servicios portadores normalizados en modo circuito (Apartado 2.1.1), tanto monocal [I.231.1; I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9] (transporte de medios sobre un único canal B) como multicanal [I.231.5; I.231.6; I.231.7; I.231.8; I.231.10] (transporte de medios sobre dos o más canales B simultáneamente).

4.3.1 Servicios portadores en modo circuito monocal

Las especificaciones NGN proponen los mecanismos, en ambas interfaces de la pasarela de acceso AGW, necesarios para dar soporte al transporte de los medios de estos servicios portadores RDSI.

La Figura 4.4 resume dichos mecanismos aplicados sobre una pasarela distribuida A-MGW, analizados en los siguientes subapartados. Las arquitecturas de protocolos para el transporte de los medios sobre IP son igualmente aplicables a una pasarela monolítica A-VGW (funciones MG y MGC implementadas en el mismo equipo físico).

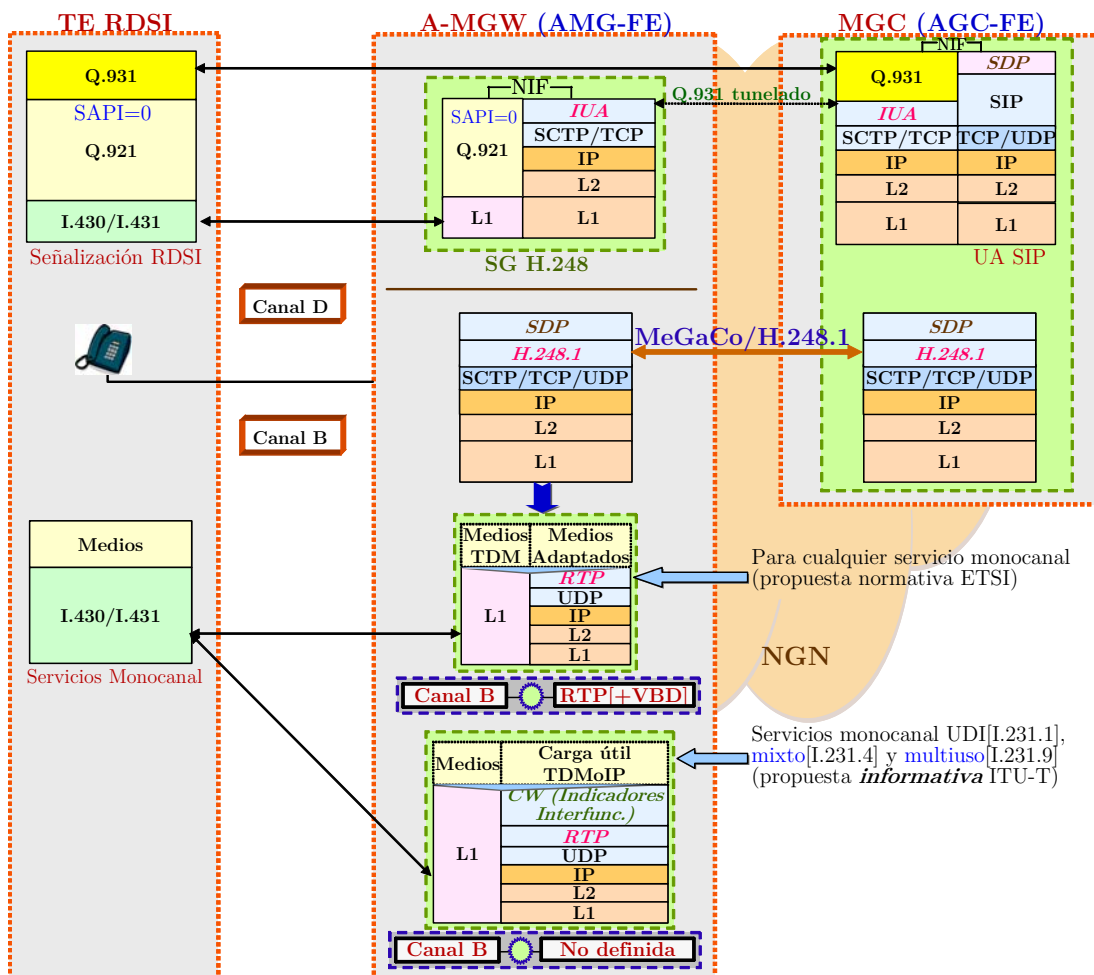


Figura 4.4: Propuesta NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito monocanal en una A-MGW

4.3.1.1 Terminación MeGaCo del lado RDSI en la pasarela distribuida A-MGW

[TS 183 002 v3.3.1]/5.14 resume los paquetes H.248.1 que deben ser soportados obligatoria y opcionalmente por la terminación física RDSI de la A-MGW (MG), destacando ctyp [H.248.2] (detección y discriminación de las llamadas de datos en banda vocal VBD), an [H.248.7] (generación de anuncios en las pasarelas), cg [H.248.1]/E.7 (generación de tonos de progreso de llamada) y tdmc [H.248.1]/E.13 (control de ganancia y eco⁴⁴).

Debemos realizar las siguientes **observaciones**:

⁴⁴ [TS 183 002 v3.3.1] establece soporte obligatorio de control de eco en las terminaciones RDSI.

- La anterior lista de paquetes deberá ser ampliada con el paquete H.248.1 que concentre los aspectos específicos de esta interfaz RDSI (propiedades *interfaceid*, *assocd* y *callnumber*). Asimismo, creo que además de “ctyp”, deberían incluirse en el perfil ETSI_ARGW, con carácter opcional, los restantes paquetes MeGaCo útiles para el soporte de llamadas de datos en banda vocal VBD, “fax” y “txp” [H.248.2] (Apartado 2.2.1.1).
- Ninguna especificación NGN contempla la descripción SDP de los medios en los subdescriptores Local/Remote de la terminación RDSI de la A-MGW, asumiendo que ante llamadas de audio, la voz del canal B RDSI siempre es transportada mediante el codec G.711-A/ μ , con objeto de evitar posibles trascodificaciones dados los retrasos y pérdidas que implican [TS 183 002 v3.3.1]⁴⁵. Si bien, conforme al EI Q.931 BC, en la UNI RDSI la información vocal de usuario puede ser codificada en codecs distintos a G.711, tales como ADPCM [G.726], todos los servicios portadores de audio normalizados ITU-T I.23x (cuyo soporte conforma el objetivo de esta Tesis) se limitan a la codificación G.711. Sin embargo, dichos servicios portadores sí pueden usar diversos tipos de adaptación de velocidad tales como [V.110/I.463; V.120/I.465], cuyas características, informadas al MGC en la señalización Q.931, deberían ser trasladadas a la A-MGW⁴⁶, preferiblemente de forma textual mediante SDP/MeGaCo, para que pueda aplicarlas en su UNI RDSI.

Tanto [RFC 4566] como [TS 183 036] (Apartado 4.2.1) sólo contemplan la descripción SDP de los medios en terminaciones IP, no en terminaciones RDSI, por lo que requieren ser ampliadas. Para ello, **propongo** que para los servicios portadores RDSI monocanal, la descripción SDP de los medios en la terminación MeGaCo del lado RDSI (canal B) se realice bajo la sintaxis planteada por el borrador [taylor-sdp-tdm-01]. Un posible ejemplo de descripción de medios en la terminación RDSI, bajo este borrador, para el servicio portador monocanal conversación [I.231.2] sería el siguiente:

```
MEGACO/1.0 [123.123.123.4]:55555 (MG <- MGC)
Transaction = 12 {
Context = 2000 {
Modify = ba/bastidor1/tarjeta2/puerto3/canalB1 {
Media { Stream = 1
{
Remote { v=0
c=TDM NUL --
m=audio 1 TDM PCMA
a=spchonly
b=AS:64
} } } } }
```

⁴⁵ Adviértase que el codec usado en la terminación IP no debe influir en el formato de los datos enviados en la terminación RDSI (aunque sí podrá afectar al contenido de los medios según el codec empleado en el lado IP tenga pérdidas o no).

⁴⁶ Para las adaptaciones de velocidad, además del tipo, habrá que indicar a la MG las características de la adaptación, contenidas en los octetos 5a/b/c/d del EI BC [Q.931]/4.5.5.

4.3.1.2 Transporte de medios en la red IP y terminación MeGaCo del lado IP

[TS 183 002 v3.3.1] exige que la AGW (A-MGW y A-VGW) dé soporte al transporte extremo a extremo de los medios contenidos en los canales B RDSI, además de a tonos y anuncios. Para ello, ITU-T [Y.2262; Y.2012] (con carácter opcional) y ETSI [TS 183 002 v3.3.1; TS 183 036] (con carácter normativo) proponen que los medios de los servicios portadores RDSI monocanal sean transportados en la red IP del siguiente modo⁴⁷:

Servicio portador RDSI monocanal	Transporte de medios en la red IP		
	Propuesta de	Mecanismo de transporte	Carga útil RTP (PT)
UDI [I.231.1]	ETSI e ITU-T [Y.2262]	Sesión única RTP ⁴⁸	Codec clearmode [RFC 4040]
	ITU-T [Y.2012]	TDMoIP ⁴⁹ [Y.1453; Y.1452]	Un PT dinámico por flujo de interfuncionamiento
Voz [I.231.2], Audio [I.231.3]	ETSI e ITU-T	Sesión única RTP	Codecs de audio [RFC 3551], soporte G.711-A/ μ obligatorio
Mixto [I.231.4], Multiuso [I.231.9]	ETSI		Codecs audio y clearmode (en distintos momentos)
	ITU-T	TDMoIP [Y.1453; Y.1452]	Un PT dinámico por flujo de interfuncionamiento

Cuadro 4.5: Transporte de medios de los servicios portadores RDSI monocanal en la red IP

Si la aplicación del interfuncionamiento TDMoIP (dotado de un plano de control) se realiza:

- Transportando cada llamada monocanal sobre un flujo TDMoIP: resultaría altamente ineficiente, por lo que considero totalmente desaconsejable su uso.

⁴⁷ [TS 183 002 v3.3.1] plantea que los tonos de información de progreso (o liberación) de la llamada se transporten dentro de banda mediante el codec vocal G.711. Para las llamadas de voz, propone que se usen los procedimientos del codec vocal G.711 tanto para la inserción/generación de ruido de confort (CNG) y de supresión de silencios (alternativamente, mediante la carga útil RTP CN [RFC 3389]), como para la detección/reenvío/generación de tonos DTMF dentro de banda (alternativamente, mediante la carga útil RTP [RFC 4733; RFC 4734]).

⁴⁸ El transporte de cada canal B requiere, al menos, dos flujos RTP (unidireccionales), uno de salida (vinculado al descriptor Remote bajo el uso de MeGaCo) y otro de entrada (descriptor Local).

⁴⁹ Tal como recoge [RFC 5087], el interfuncionamiento TDM-IP o TDMoIP definido por la ITU-T [Y.1452; Y.1453] coincide con la propuesta IETF de TDMPWs (pseudocables TDM) sobre UDP/IP [RFC 4197; RFC 4553; RFC 5086; RFC 5087], salvo ligeras variaciones en la terminología debidas a que la ITU-T no emplea el concepto de pseudocable, usando en su lugar el de flujo de interfuncionamiento.

- Concentrando varias llamadas sobre un mismo flujo TDMoIP: se tendría una solución aplicable a cualquier tipo de llamadas sobre canal B (modo circuito monocanal/multicanal y modos paquete y trama), luego no particular para los servicios portadores monocanal. Esta posibilidad, no analizada en las especificaciones NGN, será evaluada en las contribuciones de esta Tesis Doctoral (Apartado 5.1.1.1).

Consecuentemente, en lo que respecta de forma específica al soporte de los servicios en modo circuito monocanal, incluyendo [I.231.1; I.231.4; I.231.9], **recomiendo** el uso de una sesión única RTP, coincidiendo con la propuesta de la ETSI representada en la Figura 4.4.

Para la arquitectura de pasarela de acceso distribuida, y *aplicando únicamente RTP* como mecanismo de transporte (junto a los métodos de transporte de señales de modem sobre IP), el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] realiza las siguientes propuestas sobre las terminaciones MeGaCo del lado IP de la A-MGW (función MG):

- a) Características de estas terminaciones efímeras en el lado IP: [TS 183 002 v3.3.1]/5.14 resume los paquetes H.248.1 que deben ser soportados obligatoria y opcionalmente por la terminación IP de la A-MGW (MG), destacando rtp [H.248.1]/E.12, cg [H.248.1]/E.7 y ctyp [H.248.2] (detección y discriminación de las llamadas de datos en banda vocal VBD). Además de “ctyp”, creo que deberían incluirse, con carácter opcional, los restantes paquetes MeGaCo útiles para el soporte de llamadas de datos en banda vocal (VBD) sobre IP, “ipfax” y “txc” [H.248.2] (Apartado 2.2.1.1).
- b) Descripción de los medios (Local/Remote): [TS 183 002 v3.3.1]/5.15 propone que se realice de forma textual mediante SDP⁵⁰, usando sólo los parámetros “v=, o=, s=, m=, c=, t=, a=, b=”. Aplicada a las capacidades de transferencia de los servicios portadores RDSI, propone una sintaxis SDP/MeGaCo similar a la sintaxis SDP/SIP planteada por [TS 183 036] para la correspondencia Q.931-SIP (Cuadro 4.2), con las siguientes diferencias⁵¹:
 - Capacidad “audio a 3.1 kHz”:
 - ▶ Bajo modo VBD, [TS 183 036] sólo contemplaba la descripción SDP del mecanismo de retransmisión específico de fax [T.38]. Por el contrario, [TS 183 002 v3.3.1] sí contempla la descripción SDP/MeGaCo de todos los mecanismos de transporte de señales de

⁵⁰ [TS 183 002 v3.3.1]/5.15 indica que la codificación binaria basada en el EI Q.931 BC [H.248.1]/C.9 no deberá soportarse ([H.248.1] aconseja que si está definida la descripción textual SDP, no se use la descripción binaria).

⁵¹ Si bien la descripción de medios en SDP/SIP y SDP/MeGaCo sigue la misma sintaxis, coincidiendo mayoritariamente, existen algunas diferencias entre ellos, debidas principalmente a que SDP/SIP tiene por objeto indicar los distintos tipos de medios a lo largo de la llamada (admite un sólo “v=” con varios “m=”), mientras que SDP/MeGaCo debe indicar a la pasarela qué recursos reservar para cursar los distintos medios y en qué momento de la llamada aplicarlos (admite varios “v=”, con un sólo “m=” cada uno, con reserva de recursos condicionada por las propiedades *ReserveGroup* y *ReserveValue*).

modem sobre redes IP (Apartado 2.2.1.1): VBDoIP (sin SSE) [V.152]⁵², mecanismos de retransmisión específicos [T.38; V.150.1; V.151] y pseudocodex “**telephone-event**” [RFC 4733].

- ▶ Para garantizar una adecuada reserva de recursos, [TS 183 002 v3.3.1]/5.7.1.1 propone la posibilidad de indicar un codec de audio y otro de modem (como fax T.38) en el mismo “m=” (apoyándose en la propiedad “**ReserveValue=true**”) o en dos “m=” distintos (en distintos “v=”, usando la propiedad “**ReserveGroup=true**”)⁵³, lo cual coincide con lo propuesto por las propias especificaciones de transporte de señales de modem sobre redes IP. A continuación se presenta un posible ejemplo en el que se aplica lo indicado:

```
MEGACO/1.0 [123.123.123.4]:55555 (MGC -> MG1)
Transaction = 11 {
Context = $ {
  Add = ba/bastidor1/tarjeta2/puerto3/canalB1 {
    Events = 1 {al/on, ftmd/dtfm, ctyp/dtone, al/of} # Detectar tonos
  },
  Add = $ {
    Media { Stream = 1 {
      LocalControl {
        Mode = ReceiveOnly, # Remote aun no definido
        ReserveGroup = True,
        ReserveValue = True },
      Local {
        v=0
        c=IN IP4 128.96.41.1
        m=audio 49230 RTP/AVP 0 8 18 97 98 101 # Audio G.711-A, G.729
        a=gpm:0 vbd=yes # Codec audio para VBDoIP
        a=rtpmap:97 telephone-event/8000 # Pseudo-codec "telephone-event" [RFC4733]
        a=fmtp:97 0-15,32,33,34,35,66,70 # Tonos soportados
        a=rtpmap:98 v150fw/8000 # Datos/modem sobre RTP: MR[V.150.1]
        a=rtpmap:101 t38/8000 # Fax/modem sobre RTP: IFP[T.38]
        a=fmtp:101 T38FaxRateManagement=transferredTCF
      }
    }
  }
}
```

⁵² [TS 183 002 v3.3.1] indica que el codec VBD será indicado bajo SDP conforme a lo especificado por [V.152] (“a=gpm:<PT> vbd=yes”) y, si [V.152] no es usado o no es soportado (como sucede con las pasarelas ETSI_ARGWv1/2), se utilizará el codec G.711 que aparezca en el descriptor Remote (A o μ) y, si no aparece, G.711-A por omisión, pudiendo cambiarlo por gestión (si el codec configurado por gestión no es soportado por una de las dos pasarelas, el MGC modificará su contexto MeGaCo para indicar el codec G.711-A, cuyo soporte es obligatorio).

⁵³ Si “**ReserveGroup=True**” (propiedad del descriptor LocalControl), cada descriptor Local/Remote puede contener varias descripciones de sesión, cada una comenzada con un “v=”; la MG reservará un recurso por cada “v=” y cada recurso usará una determinada dirección IP, puerto y tipo de formato de medios (audio, image, video), pudiendo operar todos los recursos simultáneamente. Si “**ReserveValue=True**”, el MGC solicita a la MG que soporte todos los codecs indicados en cada descripción de medios (“m=”); si sólo hay un “v=”, la MG reservará un único recurso (con una única dirección IP, puerto y tipo de formato de medios), el cual puede manejar varios formatos de medios (codecs), pero sólo uno de ellos (un codec) en cada instante. El perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1]/5.7.1.1 contempla el uso de ambas propiedades.

```

v=0
c=IN IP4 $
m=image 4444 udpt1 t38 # Fax/modem sobre UDPTL: IFP [T.38]
a=T38FaxVersion:1
a=T38FaxRateManagement:transferredTCFlocalTCF
a=T38FaxUdpEC:t38UDPFEC
a=T38FaxMaxBufferSize:2000
a=T38MaxDatagram:512
a=T38FaxMaxRate:14400
} } } } } }

```

La A-MGW intentará reservar recursos para todos los medios solicitados. Durante la fase de transferencia de información de la llamada, conmutará entre el modo audio (modo inicial) y el modo VBD mediante la detección de señales de modem o voz dentro de banda en el canal vocal, tanto en la terminación RDSI como en la del lado IP [V.152]/9/10.

- Capacidad UDI-TA: el perfil ETSI_ARGW no describe expresamente la forma de codificar esta capacidad en SDP/MeGaCo, y no resulta directamente aplicable la descripción SDP/SIP⁵⁴, por lo que debería definirse. Respecto a la posibilidad de repliegue vinculada a esta capacidad en el servicio portador multiuso, tampoco es detallada por el perfil ETSI_ARGW⁵⁵.
- Envío de tonos/anuncios de red dentro de banda al terminal RDSI (aplicable a los servicios portadores [I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9], que permiten el envío de dichos tonos/anuncios al terminal durante las fases de establecimiento/liberación de la llamada, Apartado 2.1.1): [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.1 menciona explícitamente que MeGaCo debe ser empleado para la aplicación de tonos/anuncios en las interfaces RDSI (luego a través de las terminaciones del lado RDSI), añadiendo las siguientes indicaciones:
 - ▶ Anuncios [TS 183 002 v3.3.1]/7.1.4: podrán ser almacenados localmente en la A-MGW (soportando el paquete [H.248.7]) o en un repositorio remoto ubicado en un servidor de medios MRF. En este último caso, si la A-MGW no es capaz de obtener los anuncios del MRF autónomamente, el MGC deberá añadir (en el contexto de la llamada en la A-MGW) una terminación MeGaCo temporal, indicándole al MRF (vía SIP, MeGaCo u otro protocolo) que comience el envío de los anuncios hacia dicha terminación.

⁵⁴ La descripción SDP/MeGaCo debe ser capaz de indicar a la A-MGW qué recursos concretos debe reservar y en que momento de la llamada debe aplicarlos (tonos/anuncios hacia el llamante en las fases de establecimiento/liberación, y transporte UDI de medios en la fase de información), información que no es contenida en la descripción SDP/SIP.

⁵⁵ Obviamente, la descripción SDP/SIP de [TS 183 036] (propone una sesión SDP “v=” con dos “m=”) no puede trasladarse directamente para SDP/MeGaCo (no admite dos líneas “m=” en la misma sesión “v=”).

- ▶ Tonos: la A-MGW hará uso exclusivo de su terminación RDSI (no implicando a ninguna terminación IP) para el envío de tonos al terminal llamante. El MGC, mediante las señales MeGaCo resumidas en [TS 183 002 v3.3.1]/7.1.3, indicará a la A-MGW que tono/s debe enviar al terminal.

A partir del análisis anterior, podemos afirmar que, de entre los diversos servicios portadores RDSI normalizados en las Recomendaciones ITU-T I.23x, la descripción SDP/MeGaCo propuesta por [TS 183 002 v3.3.1] para la descripción de medios en la terminación del lado IP sólo es suficiente para soportar el servicio portador [I.231.1]. **Propongo** realizar varias ampliaciones sobre [TS 183 002 v3.3.1] para completar el soporte de los restantes servicios portadores en modo circuito monocanal:

- a) **Servicios portadores voz y audio a 3.1 kHz** [I.231.2; I.231.3]: ante tonos/anuncios de red, [TS 183 002 v3.3.1] no detalla como deben reservarse los recursos en las A-MGWs para garantizar que una vez establecida la llamada, la A-MGW dispondrá de todos los medios que ésta necesitará. Respecto a la interfaz RDSI, dado que estos servicios usan el mismo codec (PCMU o PCMA) tanto para los tonos/anuncios en las fases de establecimiento/liberación, como para la voz (o VBD) en la fase de transferencia, propondría la reserva de dicho codec en ambos descriptores Local/Remote desde la fase de establecimiento, asegurando así la disponibilidad de los recursos en la fase de transferencia con independencia de la implementación⁵⁶.

Respecto a la reserva de recursos en la interfaz IP de la A-MGW, en caso de que los anuncios sean:

- Locales a la A-MGW o extraíbles autónomamente por ésta de la MRF (Figura 4.5): la terminación RTP empleada para la fase de transferencia será creada (con el codec necesario, sea G.711 u otro en caso de transcodificación) desde la fase de establecimiento, pero en estado Inactivo (en el caso de audio a 3.1 kHz con VBD, también se deberían reservar los medios para el envío de las señales de modem sobre la red IP). En la fase de transferencia se le aplicará el comando `modify` para activarla.
- Remotos a la A-MGW y obtenidos mediante una terminación MeGaCo en ésta (Figura 4.6): se tendrá un esquema similar al caso anterior, con la adición de la terminación RTP destinada a obtener los anuncios de la MRF. En la fase de transferencia esta terminación será puesta en estado inactivo (no es eliminada dado que sus recursos podrán volver a ser necesarios en la fase de liberación).

⁵⁶ Aunque no es exigido por SDP/MeGaCo, muchas implementaciones suelen ser realizadas de modo que si se indica un codec en el descriptor Local (decodificador), también reservan los recursos para la codificación (que correspondería al descriptor Remote), y al inverso.

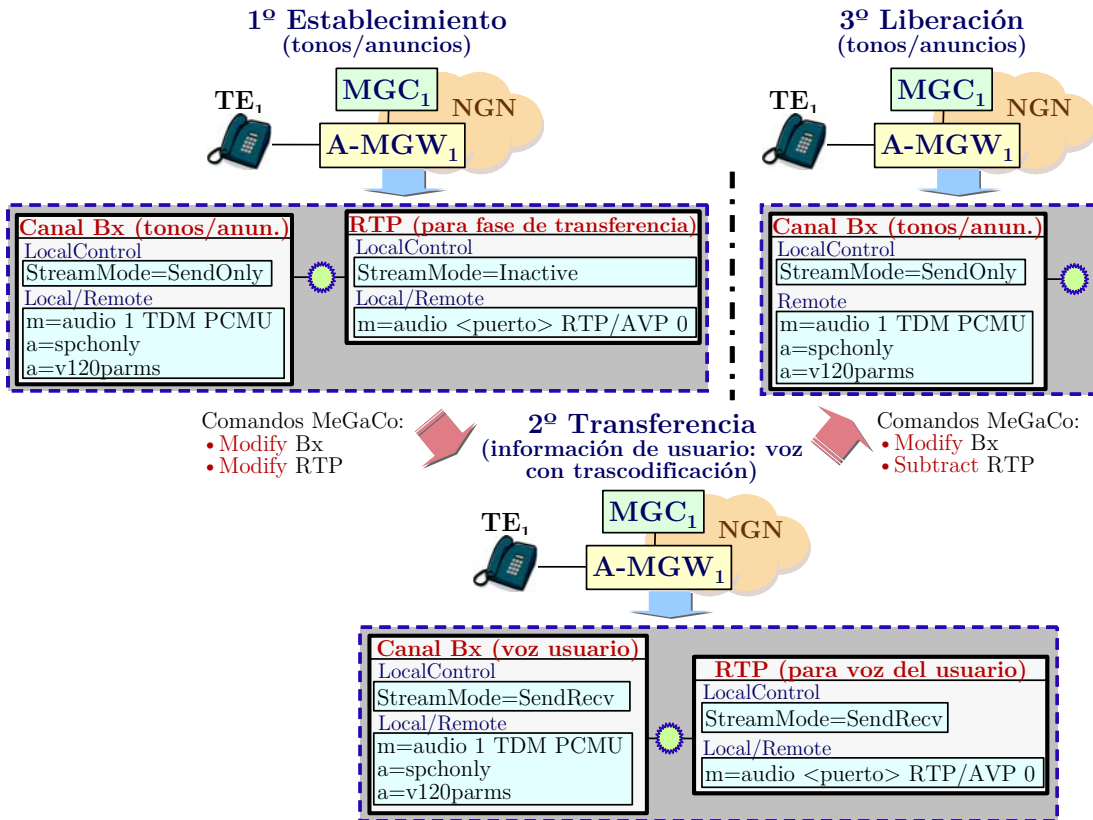


Figura 4.5: Descripciones SDP/MeGaCo en las distintas fases de una llamada de voz ante anuncios de red locales a la A-MGW

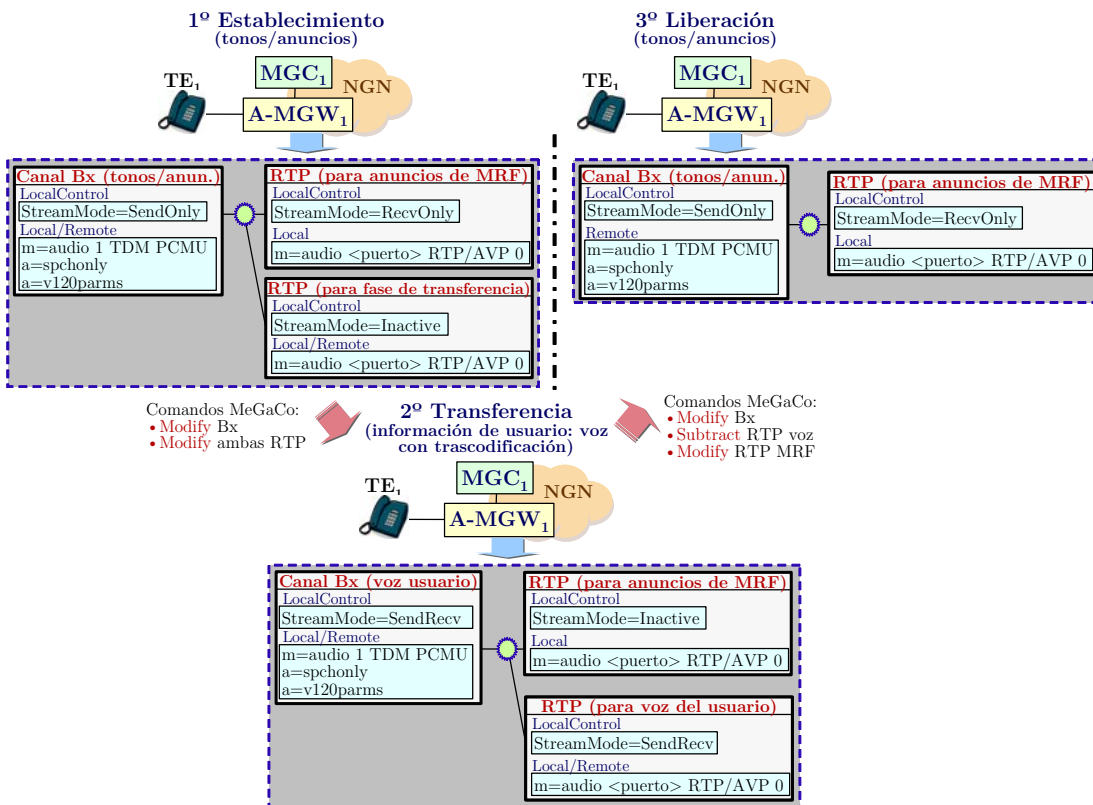


Figura 4.6: Descripciones SDP/MeGaCo en las distintas fases de la llamada ante anuncios remotos a la A-MGW

Para ambos casos, debe advertirse que dado que los tonos son aplicados mediante señales, no produciéndose ningún flujo de medios entre terminaciones, en el momento en que la terminación RDSI aplica un tono ésta queda desconectada del resto de terminaciones (virtualmente equivaldría a que en la terminación tuviese aplicada la topología “oneway” con todas las demás terminaciones del contexto). Por el contrario, los anuncios corresponden a medios. En caso de que los anuncios se encuentren en la MRF, para el envío de un anuncio sí se produciría un flujo de medios entre la terminación IP que obtiene el anuncio de la MRF, y la terminación RDSI que lo envía al terminal.

b) **Servicio portador multiuso** [I.231.9] (Figura 4.8): bajo este servicio portador, puede emplearse:

- Capacidad de transferencia UDI-TA (siempre solicitada por el terminal llamante como BC1 prioritaria o única): para la reserva de recursos ante el envío de tonos/anuncios de red debe tenerse en cuenta que, a diferencia de lo que sucedía en los servicios [I.231.2; I.231.3], en este caso la información de usuario se cursará mediante UDI (codec CLEARMODE en la terminación RTP), no coincidiendo pues con el codec de audio G.711 empleado para el envío de los tonos/anuncios. Si, a modo de ejemplo, la reserva de recursos durante las distintas fases de una llamada bajo esta capacidad, con tonos/anuncios de red locales a la A-MGW, se realizase como muestra la Figura 4.7, podría suceder que una vez establecida la llamada, al pasar a la fase de transferencia la pasarela A-MGW₁ no disponga en ese momento de los recursos necesarios (tanto en el lado RDSI como IP) para cursar los medios, lo que obligaría a liberar una llamada ya establecida.

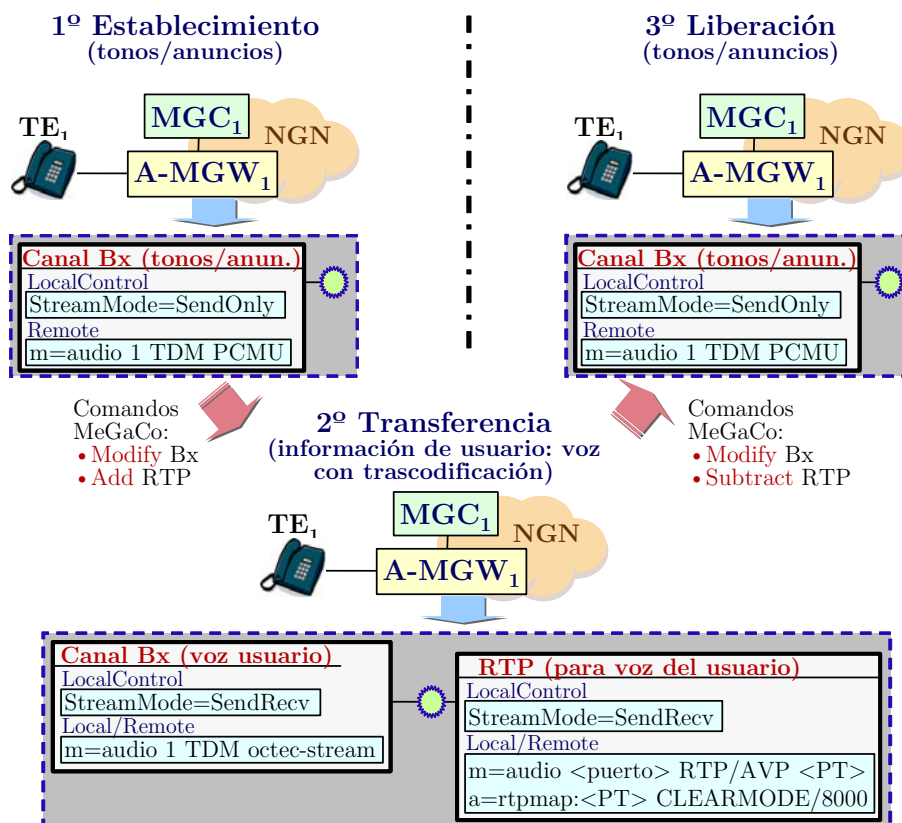


Figura 4.7: Descripciones SDP/MeGaCo para la capacidad UDI-TA con reserva inadecuada de recursos en la A-MGW

Para evitar que ello pueda suceder en la interfaz RDSI, asegurando que todos los recursos que serán necesarios en dicha interfaz para la llamada son reservados desde el establecimiento de la misma, pueden proponerse tres posibles descripciones SDP según la reserva de los recursos necesarios para la fase de transferencia se realice:

- ▶ Mediante el descriptor Local en la fase de establecimiento (Cuadro 4.6A): se reservará el codec octect-stream (UDI) en el descriptor Local (no usado en la fase de establecimiento), lo que, en implementaciones habituales, también reservará los recursos para la codificación con dicho codec (que correspondería al descriptor Remote, usado en la fase de transferencia). El principal problema de esta opción es que está sujeta a implementación.

	Fase de Establecimiento/Liberación	Fase de Transferencia
(A)	LocalControl StreamMode=SendOnly Local m=audio 1 TDM octect-stream Remote m=audio 1 TDM PCMU	LocalControl StreamMode=SendRecv ReserveValue=true Local m=audio 1 TDM octect-stream
(B)	LocalControl StreamMode=SendOnly ReserveValue=true Local m=audio 1 TDM octect-stream Remote m=audio 1 TDM PCMU octec-stream	Remote m=audio 1 TDM octect-stream PCMU

Cuadro 4.6: Reserva de recursos en la terminación RDSI ante llamada multiusuario

- ▶ Indicando en el descriptor Remote, en la fase de establecimiento, tanto el codec necesario para dicha fase como el empleado en la fase de transferencia, haciendo uso de la propiedad “ReserveValue=true” (Cuadro 4.6B): en la fase de establecimiento se usaría adecuadamente el codec PCMU para el envío al TE de los tonos/anuncios de red, dado que tiene mayor prioridad al estar antes en la línea “m=”⁵⁷ (la propuesta del Cuadro 4.6 para la fase de transferencia se basa en esta misma opción)⁵⁸. Si bien esta sintaxis es conforme a [RFC 4566], presenta el problema de que si en la fase de establecimiento el codec PCMU no estuviese disponible en la A-MGW, ésta intentaría usar el segundo codec

⁵⁷ Cuando dentro de una misma descripción de medios (“m=”) se indican varios codecs del mismo tipo (e.g., codecs para audio), para enviar la pasarela intentará usar los codecs por orden (empleará el primer codec, haciendo uso del segundo sólo si este codec dejase de estar disponible por algún motivo). En recepción, la MG interpretará cada paquete RTP conforme a su campo PT.

⁵⁸ Alternativamente a “ReserveValue=true”, podría emplearse “ReserveGroup=true”, indicando PCMU en la línea “m=” de la primera sesión (v=), y el otro codec de audio en la de la segunda. Si bien esta opción también garantizaría la disponibilidad de los recursos para la fase de transferencia, dado que ambos son codecs del mismo tipo (audio) y que no requieren ser cursados simultáneamente, considero más adecuado el uso de “ReserveValue=true” al requerir una única sesión.

(“octect-stream” en el ejemplo) para el envío de los tonos, lo cual sería incompatible con el terminal.

- Realizar una reserva explícita de recursos conforme propone el borrador [H.248.80], basado en el uso del protocolo SDP bajo un modelo solicitud/respuesta mediante la sintaxis de negociación de capacidades definida por [RFC 5939; mmusic-sdp-capabilities].

Para la reserva de recursos en la terminación IP, con anuncios locales o remotos, se procederá igual que en los servicios portadores [I.231.2; I.231.3], salvo que el codec RTP para la transferencia de información de usuario será CLEARMODE (y no G.711- μ).

- Capacidad de repliegue (el terminal llamante ofrece dos BCs para que la red o el terminal llamado elijan la segunda en caso de no soportar la prioritaria⁵⁹): para su soporte propongo realizar en la fase de establecimiento una reserva de recursos “a la ida”⁶⁰, basada en los siguientes pasos:

1º AGW del TE llamante: su MGC intentará reservar los recursos para soportar ambas BCs (capacidades UDI-TA y voz o audio a 3.1 kHz), mediante la propiedad “**ReserveValue=true**”, respondiéndole la AGW con la viabilidad de ello. El MGC de esta pasarela indicará al MGC de la AGW del TE llamado, mediante SDP/SIP, si deben intentar soportarse ambas BCs o sólo una dado que la AGW del TE llamante sólo admita una de ellas (conforme al funcionamiento de repliegue definido por [TS 183 036], Apartado 4.2.1).

2º AGW del TE llamado: su MGC intentará reservar las BCs indicadas en el mensaje SIP, enviando al terminal llamado un mensaje Q.931 SETUP indicándole si se le ofrecen ambas BCs o sólo una⁶¹.

3º Terminal RDSI llamado: decidirá finalmente la BC a emplear, indicándola en un mensaje Q.931 CONNECT. A partir de dicho mensaje, cada MGC podrá liberar en su AGW los recursos de la BC que finalmente no será empleada, sin necesidad de esperar a la fase de transferencia.

⁵⁹ El terminal llamante, una vez que ofrece ambas BCs, está implementado para admitir la recepción de tonos/anuncios en G.711, independientemente de cual sea la BC final que deberá emplear para el envío de información.

⁶⁰ Considero que esta forma de reservar todas las capacidades “a la ida” es la adecuada (y no empezar a reservar las capacidades “a la vuelta” a partir del mensaje Q.931 CONNECT), dado que el mensaje Q.931 SETUP que llega al TE llamado contiene las BCs que realmente soporta la red, de modo que la BC que éste elija será la finalmente usada, tal como establece [Q.931] que debe suceder.

⁶¹ Se está asumiendo una comunicación entre TEs RDSI. Si fuese entre un TE RDSI y un TE NGN, sólo estaría implicada una AGW, recibiendo el terminal NGN una descripción SDP/SIP con una sola BC, o con dos BCs para que él decida cual emplear.

La Figura 4.8 recoge esta propuesta para una llamada de este servicio portador multiuso en el que se ofrecen dos BCs (UDI-TA y conversación), soportándose la BC1 prioritaria (UDI-TA) y obteniéndose los anuncios de una MRF.⁶²

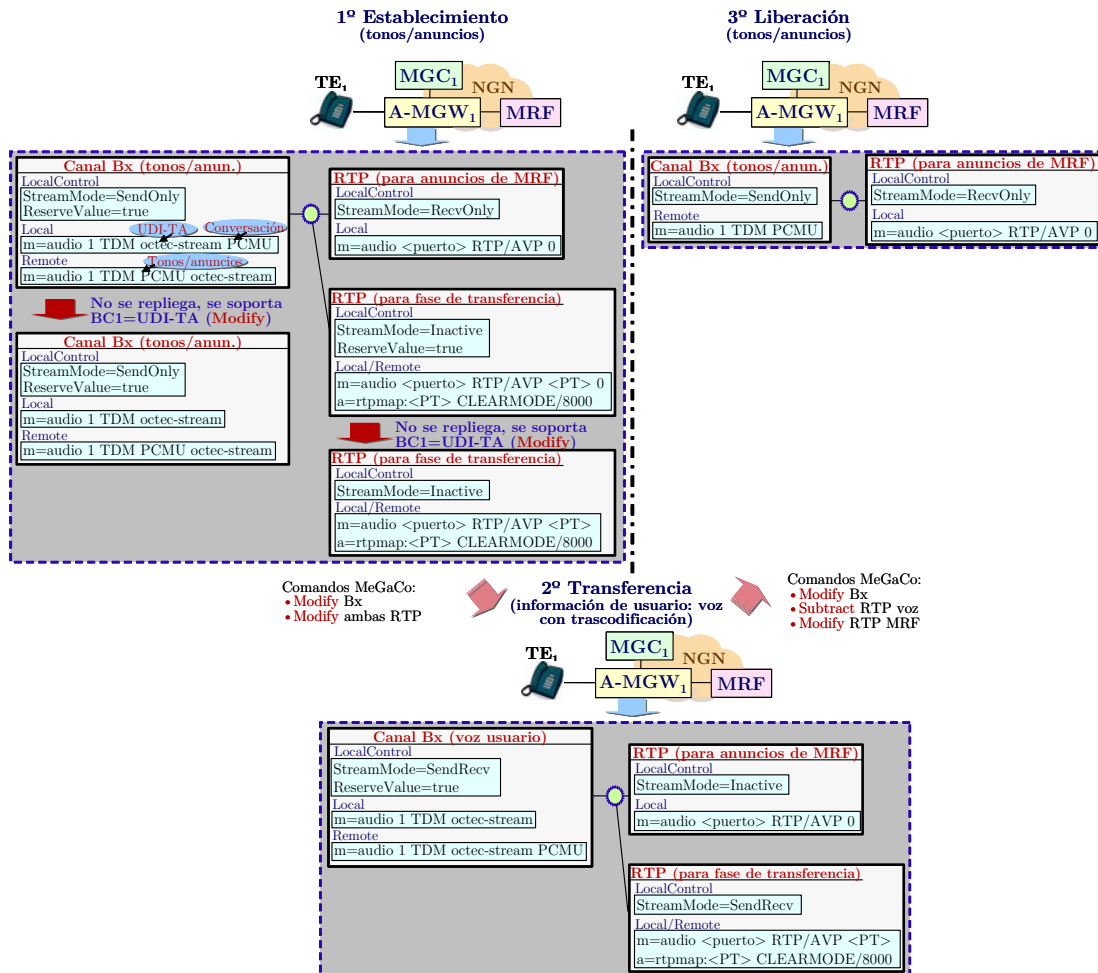


Figura 4.8: Descripciones SDP-MeGaCo para una llamada multiuso con repliegue, capacidad UDI-TA y anuncios remotos a la A-MGW

- c) **Servicio portador mixto** [I.231.4] (Figura 4.9): para permitir que durante la fase de transferencia de la llamada pueda alternarse entre las capacidades UDI y conversación, ambas deberán ser reservadas desde la fase de establecimiento, pudiendo hacerlo indicando sus capacidades en una misma línea “m=” y haciendo uso de la propiedad “ReserveValue=true”⁶³. Para cambiar de BC, el MGC aplicará el comando `modify`⁶⁴. En este caso, a diferencia de lo que sucede en el repliegue, si la A-MGW no soportase ambas capacidades, no podrá ofrecerse una

⁶² Para la reserva de recursos en la terminación RDSI, la figura adopta la solución Cuadro 4.6B.

⁶³ Podría plantearse el uso de varias descripciones SDP (varios “v=”) y la propiedad “ReserveGroup=true”. Sin embargo, dado que todas las capacidades son del mismo tipo (audio) y que no requieren ser cursadas simultáneamente, vuelvo a considerar más adecuado el uso de “ReserveValue=true”.

⁶⁴ A diferencia de lo que sucede en el servicio audio a 3.1 kHz [I.231.3] (con soporte VBD), en el servicio portador mixto la conmutación entre una u otra BC se solicita a través de la señalización Q.931. Consecuentemente, el MGC será el responsable de indicar a su pasarela cuando conmutar de BC.

llamada bajo este servicio, por lo que el MGC debería solicitar al TE llamante que liberase la llamada.

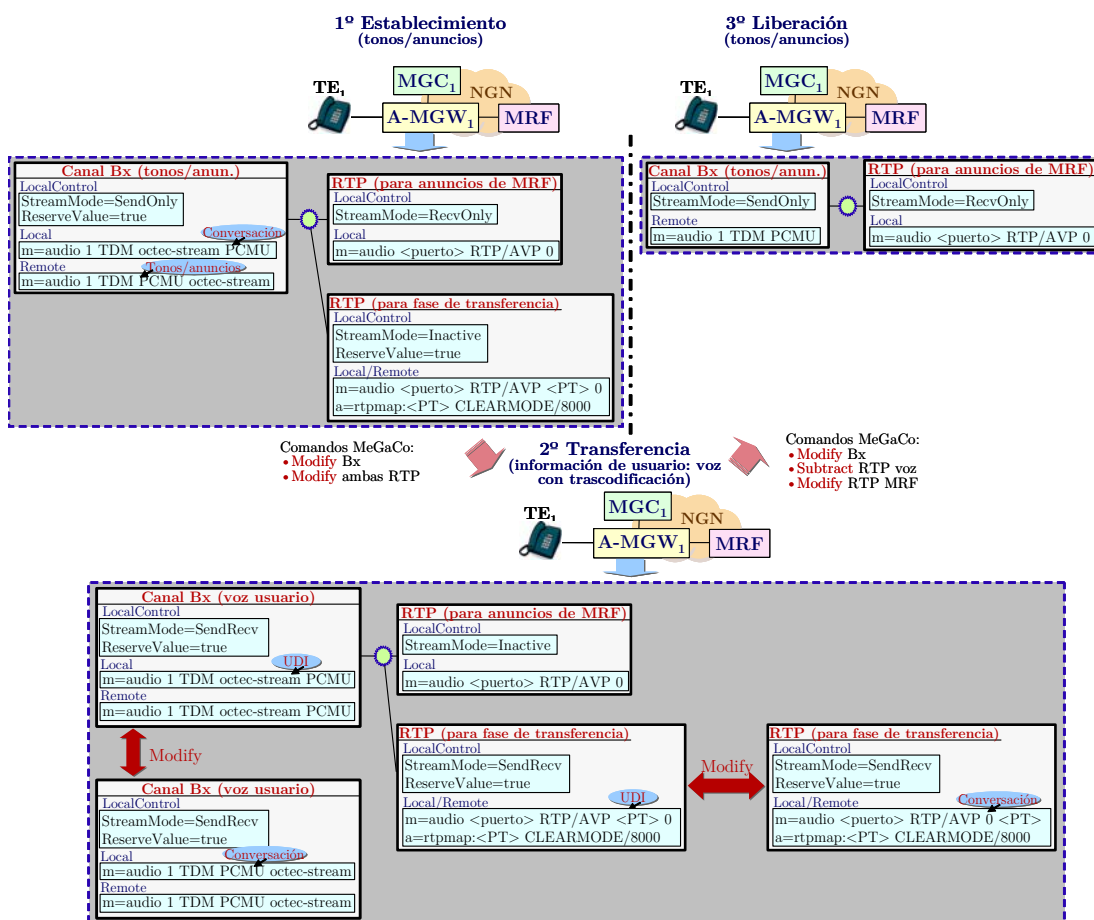


Figura 4.9: Descripciones SDP-MeGaCo para una llamada del servicio portador mixto con anuncios remotos a la A-MGW

Una vez solventadas las anteriores carencias, quedaría totalmente definida la emulación NGN para cualquier servicio portador en modo circuito monocanal ITU-T I.23x, empleando siempre RTP (junto a los métodos de transporte de señales de modem sobre IP) como mecanismo de transporte.

4.3.1.3 Conclusiones

Partiendo de la arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP normalizada por los grupos VoIP, el entorno NGN realiza las siguientes aportaciones para soportar la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito monocanal:

- Transporte de medios sobre la red IP (A-MGW y A-VGW): mediante una sesión única RTP, incluyendo los mecanismos de transporte VBD sobre IP resumidos en el Apartado 2.2.1.1. Con carácter opcional, la ITU-T plantea la posibilidad de usar flujos TDMoIP para los servicios [I.231.1; I.231.4; I.231.9]; considero que usar un flujo TDMoIP por cada llamada monocanal no aporta ninguna ventaja para servicios monocanal, desaconsejando su uso (el uso de un

flujo TDMoIP para la concentración de llamadas, tampoco señalado por las especificaciones NGN, será abordado en las contribuciones de esta Tesis, Apartado 5.1.1.1). Asimismo, coincidiendo con las especificaciones NGN [TS 183 002 v3.3.1], sugiero que para transportar la información de audio en la red IP se emplee el codec G.711, con objeto de minimizar las posibles trascodificaciones.

b) Procedimientos exclusivos para la pasarela distribuida, A-MGW:

- Terminación MeGaCo del lado RDSI: [TS 183 002 v3.3.1] resume una lista de los paquetes H.248.1 útiles para esta terminación, sobre la que propongo incluir los paquetes MeGaCo para el soporte de llamadas de datos en banda vocal VBD, “fax” y “txp” [H.248.2]. Respecto a la descripción de medios SDP/MeGaCo para esta terminación (necesaria para indicar a la pasarela las adaptaciones de velocidad [V.110/I.463; V.120/I.465; X.31/I.462]), no definida en ninguna especificación NGN, propongo usar la sintaxis planteada por el borrador [taylor-sdp-tdm-01].
- Terminación MeGaCo del lado IP: de igual modo, [TS 183 002 v3.3.1] resume los paquetes H.248.1 útiles para esta terminación, en la que considero deberían incluirse los paquetes para el soporte de llamadas de datos en banda vocal (VBD) sobre IP “ipfax” y “txc” [H.248.2]. La descripción de medios SDP/MeGaCo planteada por [TS 183 002 v3.3.1] es suficiente para soportar el servicio portador [I.231.1]. Para el soporte de los restantes servicios monocanal en modo circuito, [TS 183 002 v3.3.1] no detalla como garantizar la disponibilidad de los recursos en las distintas fases de la llamada. He propuesto las indicaciones para ello, tanto ante tonos/anuncios de red en los servicios portadores [I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9], repliegue y capacidad UDI-TA en el servicio multiuso [I.231.9], y la conmutación de BC en la fase de transferencia en el servicio mixto [I.231.4].

Con ello, queda totalmente definida la emulación para cualquier servicio portador en modo circuito monocanal ITU-T I.23x:

Servicio portador	[I.231.1]	[I.231.2]	[I.231.3]	[I.231.4] (mixto)	[I.231.9] (multiuso)
Capacidad	UDI	Conver- sación	Audio 3.1 kHz	UDI y Conver- sación	UDI-TA o Conversación/Audio 3.1

Cuadro 4.7: Servicios portadores RDSI monocanal en modo circuito normalizados

Aplicable tanto para A-MGW como para A-VGW (emplea los mismos mecanismos de transporte de los medios sobre IP, sin hacer uso de MeGaCo), en una comunicación extremo a extremo entre un terminal RDSI y:

- Otro terminal RDSI que accede a la misma A-MGW (redirección de medios interna, sin pasar por la red IP, Figura 4.10A), a otra A-MGW controlada por el mismo MGC (la señalización de la llamada Q.931 no requiere ser mapeada a SIP, Figura 4.10B) o por otro MGC (terminales en distintos dominios administrativos, Figura 4.10C).

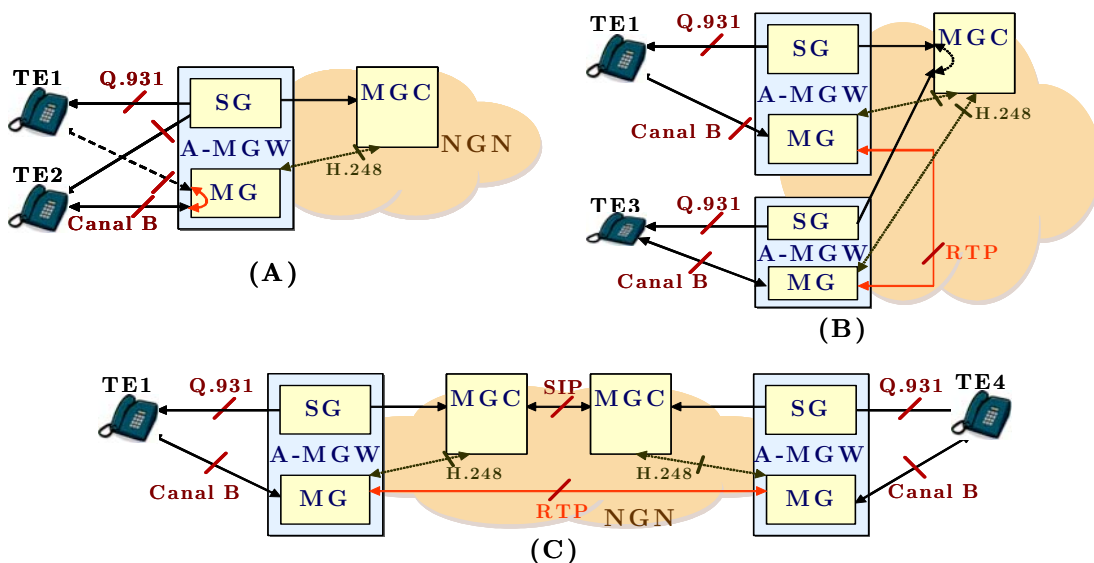


Figura 4.10: Comunicación entre TEs RDSI con servicio portador modo circuito monocanal mediante A-MGW

- Un terminal NGN, tal como contempla [Y.2262]/I.3⁶⁵, representada en la Figura 4.11 para la A-MGW bajo un transporte de medios basado en RTP y VBD (sin TDMoIP).

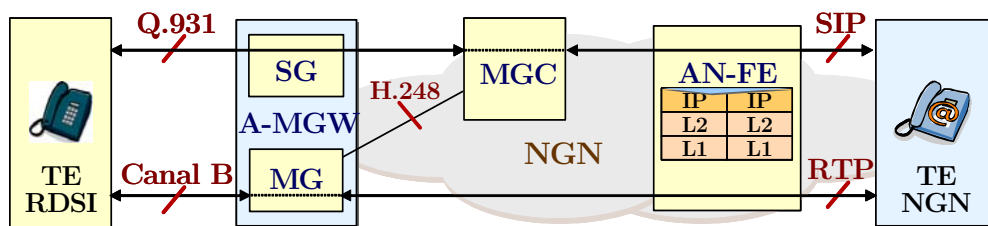


Figura 4.11: Comunicación TE RDSI con TE NGN con servicio portador modo circuito monocanal mediante A-MGW

4.3.2 Servicios portadores en modo circuito multicanal

No existe ningún documento que normalice el soporte de estos servicios a través de una pasarela de acceso AGW, quedando pendiente de definición para alcanzar el objetivo NGN de soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI⁶⁶. Las especificaciones NGN únicamente realizan las siguientes propuestas, relativas al transporte de sus medios en el lado IP de la AGW (A-MGW y A-VGW):

- [ES 282 002]/6.2.7 indica que el transporte de los “N” canales del servicio debe realizarse sobre un único flujo IP, para garantizar las mismas condiciones de transmisión para todos los canales.

⁶⁵ El terminal NGN accederá mediante el mecanismo de simulación RDSI, aunque sólo podrá hacer uso de los servicios RDSI clásicos (los posibles servicios adicionales que permita la simulación no estarán disponibles).

⁶⁶ Incluso, algunas especificaciones como [ES 282 002]/6.2.7 mencionan explícitamente que, aunque de forma minoritaria, aún existe una cierta cantidad residual de equipos RDSI que usan llamadas Nx64, por lo que es necesario dar soporte a estos servicios multicanal.

- [Y.2262; Y.2012] proponen, con carácter meramente facultativo⁶⁷, transportar los medios de estos servicios mediante interfuncionamiento TDMoIP [Y.1453; Y.1452], opción que satisface lo indicado por [ES 282 002]. Paralelamente, [Y.1453]/7.1 indica que TDMoIP ofrece capacidad de transporte a los servicios portadores RDSI multicanal. La Figura 4.12 resume esta propuesta aplicada sobre una A-MGW, donde la arquitectura de protocolos para el transporte de los medios sobre IP es igualmente aplicable a una pasarela monolítica A-VGW.

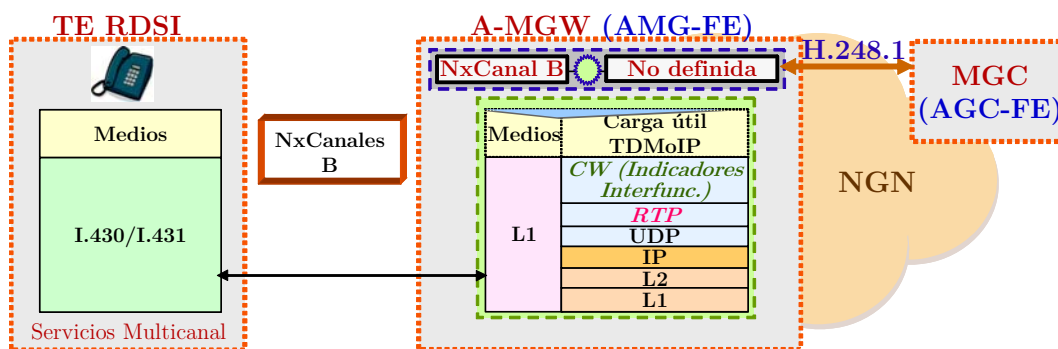


Figura 4.12: Propuesta NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito multicanal en una A-MGW

- Servicio portador multitasa [I.231.10]: respecto a este servicio:
 - La especificación ETSI [TR 183 014]/10.1 recomienda que la emulación RDSI de la NGN no ofrezca este servicio, a consecuencia de la complejidad que presenta la asignación de los intervalos de tiempo bajo demanda y al escaso número de implementaciones RDSI existentes en el mercado que lo soportan⁶⁸.
 - ▶ Sin embargo, ninguna de las Recomendaciones ITU-T, tanto RDSI como NGN, indica que este servicio no deba ser soportado. Asimismo, la especificación [RFC 2805]/11.1.1, recogida con carácter informativo en [H.248.1], señala que las pasarelas de acceso UNI RDSI-VoIP sí deben soportarlo.

A raíz de ello, debemos realizar las siguientes **valoraciones**:

- a) Transporte de medios sobre la red IP: el interfuncionamiento TDMoIP propuesto por la ITU-T [Y.1453; Y.1452] equivale a los TDMPWs basados en UDP/IP [RFC 4197; RFC 4553; RFC 5086; RFC 5087] definidos por el IETF [PWE3]. Este tipo de pseudocables UDP/IP, aunque simple, carece de un plano de control normalizado, necesario para negociar los parámetros de conexión, tales como el formato de carga útil del TDMPW, la etiqueta del pseudocable,

⁶⁷ [Y.2012]/9.3.1.1 plantea el uso de TDMoIP como una capacidad opcional de la pasarela distribuida A-MGW. Por su parte, [Y.2262]/IV realiza esta misma propuesta para la AGW con carácter informativo (recuérdese que en las Recomendaciones ITU-T, si bien los Anexos tienen carácter normativo, los Apéndices sólo representan posibles ejemplos de naturaleza informativa).

⁶⁸ Recuérdese que los objetivos NGN para la emulación RDSI, tanto ITU-T [Y.2262] como ETSI [ES 282 002], contemplan el soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI. Consecuentemente, si este servicio no es ofrecido en la red clásica por un operador, tampoco necesitará ofrecerlo al migrar a la NGN.

el tamaño de la cola de compensación del jitter o el mecanismo de recuperación de reloj⁶⁹. Consecuentemente, en caso de emplear TDMPWs para el soporte de estos servicio multicanal, sería aconsejable el uso de otro tipo de pseudocables, tales como TDMPWs L2TPv3 [RFC 3931; RFC 5611] o MPLS [RFC 3031; AToM; RFC 4447; RFC 5287].

Ante una llamada multicanal entre:

- Dos terminales RDSI (Figura 4.14A): si bien el uso de TDMPWs resulta factible, estableciéndolos entre sus respectivas pasarelas de acceso AGW, que actuarían de extremos PE (Provider Edge) del pseudocable, resulta necesario determinar:
 - ▶ Si debe emplearse un TDMPW por llamada multicanal o cursar varias llamadas por un mismo TDMPW.
 - ▶ El tipo de TDMPW más adecuado (Figura 4.13)⁷⁰ según el servicio portador multicanal a emular.

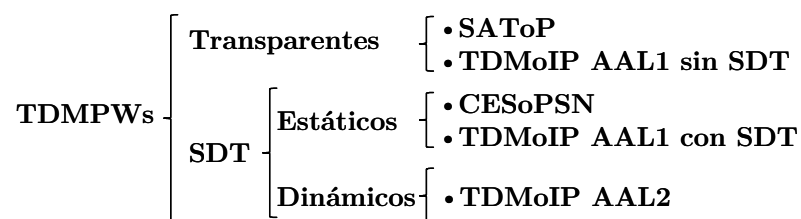


Figura 4.13: Taxonomía de los TDMPWs

- ▶ Procedimiento mediante el que el MGC (encargado de terminar la señalización Q.931/SIP) debe controlar la creación del TDMPW con las características necesarias (número de canales, codificación, PEs, ...) para cada llamada.

Estos aspectos, no resueltos en ninguna especificación NGN, serán abordados en las contribuciones de esta Tesis (Apartado 5.1.1.1).

- Un terminal RDSI y un terminal NGN: la posible terminación del TDMPW en el propio terminal NGN (Figura 4.14B) no resulta posible dado que la arquitectura PWE3 [RFC 3985] exige que cada extremo del PW corresponda a un nodo controlado por el operador⁷¹. Podría plantearse la terminación del TDMPW en el nodo de acceso del terminal NGN

⁶⁹ También carecen del documento específico del servicio necesario para soportar servicios de capa de enlace (HDLC o FR), por lo que tampoco serán aptos para el soporte de los modos paquete y trama.

⁷⁰ IETF e ITU-T definen varios tipos de TDMPWs (flujos de interfuncionamiento TDMoIP en ITU-T) según el formato de su carga útil: transporte independiente de la estructura TDM o SAToP (Structure-Agnostic TDM over Packet) [RFC 4553; Y.1453], encapsulación enganchada a la estructura o CESoPSN (Structure-Aware TDM Circuit Emulation Service over PSN) [RFC 5086; Y.1453], encapsulación indicada por la estructura o TDMoIP AAL1 [af-vtoa-0078.000; I.363.1; RFC 5087; Y.1453], encapsulación con reensamblado de la estructura o TDMoIP AAL2 [I.363.2; af-vmoa-145.001; RFC 5087; Y.1452; Y.1414].

⁷¹ Conclusión que ha sido discutida y ratificada en la lista de correo de pseudocables [LIST_IETF_PWE3].

(AN-FE [Y.2012]), dotando a éste de la funcionalidad necesaria (Figura 4.14C)⁷². Si bien ello sería posible, este esquema no resulta adecuado por los siguientes motivos:

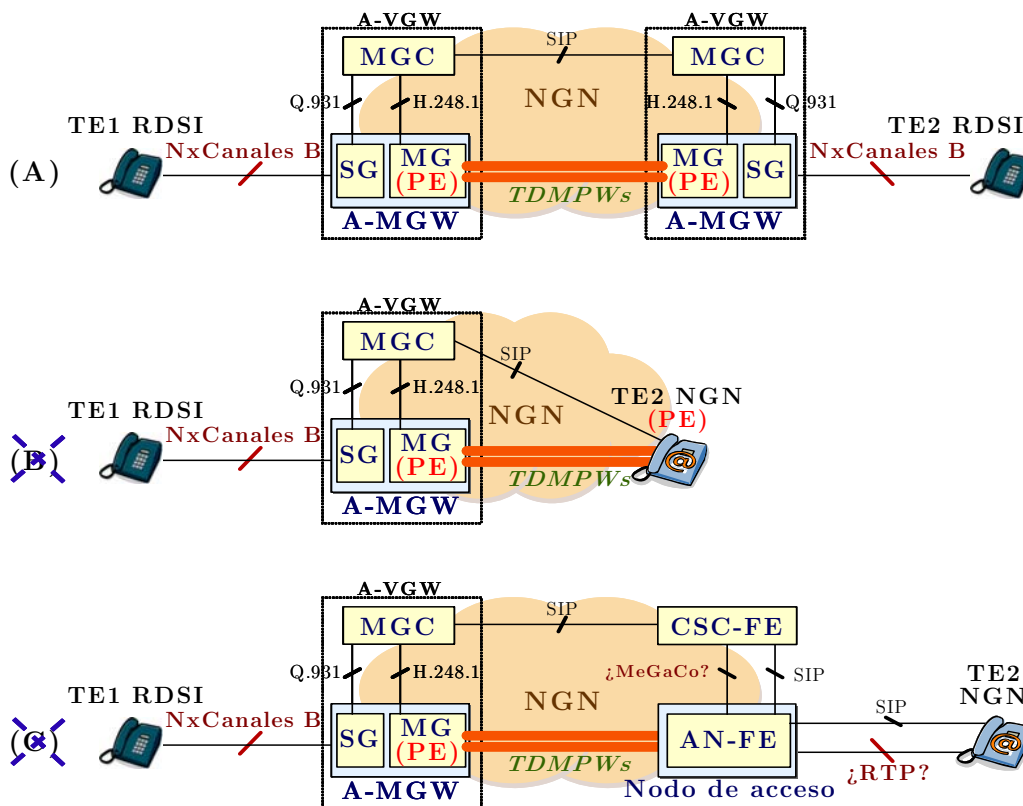


Figura 4.14: Comunicación entre terminales con servicio portador modo circuito multicanal

- ▶ No resuelve como transportar los medios de la llamada multicanal entre el nodo de acceso y el terminal NGN, que posiblemente debería ser RTP con un formato de carga útil por definir.
- ▶ El nodo de acceso estaría actuando de pasarela de medios, convirtiendo los medios entre el TDMPW y ese posible formato RTP hacia el terminal, y requeriría ser controlado (posiblemente vía MeGaCo) por la CSC-FE [Y.2012] encargada de interpretar la señalización SIP (para indicarle, por ejemplo, las características del TDMPW a crear, e.g., número de canales, conforme a la llamada multicanal señalizada en SIP). Esta funcionalidad del nodo de acceso como pasarela de medios no es conforme a las especificaciones NGN [Y.2012], bajo las cuales debería actuar simplemente de puente o encaminador⁷³.

⁷² Las Recomendaciones NGN [Y.2012; ES 282 001 v3.4.1] definen el nodo de acceso como un dispositivo de nivel 2, pudiendo ser capaz de reconocer el nivel IP. No obstante, este es el comportamiento hacia el lado del usuario. Hacia el lado interno de la red dicha funcionalidad puede aumentarse añadiendo, por ejemplo, este soporte de TDMPWs.

⁷³ Adviértase que la AGW actúa como un terminal NGN y que en una llamada entre dos TEs NGN del mismo operador no interviene ninguna pasarela de medios, dado que no hay ningún cambio de red (los paquetes RTP, con el PT acordado entre ambos terminales, son encaminados por la red IP hasta el otro terminal a partir de su dirección IP).

Por ello, puede afirmarse que, para una llamada multicanal entre un terminal RDSI y otro NGN, el uso de TDMPWs no resulta adecuado. Las contribuciones de esta Tesis proponen como dar solución a este escenario (Apartado 5.1.1.2).

- b) Terminaciones MeGaCo en el lado RDSI e IP (A-MGW): no son contempladas en ninguna especificación NGN, incluyendo al perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1]⁷⁴. Será necesario ampliar dicho perfil definiendo la arquitectura MeGaCo que incluya:
- Terminación o terminaciones MeGaCo del lado RDSI asociadas a los “N” canales B de la llamada, incluyendo la descripción SDP en los descriptores Local/Remote.
 - Terminaciones MeGaCo del lado IP: independientemente del mecanismo de transporte sobre IP (RTP, TDMPW u otro), debe incluirse en el perfil tanto un paquete H.248.1 con las propiedades que permitan al MGC conocer las capacidades de la AGW para este servicio multicanal (soporte o no del mismo y mecanismos de transporte sobre IP), como la descripción SDP que identifique los medios que se van a transportar sobre la red (mecanismo de transporte sobre IP empleado, dirección del nodo extremo en el descriptor Remote, ...)⁷⁵.
- c) Servicio portador multitasa [I.231.10]: en las contribuciones de esta Tesis se justificará como el mismo método usado para la emulación de los otros servicios portadores multicanal puede ser empleado para este servicio portador. En dicho caso, parece razonable mantener el soporte de este servicio aunque sean escasas las implementaciones que puedan usarlo.

Como **conclusión**, podemos afirmar que salvo la propuesta facultativa de usar interfuncionamiento TDMoIP, las especificaciones NGN no abordan estos servicios, pero señalan la necesidad de soportarlos. Para una comunicación entre un terminal RDSI con otro terminal RDSI (ambos mediante AGWs) o con un terminal NGN, deberá resolverse:

- Mecanismo de transporte de medios sobre la red IP (A-MGW y A-VGW): determinar con precisión la forma de aplicar los TDMPWs (tipo, número de llamadas por TDMPWs, creación) para llamadas multicanal entre dos terminales RDSI. Para llamadas entre un terminal RDSI y otro NGN, los TDMPWs no resultan adecuados, debiendo plantear otra alternativa de transporte.
- Procedimientos exclusivos para la pasarela distribuida, A-MGW: deberán definirse los elementos H.248.1 y sintaxis SDP/MeGaCo necesarios, tanto en la terminación MeGaCo del lado RDSI (mecanismo que permita especificar los canales B que constituyen la terminación) como en la del lado IP (aspectos relativos al mecanismo de transporte sobre IP).

⁷⁴ El perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] no soporta terminaciones múltiple, típicamente usadas para asociar un flujo de medios a “N” canales portadores de 64 kb/s cada uno. El perfil sí contempla que un mismo contexto pueda contener varias terminaciones físicas RDSI (varios canales B) asociadas con una o varias terminaciones efímeras RTP, pero únicamente para el soporte de llamadas multiconferencia (un usuario distinto en cada canal B, enviándose la misma información entre todos ellos).

⁷⁵ Conclusión que también ha sido discutida y ratificada en la listas de correo de MeGaCo [LIST_IETF_MEGACO] y de pseudocables [LIST_IETF_PWE3].

4.4 Aportaciones NGN para la emulación RDSI de servicios portadores en modo paquete y trama

El soporte de los modos paquete y trama por canal B (casos A o B) no es abordado en ninguna especificación NGN. Por el contrario, el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] sí analiza el soporte de ambos modos en canal D, tal como se evalúa a continuación.

Exclusivamente para las interfaces básicas RDSI (BRIs), ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] propone que la A-MGW termine la capa de enlace Q.921 del canal D y evalúe el DLCI de las tramas recibidas, enviando (su función MG) la información útil de las tramas p (paquetes PLP [X.25], SAPI 16) a un manejador de paquetes NGN-PH, y de las tramas f⁷⁶ (campo de datos Núcleo-LAPF, SAPIs 32 a 62)⁷⁷ a un manejador de tramas NGN-FH (también denominado pasarela FR), ambos con dirección IP preconfigurada en la A-MGW. Para dicha comunicación con el manejador plantea las dos alternativas de transporte recogidas en la Figura 4.15 y a continuación evaluadas, aplicables tanto a la pasarela distribuida A-MGW, como a la monolítica A-VGW.

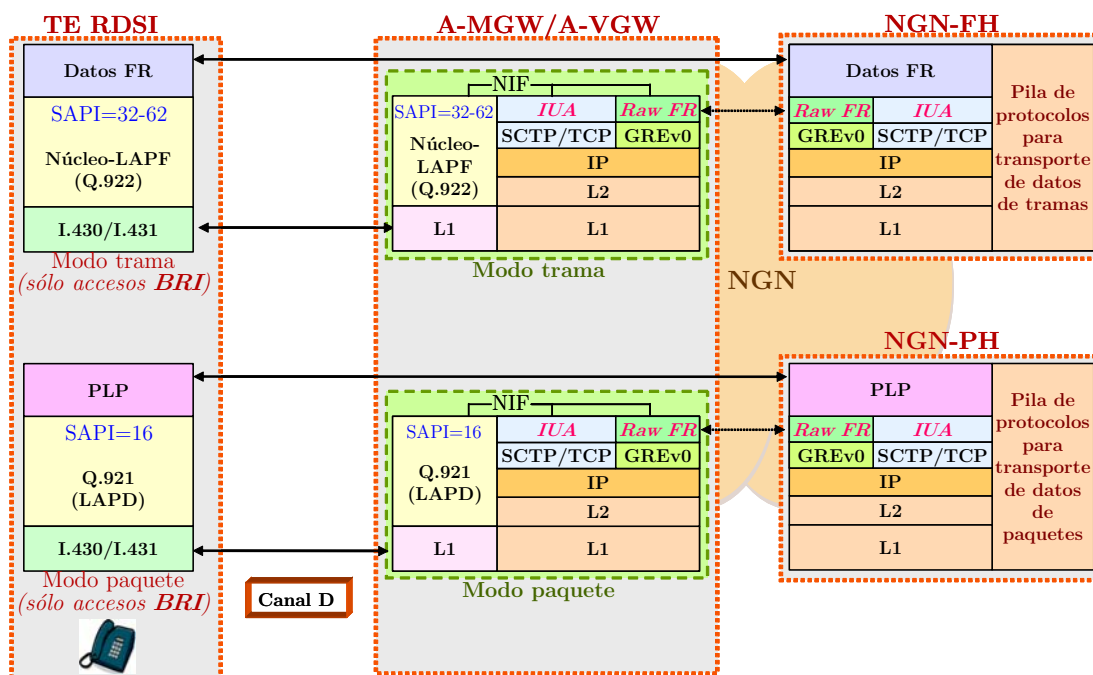


Figura 4.15: Propuestas NGN para el soporte de la emulación de los servicios portadores RDSI en modo paquete y trama por canal D

⁷⁶ La ETSI mantiene así el soporte del modo trama por canal D (caso B no transparente), a pesar de que la ITU-T lo suprimió en su Recomendación [Q.933 (03)] (Apartado 2.1.2).

⁷⁷ [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.2.3 indica que el contenido de las tramas f (campo de datos Núcleo-LAPF) que debe ser transportado sobre la red IP corresponde a mensajes [X.31/I.462; X.35]. Dichas Recomendaciones, además de no definir ningún formato de mensaje, están asociadas con terminales de paquetes X.25, y no con los servicios Frame Relay a que corresponden este tipo de tramas. Así pues, considero que la referencia a dichos mensajes resulta errónea, debiendo aludir en realidad a las Recomendaciones [X.33; X.36].

4.4.1 Transporte de paquetes y tramas sobre IUA

[TS 183 002 v3.3.1] indica que NGN-PH y NGN-FH establecerán cada uno una única asociación SCTP con la A-MGW, sobre la que se usará IUA para transportar la información útil⁷⁸ de las tramas p y f⁷⁹, respectivamente, de los distintos canales D. Respecto a IUA, cada manejador NGN-PH/FH actuará de ASP/AS (Apartado 3.2.3.2). Ante mensajes entrantes de la red IP, los campos DLCI e IID de las cabeceras IUA permiten a la A-MGW conocer tanto el tipo de tramas (p o f; SAPI) como la interfaz (IID) y terminal RDSI (TEI) al que debe entregar la información.

Para esta comunicación mediante IUA/SCTP, [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.2.4 indica que el NGN-PH debe ser implementado en un nodo autónomo⁸⁰. El NGN-PH/FH será provisionado con la dirección IP y puerto SCTP de la A-MGW, comenzando el establecimiento de la asociación SCTP (envía el mensaje SCTP INIT) hacia la A-MGW⁸¹.

4.4.2 Transporte de paquetes y tramas sobre RawFR/GRE

La información útil de las tramas p y f es transportada hasta el manejador mediante tramas RawFR⁸², las cuales son encapsuladas en mensajes GREv0 [RFC 2784]⁸³ (con valor 25945 en el campo GRE

⁷⁸ Ello incluye los campos de control, dirección y datos. Recuérdese que la NIF interpreta los campos de las tramas y realiza la correspondencia de primitivas (i.e., en la SG interpreta las tramas Q.921, motivo por el que alberga la máquina de estados Q.921, y realiza la correspondencia de las primitivas Q.921/Q.931 a primitivas IUA equivalentes).

⁷⁹ Núcleo-LAPF [Q.922 (LAPF)] en canal D (tramas f) usa un formato de direcciones de dos octetos que le permite un uso compartido y concurrente del canal D. La NIF de IUA [RFC 4233] da soporte a las primitivas Q.921, las cuales son independientes del protocolo superior (Q.931, PLP, o datos FR). Núcleo-LAPF presenta una única primitiva hacia su nivel superior, NÚCLEO-DL-DATOS (y un único formato de trama, con función similar a las tramas I de LAPD). Por consiguiente, IUA resulta adecuado tanto para LAPD como para Núcleo-LAPF de canal D.

⁸⁰ Debe notarse que autónomo indica que el manejador no debe estar integrado en la A-MGW ni en el MGC.

⁸¹ Ello obliga a realizar cambios de provisionamiento en el MGC con cada nueva A-MGW que se añada. Por ello, al igual que comenté en el Apartado 4.1 para la asociación SCTP entre A-MGW y MGC, considero que sería mejor opción que el establecimiento de esa asociación SCTP sea iniciado por la A-MGW, o almacenar los parámetros de la A-MGW en propiedades MeGaCo de sólo lectura para ser sondeados desde el MGC (tras arrancar la A-MGW y registrarse en el MGC). [TS 183 002 v3.3.1] indica que la A-MGW debe ser provisionada con la dirección IP y puerto SCTP del NGN-PH/FH. En cualquier caso, esta cuestión puede dejarse a libertad de implementación.

⁸² Igualmente, una NIF interpretará las tramas y realizará la correspondencia de las primitivas.

⁸³ Podría pensarse que, si en lugar de usar GREv0 [RFC 2784] se emplease GREv1 [RFC 2637], no sería necesario usar RawFR dado que los campos “Longitud de carga útil” y “Número de secuencia” de GREv1 aportarían la fiabilidad y delimitación de paquetes exigidos por PLP. Sin embargo, ello sería erróneo, pues debe advertirse

“tipo de protocolo” [IANA EtherType]⁸⁴). RawFR corresponde al protocolo PHI2 empleado a nivel de enlace en los canales Bd de la interfaz PHI de acceso a los manejadores de paquetes [ETS 300 099] (Apartado III.1), con la salvedad de que sus tramas carecen de banderas y no se les aplica relleno de bits⁸⁵. Cada trama RawFR contendrá en su campo de dirección el identificador de la interfaz RDSI (con igual valor que el campo IID de IUA) y el DLCI (TEI y SAPI), al igual que IUA.

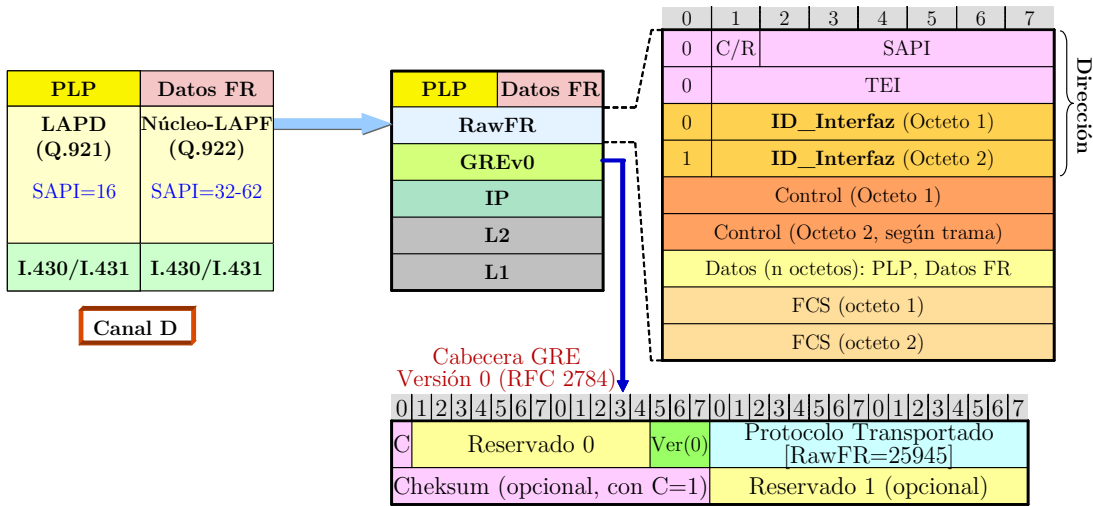


Figura 4.16: Correspondencia de tramas p y f a RawFR encapsulado en GREv0

4.4.3 Conclusiones

El transporte⁸⁶ de la información útil de las tramas p/f (modos paquete y trama en canal D), entre la A-MGW/A-VGW (discrimina según el SAPI) y el manejador NGN-PH/FH, puede realizarse mediante RawFR sobre GRE, o bien usando IUA sobre SCTP, tal como propone la ETSI, con las siguientes observaciones:

- a) Ambas opciones, IUA y RawFR, resultan a priori igualmente aceptables. Dado que IUA resulta necesario para transportar la señalización de llamada Q.931 (SAPI 0), ofrecería la ventaja de estar siendo reutilizado, en este caso para transportar información de usuario.

que GREv1 sólo constituye una cabecera de encapsulado, no siendo un protocolo (luego no presenta mensajes para la negociación inicial de parámetros tales como el tamaño máximo de ventana para el número de secuencia/asentimiento, necesario para dar la fiabilidad a PLP).

⁸⁴ Tal como indica [RFC 3232], la asignación de números de protocolos tradicionalmente recogida por el IETF en RFCs (con [RFC 1700] la última publicada), fue reemplazada por su registro como base de datos de la IANA.

⁸⁵ Las banderas carecen de interés dado que cada trama RawFR es encapsulada en un paquete de nivel de inferior (GREv0/IP), quedando delimitada. La eliminación del relleno de bits o supresión de ceros (posible al no usar banderas) garantiza que el tamaño de la trama sea un número entero de octetos, requisito necesario para su transporte sobre IP. Así, RawFR satisface los requisitos de fiabilidad (aportados por la disponibilidad de ventana y asentimiento de PHI2) y delimitación de paquetes exigidos para el transporte de PLP [X.25].

⁸⁶ Entiéndase por transporte correspondencia de primitivas, no encapsulado de campos de las tramas.

- b) Tal como indica la Figura 4.15, tanto en IUA como en RawFR es necesario disponer de una función de interfuncionamiento (NIF) que realice la correspondencia con las primitivas Q.921. [RFC 4233] define dicha NIF para IUA. Para RawFR, la NIF no está definida en ningún documento, aunque basta una correspondencia de primitivas uno a uno⁸⁷.
- c) Los únicos campos útiles de GREv0 son la longitud del mensaje encapsulado y el checksum, los cuales son campos también existentes en la cabecera IP. Consecuentemente, sólo estará justificado el uso de GREv0 (para transportar las tramas RawFR) si se contempla la posibilidad de que, en su trayecto sobre la NGN, los mensajes atraviesen tramos no IP.
- d) El soporte de los modos paquete y trama (en canal D o B) tiene sentido para una comunicación entre dos terminales RDSI (Figura 4.17A)⁸⁸, o entre un terminal RDSI y un terminal ubicado en una red pública de datos con conmutación de paquetes RPDCP (Figura 4.17B). El uso de estos modos para una llamada entre un terminal RDSI y un terminal NGN carece de interés (Figura 4.17C)⁸⁹.

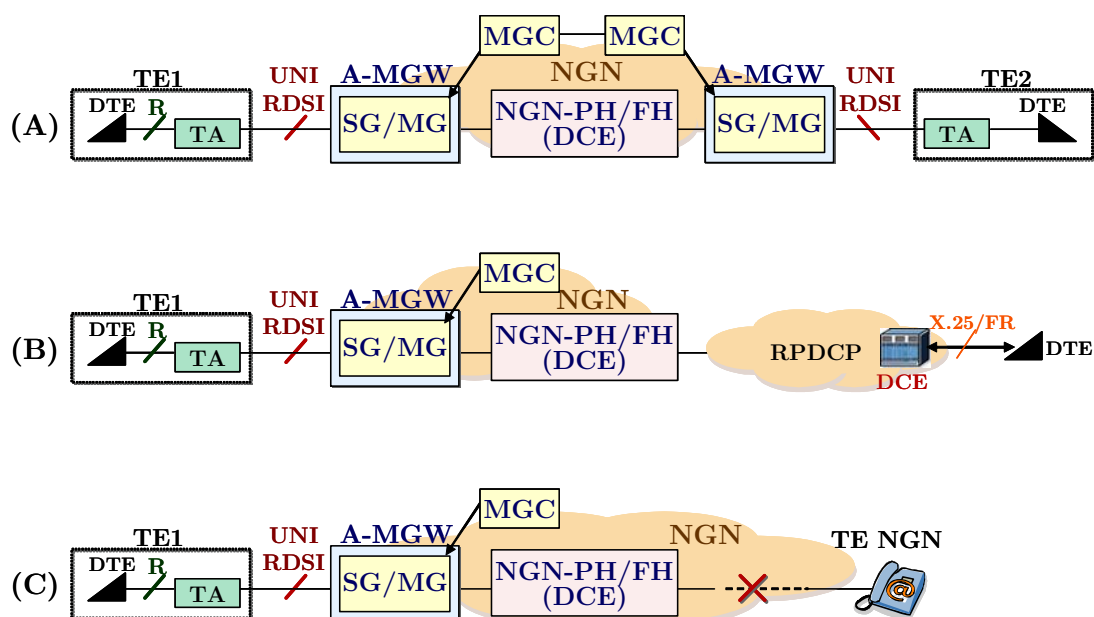


Figura 4.17: Comunicación entre terminales con servicio portador modo paquete y trama

⁸⁷ RawFR procede de PHI2, el cual presenta el mismo conjunto de tramas que LAPD [Q.922 (LAPF)], por lo que puede asumírsele el mismo conjunto de primitivas. Las primitivas de nivel superior de LAPD y LAPF coinciden (Núcleo-LAPF sólo ofrece la primitiva NÚCLEO-DL-DATOS). Consecuentemente, basta una correspondencia uno a uno entre las primitivas de Q.921 y LAPF/RawFR.

⁸⁸ [TS 183 002 v3.3.1] recuerda que la comunicación en modo paquete entre dos terminales RDSI debe realizarse necesariamente a través del NGN-PH (ambas AGWs no pueden comunicarse directamente entre sí).

⁸⁹ Mediante una llamada en modo circuito con capacidad UDI, ambos terminales pueden intercambiar cualquier tipo de información.

Asimismo, tal como recuerda [TS 183 002 v3.3.1], la comunicación en modo paquete y trama entre dos terminales RDSI debe realizarse necesariamente a través del manejador, nunca directamente entre las AGWs:

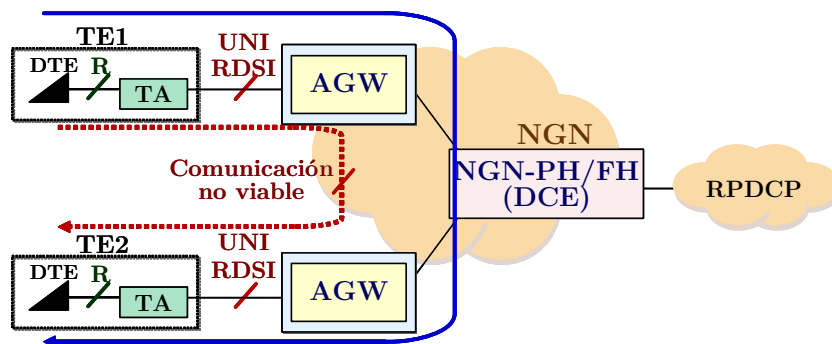


Figura 4.18: Comunicación en modo paquete y trama entre TEs RDSI a través del manejador

- e) [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.3 indica que la retransmisión de tramas p y f (canal D) no resulta aplicable para las PRIs, sino sólo para las BRIs. Sin embargo, considero que ello no resulta correcto, dado que:
- Las Recomendaciones [Q.921 (I.441)]/5.9.5|H.5|I.5 y [ETS 300 402-4]/A.7.4.2|A.8.4.2 indican expresamente que el modo paquete en canal D (tramas p) sí puede ser soportado en las PRIs.
 - No hay ningún inconveniente que impida aplicar a las PRIs los mecanismos propuestos en las BRIs para el transporte del contenido de las tramas p y f sobre la red IP (IUA y RawFR).
- f) Para la solución sustentada en IUA, [TS 183 002 v3.3.1] propone que el NGN-PH sea implementado en un nodo autónomo (distinto a AGW y MGC), opción necesaria para que pueda compartirse el mismo NGN-PH/FH entre múltiples AGWs/MGC de distintos bucles de abonados⁹⁰. Por extensión, puede afirmarse que tanto NGN-PH como NGN-FH deben ser implementados en nodos autónomos, independientemente del modo RDSI (si/no transparente por canal D o B) y del protocolo de transporte sobre IP (IUA, RawFR u otro).
- g) Tal como se ha indicado, la especificación [TS 183 002 v3.3.1] contempla el soporte en la NGN del modo trama por canal D (acceso no transparente, caso B). Sin embargo, se tiene que:
- El modo trama no transparente (casos B, por canal D y B) [I.233.1] fue eliminado por la ITU-T en sus Recomendaciones [Q.933 (03); X.36] (Apartado 2.1.2), como consecuencia de que nunca llegó a ser utilizado por ninguna central local LE.

⁹⁰ Recuérdese que en el escenario clásico cada LE accede a un único PH/FH, aquel que da acceso a la red de paquetes del operador. Equivalentemente, en la NGN cada AGW/MGC accederá a un único NGN-PH/FH.

- Posiblemente por ese hecho de que nunca llegase a ser utilizado, la ETSI sólo normalizó la interfaz de acceso remoto RFHI al manejador clásico de tramas FH (modo trama transparente por canal B o caso A) [ETS 300 099]⁹¹ (ver Apéndice). La interfaz de acceso local FHI (casos B) no llegó a ser normalizada en ninguna especificación de la ETSI, ni de ningún otro organismo de normalización.

Las especificaciones NGN pretenden el soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI [Y.2262; ES 282 002], esto es, que los servicios que actualmente está ofreciendo un operador RDSI, al migrar su red a la NGN, sigan siendo ofrecidos. Así pues, si el modo trama no transparente fue eliminado porque nunca llegó a ser implementado, ello significa que ningún operador lo está ofreciendo, luego ninguno necesitará soportarlo cuando migre a la NGN. En consecuencia, considero que carece de sentido práctico definir como debería emularse en la NGN el modo trama no transparente contemplado por [TS 183 002 v3.3.1], sin que ello suponga incumplir el requisito de soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI.

Conforme a esta conclusión, entre los objetivos de esta Tesis sólo se mantendrá el soporte del modo trama transparente, no abordado en ninguna especificación NGN.

A continuación resumo las **mejoras** que considero deberían evaluarse relativas a la emulación NGN de los modos paquete y trama:

- [TS 183 002 v3.3.1] propone que el soporte del modo paquete en canal D se realice exclusivamente en la AGW, sin ninguna intervención de MeGaCo (Figura 4.15). Considero que esta propuesta es insuficiente por los siguientes motivos:
 - El MGC también está implicado en la comunicación con el NGN-PH/FH: tal como refleja [ETS 300 099]/Figura B.17 (Figura III.8), en el escenario clásico, ante una llamada entrante de paquetes por canal D, el PH enviará un mensaje PHI3 SETUP hacia la LE, generando ésta un mensaje Q.931 SETUP (SAPI 0) hacia la UNI RDSI llamada. Trasladado al escenario NGN, dicho mensaje Q.931 deberá ser generado por el MGC, de modo que deberá llegar a éste un mensaje SIP equivalente al mensaje PHI3 SETUP⁹².
 - El uso de MeGaCo es necesario: si consideramos ahora el escenario clásico de llamada saliente por canal D [ETS 300 099]/Figura B.14 (Figura III.8), el terminal RDSI puede comenzar la llamada enviando a la LE el mensaje PLP Restart sobre SAPI 16, sin ningún

⁹¹ Este documento fue publicado en el año 1998, referenciando a la Recomendación ITU-T [Q.933 (93)], en la cual aún se contemplaba el soporte del modo trama de forma tanto transparente (caso A) como no transparente (casos B). A pesar de ello, [ETS 300 099] sólo contempla el caso A (FHI remota).

⁹² La interpretación de los protocolos de nivel de red (protocolos Q.931 y SIP/PHI3) es responsabilidad del MGC. Podría plantearse que la MG terminase esos mensajes SIP equivalentes a los mensajes PHI3 SETUP. Ello, además de incumplir la funcionalidad normalizada para la MG [H.248.1] (terminaría protocolos de nivel 3), requeriría que esta MG enviase un mensaje MeGaCo al MGC para que éste genere el mensaje Q.931, opción que correspondería a la realizada por [Conte00], inadecuada tal como ya se indicó en el Apartado 3.3.2.

mensaje Q.931 previo, tras lo que la LE enviará un mensaje PHI3 SETUP al PH. Aplicado al escenario NGN, la MG (encargada de las tramas SAPI 16, Figura 4.15) recibirá dicho mensaje PLP Restart, debiendo trasladar al MGC la necesidad de que envíe al PH un mensaje SIP equivalente al PHI3 SETUP. Dicha indicación deberá hacerse usando MeGaCo, mediante la implicación de una o varias terminaciones.

- b) La emulación de los modos paquete y trama sobre canal B, tanto transparente (caso A) como no transparente (caso B, sólo para modo paquete), no es abordada en ninguna especificación (no siendo aplicables los protocolos IUA o RawFR, dado que su formato de trama está especializado para LAPD, el cual no existe en canal B). Deben plantearse soluciones para su soporte.
- c) Respecto al equipo manejador NGN-PH (y, por extensión, NGN-FH), encargado de realizar la interconexión con la RPDCCP (sin/con servicios de retransmisión de tramas, respectivamente), [TS 183 002 v3.3.1] sólo menciona la necesidad de implementarlo en un nodo autónomo. No especifica su arquitectura física (monolítica o distribuida, relación con los manejadores clásicos PH/FH, ...) ni la entidad o entidades funcionales NGN [Y.2012] que debe implementar.

Estos aspectos y sus posibles soluciones serán analizados con mayor detalle en las contribuciones de esta Tesis (Capítulo 6). Dicho estudio permitirá determinar si los protocolos IUA y RawFR propuestos por la ETSI para canal D resultan ciertamente adecuados (en dicho apartado se justificará como IUA no resulta aplicable, sí siéndolo RawFR, junto a otras varias opciones de transporte posibles).

4.5 Conclusiones

La arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP normalizada por los grupos VoIP presenta ciertas carencias para el soporte de los servicios portadores RDSI, enumeradas en el Apartado 3.2.4. Los objetivos NGN [Y.2262; ES 282 002] pretenden la emulación potencial de dichos servicios. Para ello, el entorno NGN reutiliza esa arquitectura normalizada, proponiendo diversas mejoras. Este capítulo identifica cuales de las anteriores carencias son resueltas por las especificaciones NGN. En este estudio se tienen en consideración las mejoras planteadas en el capítulo anterior (Apartado 3.3.4) a raíz del análisis que se realizó de diversos borradores IETF, identificando cuales de dichas mejoras ya han sido contempladas en las especificaciones NGN y cuales considero deberían añadirse. Asimismo, en el capítulo planteo algunas mejoras adicionales sobre las especificaciones NGN. Con todo ello, las **carencias que han quedado resueltas** con este capítulo son las siguientes:

- a) Requisitos generales para los distintos servicios portadores, ante pasarelas distribuidas:
 - Coordinación entre los protocolos IUA, MeGaCo y Q.931 para la identificación de las interfaces/canales RDSI: coincidiendo con el borrador IETF [bo-megaco-isdn-01] (Apartado 3.3.1.1), la especificación NGN [TS 183 002 v3.3.1] propone un patrón de nombrado jerárquico, aunque sólo para los canales B, a aplicar tanto para el nombre de las terminaciones MeGaCo del lado RDSI como para el IID de IUA. Dado su rango de especificación, se

aplicará dicho patrón NGN (lo que permite prescindir del paquete *nampat* planteado por [bo-megaco-isdn-01]).

La propuesta NGN deberá ser completada con la definición de las siguientes propiedades MeGaCo propuestas por los borradores IETF [bo-megaco-isdn-01; bo-megaco-isdn-pack] (Apartado 3.3.4.2): *assocd* (nombre de la UNI con el canal D, en NFAS), *interfaceid* (ID binario Q.931 de esta UNI, en NFAS) y *callnumber* (número RDSI de esta UNI), útiles para coordinar la identificación de las interfaces/canales RDSI entre los protocolos Q.931 y MeGaCo. Estas propiedades deberán ser definidas en un paquete MeGaCo, recogido en la lista de paquetes H.248.1 a soportar propuesta por [TS 183 002 v3.3.1].

- Gestión del estado de las interfaces físicas RDSI desde el MGC: debe ser realizada conforme establece el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1], completado con las indicaciones realizadas en el Apartado 4.2.2.3.
- b) Servicios portadores en modo circuito monocanal (y servicio USBS [I.232.3]): su soporte ha quedado completamente definido en este capítulo (Apartados 4.2.1 y 4.3.1), incluyendo llamadas entre terminales RDSI o entre un terminal RDSI y otro NGN. Para ello, se ha definido:
- Correspondencia Q.931-SIP: es completamente definida por [TS 183 036] (empleando descripciones SDP/SIP y elementos PSTN XML), sobre la que propongo aplicar las mejoras planteadas en el Apartado 4.2.1 relativas a los servicios:
 - ▶ Audio a 3.1 kHz [I.231.3]: ampliar la descripción SDP para modo VBD propuesta por [TS 183 036] para que, además del mecanismo de retransmisión específico [T.38] para fax analógico (EI HLC “Facsímil Grupo 2/3”), incluya los otros mecanismos para el transporte de señales de modem sobre redes IP, resumidos en el Apartado 2.2.1.1 (VBDoIP [V.152]⁹³, mecanismos de retransmisión específicos de datos/texto [V.150.1; V.151] y pseudocodec “**telephone-event**” [RFC 4733]), tal como hace el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] que se analizará en el Apartado 4.3.1.
 - ▶ Mixto [I.231.4]: para permitir alternar entre las capacidades UDI y conversación durante la fase de transferencia de la llamada, será necesario indicar ambas capacidades simultáneamente en SDP/SIP (cada una en una línea “m=”), así como ampliar [TS 183 036] con la forma de transportar (parece razonable usar elementos PSTN XML, acompañados de la descripción SDP de la nueva capacidad de transferencia deseada) los mensajes o EIs Q.931 a emplear para dicha conmutación de capacidades (los cuales no han sido normalizados en [Q.931]).

⁹³ [TS 183 002 v3.3.1] indica que el codec VBD será indicado bajo SDP conforme a lo especificado por [V.152] (“a=gpmde:<PT> vbd=yes”) y, si [V.152] no es usado o no es soportado (como sucede con las pasarelas ETSI_ARGWv1/2), se utilizará el PT del codec G.711-A que aparezca en el descriptor Remote y, si no aparece, G.711-A por omisión, pudiendo cambiarlo por gestión (si el codec configurado por gestión no es soportado por una de las dos pasarelas, el MGC modificará su contexto MeGaCo para indicar el codec G.711-A, cuyo soporte es obligatorio).

- ▶ USBS [I.232.3] (modo paquete): aunque no es contemplado por [TS 183 036], para su soporte basta plantear que el EI “User to user” en que se basa este servicio (el cual contiene los medios) sea transportado mediante la misma cabecera SIP User-to-User [johnston-sipping-cc-uui] propuesta por [TS 183 036] para soportar el servicio suplementario UUS [I.257.1; Q.957.1].
- Transporte de medios sobre la red IP (A-MGW y A-VGW): definido por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] y la Recomendación [Y.2262], empleando para cada llamada una sesión única RTP, incluyendo el posible uso de los mecanismos de transporte VBD sobre IP, y usando preferentemente el codec de audio G.711.
- Procedimientos exclusivos para la pasarela distribuida, A-MGW:
 - ▶ Terminación MeGaCo del lado RDSI (Apartado 4.3.1.1): respecto a la descripción SDP de sus medios (necesaria para indicar a la pasarela las adaptaciones de velocidad [V.110/I.463; V.120/I.465; X.31/I.462]), dado que no es contemplada por [TS 183 002 v3.3.1], ni soportada por [RFC 4566], propongo emplear la sintaxis planteada por el borrador [taylor-sdp-tdm-01]. En cuanto a la lista de paquetes H.248.1 que [TS 183 002 v3.3.1] propone soportar, aconsejaría incluir los paquetes MeGaCo para el soporte de llamadas de datos en banda vocal VBD “fax” y “txp” [H.248.2].
 - ▶ Terminación MeGaCo del lado IP: la descripción de medios SDP/MeGaCo planteada por [TS 183 002 v3.3.1] sólo es suficiente para soportar el servicio portador [I.231.1]. Para garantizar la disponibilidad de los recursos en las distintas fases de la llamada ante tonos/anuncios de red [I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9], repliegue y capacidad UDI-TA [I.231.9], o conmutación de BC en la fase de transferencia [I.231.4], se detallaron en el Apartado 4.3.1.2 las descripciones SDP/MeGaCo que considero deberían emplearse.

A continuación se resumen los **aspectos que aún quedan pendientes de resolución** para alcanzar el objetivo del soporte potencial de todos los servicios portadores:

- a) Servicios portadores en modo circuito multicanal (Apartado 4.3.2): salvo la necesidad de que los “N” canales de un mismo servicio sean transportados sobre un único flujo IP (para garantizar las mismas condiciones de transmisión para todos los canales) [ES 282 002]/6.2.7, y la propuesta facultativa de usar interfuncionamiento TDMoIP [Y.2262; Y.2012; Y.1453]/7.1 (que debe observarse equivalen a TDMPWs UDP/IP), las especificaciones NGN no abordan estos servicios, pero señalan la necesidad de soportarlos potencialmente. Consecuentemente, para una comunicación entre un terminal RDSI con otro terminal RDSI (ambos mediante AGW) o con un terminal NGN, queda pendiente de resolución:
- Mecanismo de transporte de medios sobre la red IP (A-MGW y A-VGW): mediante TDMPWs (debiendo determinar la forma de aplicarlos -tipo, número de llamadas por TDMPWs, creación-) u otro mecanismo (en el Apartado 4.3.2 se justifica que los TDMPWs no son adecuados para soportar llamadas entre un terminal RDSI y otro NGN). Según el mecanismo

de transporte, podrá ser necesario transportar determinados parámetros (e.g., etiqueta del TDMPW) sobre SIP, los cuales no son contemplados en [TS 183 036], luego deberá definirse como realizar dicho transporte (mediante descripción SDP/SIP o, alternativamente, mediante elementos PSTN XML).

- Arquitectura MeGaCo (A-MGW): elementos H.248.1 y sintaxis SDP/MeGaCo necesarios, tanto en la terminación MeGaCo del lado RDSI como en la del lado IP. La sintaxis SDP/MeGaCo de esta última estará condicionada por el mecanismo de transporte empleado sobre la red IP.

b) Soporte de los servicios portadores en modo paquete y trama (Apartado 4.4): [TS 183 002 v3.3.1] sólo menciona el uso de los protocolos IUA y RawFR para soportar los modos paquete y trama en canal D. Sobre ello, el apartado realiza en primer lugar una serie de observaciones, destacando:

- El modo trama no transparente (casos B, por canal D y B) fue eliminado por la ITU-T en sus Recomendaciones [Q.933 (03); X.36], como consecuencia de que nunca llegó a ser utilizado por ninguna central local LE, por lo que aunque [TS 183 002 v3.3.1] haya contemplado su soporte en canal D, su estudio carece de interés.
- Aunque [TS 183 002 v3.3.1]/7.3.3 limita los modos paquete y trama en canal D a las BRIs, considero resultan igualmente aplicable a las PRIs, en línea con [Q.921 (I.441); ETS 300 402-4].

Consecuentemente, el apartado concluye que para soportar la comunicación en modo paquete y trama de un terminal TE RDSI con otro terminal RDSI o con un terminal de datos ubicado en una RPDPCP/RPDRT (siempre a través del NGN-PH/FH), deberán resolverse las siguientes cuestiones:

- Arquitectura del NGN-PH/FH: [TS 183 002 v3.3.1] sólo menciona que sea implementado en un nodo autónomo, debiendo definirse su arquitectura física (monolítica o distribuida, relación con los manejadores clásicos PH/FH, ...), así como la entidad o entidades funcionales NGN [Y.2012] que debe implementar. Como adelanta el Apartado 4.4, una vez determinada esta arquitectura, será posible justificar si los protocolos IUA y RawFR propuestos por la ETSI para el soporte de estos modos paquete y trama en canal D, resultan válidos y suficientes, o debe acudir a otras soluciones.
- Mecanismo de transporte de medios sobre la red IP para las llamadas en modo paquete y trama por canal B, tanto transparentes (caso A) como no transparentes (caso B, sólo para modo paquete), no abordado en ninguna especificación. Al igual que sucede en las llamadas multicanal, para las llamadas en modo paquete y trama tanto por canal B como D podrá ser necesario transportar determinados parámetros sobre SIP, no contemplados en [TS 183 036], debiendo definir como hacerlo (descripción SDP/SIP o elementos PSTN XML).

- Arquitectura MeGaCo (A-MGW): si bien [TS 183 002 v3.3.1] propone que el soporte del modo paquete en canal D se realice exclusivamente en la AGW, sin ninguna intervención de MeGaCo, basándose en los flujos de mensajes de la PHI [ETS 300 099] (Apéndice), el apartado justifica la necesidad de intercambiar mensajes H.248.1 entre AGW y MGC. Consecuentemente, deberán definirse los elementos H.248.1 y sintaxis SDP/MeGaCo necesarios, tanto en la terminación MeGaCo del lado RDSI como en la del lado IP. La sintaxis SDP/MeGaCo de esta última estará condicionada por el mecanismo de transporte empleado sobre la red IP.

Las contribuciones de esta Tesis Doctoral intentarán dar solución a estas cuestiones.

Parte II

Contribuciones

Capítulo 5

Contribuciones para la emulación NGN de los servicios portadores RDSI en modo circuito

El Capítulo 4 evaluó las diversas mejoras que las especificaciones NGN proponen sobre la arquitectura de pasarela de acceso UNI RDSI a IP, normalizada por los grupos VoIP (Apartado 3.2) y diversos borradores IETF (Apartado 3.3). Mediante las especificaciones NGN y las mejoras propuestas en el Apartado 4.3.1, quedaba completamente definida la emulación de los servicios portadores en modo circuito monocanal. Sin embargo, tal como concluía el Apartado 4.5, para alcanzar el objetivo NGN de soporte potencial de todos los servicios portadores RDSI, quedaban pendiente de resolución múltiples cuestiones, tanto para los servicios portadores multicanal como para los servicios en modo paquete y trama.

Este capítulo intenta dar solución a la emulación NGN de los servicios portadores RDSI en modo circuito multicanal, cuyo estado de normalización es casi nulo, tal como se indicó en el Apartado 2.1.1. Para ello, el Apartado 5.1.1 propone dos posibles esquemas de transporte sobre la red, uno basado en TDMPWs y otro en flujos RTP, evaluando las virtudes y debilidades de cada uno de ellos. A continuación, el Apartado 5.1.2 evalúa la arquitectura MeGaCo necesaria para soportar ambos esquemas de transporte, apoyándose en el estudio de los flujos de mensajes que deben ser cursados por la red para el establecimiento de una llamada.

Posteriormente, el Apartado 5.2 analiza la posibilidad de mejorar la eficiencia en la emulación de los servicios portadores RDSI mediante el uso de TDMPWs para concentrar varias pasarelas de acceso UNI RDSI-IP en un único equipo. Por último, el Apartado 5.3 resume brevemente las principales conclusiones alcanzadas en los anteriores apartados.

5.1 Contribuciones a la emulación de los servicios portadores en modo circuito multicanal

Partiendo de la arquitectura propuesta por las especificaciones NGN para el acceso transparente de los terminales RDSI, resumida en el Apartado 4.1, este apartado evalúa los mecanismos de transporte y control necesarios en la comunicación entre los distintos equipos de red, para la emulación de los servicios portadores RDSI en modo circuito multicanal [I.231.10; I.231.5; I.231.6; I.231.7; I.231.8]¹ entre dos terminales RDSI (Figura 5.1A) o entre un terminal RDSI y otro NGN (Figura 5.1B):

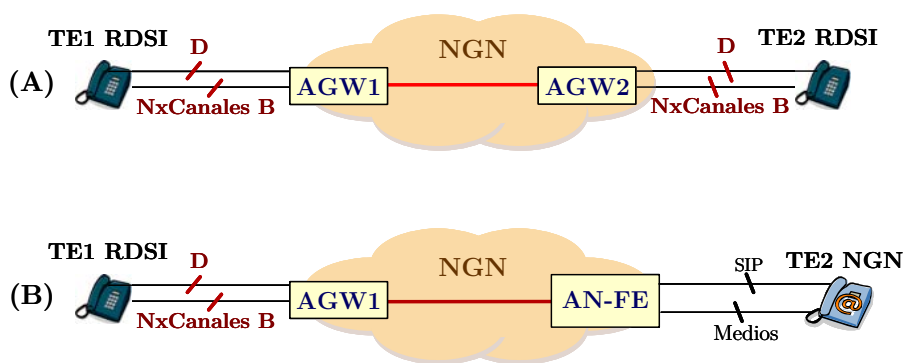


Figura 5.1: Llamada en modo circuito multicanal entre terminales

5.1.1 Posibles protocolos para transportar sobre la red IP los medios de una llamada en modo circuito multicanal

Tal como se evaluó en el Apartado 4.3.2, para el transporte de los medios de una llamada multicanal la ITU-T insinuaba, pero no detallaba, el uso de flujos de interfuncionamiento TDMoIP [Y.1452; Y.1453] o, lo que es equivalente, el empleo de TDMPWs [RFC 4197; RFC 4553; RFC 5086; RFC 5087]² establecidos entre las AGWs implicadas, propuesta representada en la Figura 5.2A. Alternativamente a esa opción, el transporte de los medios multicanal también puede realizarse directamente sobre flujos RTP (Figuras 5.2B y 5.8). En este subapartado se detallarán la arquitectura de red y protocolos necesarios para ambas opciones, evaluando las ventajas de cada una de ellas.³

¹ Tal como se adelantó en el Apartado 4.3.2, se incluye el soporte del servicio multitasa [I.231.10], dado que ello no requerirá consideraciones especiales respecto a los demás servicios multicanal.

² Recuérdese que los flujos de interfuncionamiento TDMoIP, definidos por la ITU-T [Y.1453], corresponden a TDMPWs basados en UDP/IP.

³ En general, la MTU de la red no supondrá un problema, dado que el retardo de empaquetado no permite usar cargas útiles de gran tamaño, por lo que no será un aspecto relevante en el análisis.

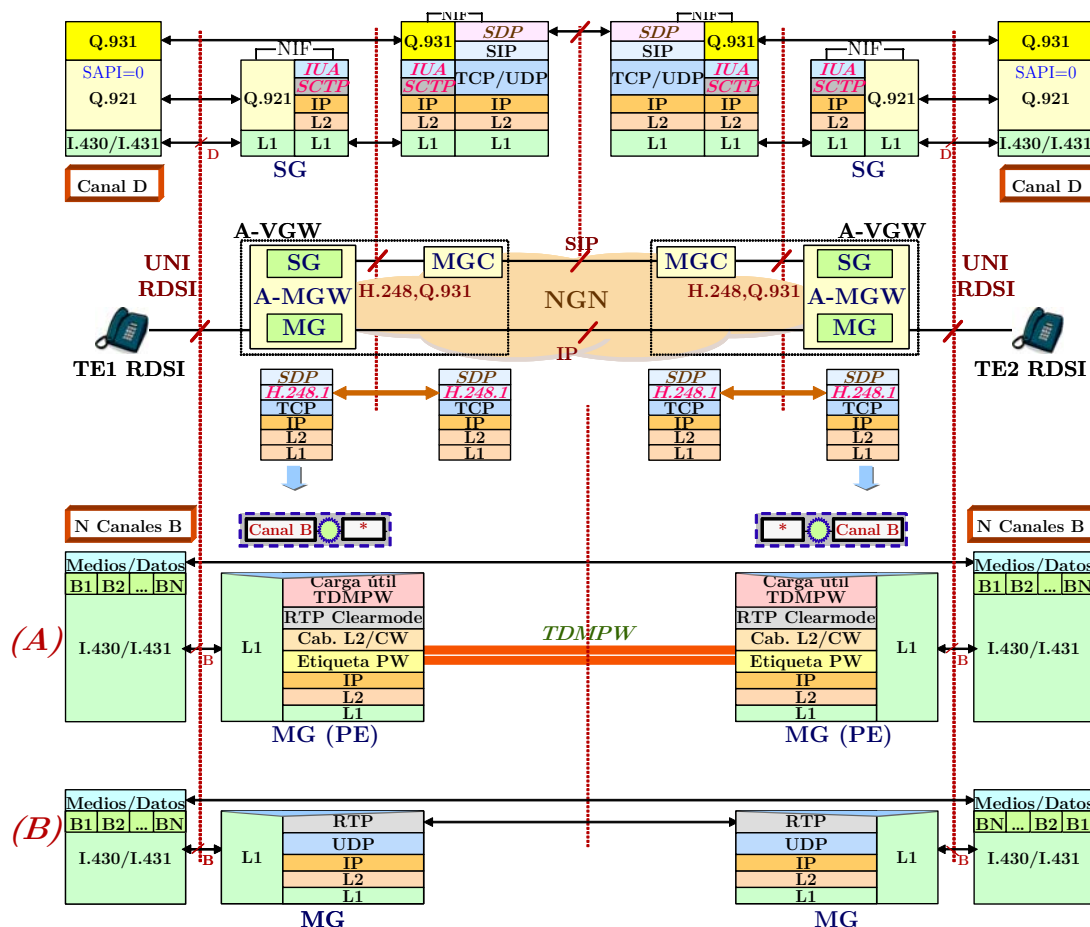


Figura 5.2: Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN de llamadas multicanal entre TEs RDSI

Para la correspondencia Q.931-SIP que debe realizar cada MGC, resulta directamente aplicable la definida por la ETSI [TS 183 036]⁴, aunque deben realizarse algunos cambios:

- Para la codificación SDP/SIP de los medios de estos servicios, todos ellos con capacidad UDI, se usará la propuesta por [TS 183 036], pero adaptando el modificador SDP “específico de la aplicación”, que en lugar de ser siempre $b=AS:64$, estará determinado por la tasa del servicio portador multicanal a soportar (e.g., $b=AS:128$ para el servicio 2x64 [I.231.5]).
- Tal como se irá analizando a lo largo del capítulo, para la propuesta basada en TDMPWs será necesario que los MGCs intercambien sobre SIP determinados parámetros relativos a este esquema de transporte sobre la red IP. Así pues, sobre la base establecida por [TS 183 036] (descripción SDP/SIP y elementos PSTN XML), será necesario especificar como transportar sobre SIP dicha información.

Los MGCs serán los responsables de aplicar la correspondencia entre las direcciones E.164 y URI SIP [RFC 3824; RFC 3761; RFC 5526].

⁴ Recuérdese que esta correspondencia no transporta sobre SIP todos los EIs, sino que, tal como se resumió en el Apartado 4.2.1, sólo se transporta sobre SIP la información de aquellos EIs que afectan a la red o al usuario extremo, pero no la de aquellos EIs con significado local a la interfaz RDSI (e.g., EI CI).

Ambos mecanismos para el transporte de los medios (TDMPWs y RTP) están condicionados por las características que presentan los servicios multicanal de tasa Nx64 (“N” canales B). De forma común, todos ellos requieren de la red IP un transporte transparente UDI⁵ y estructura TSSI (Apartado 2.1.1). En particular, el servicio 2x64 [I.231.5] requiere adicionalmente estructura RDTD.

5.1.1.1 Transporte basado en TDMPWs

Tal como se justificó en el Apartado 4.3.2, el uso de TDMPWs resulta suficiente para el soporte de llamadas multicanal entre terminales RDSI, pero no entre un terminal RDSI con otro NGN. Restringiéndonos pues a terminales RDSI, se tendrían las arquitecturas de protocolos representadas en la Figura 5.2A⁶. A continuación se detallan las características necesarias para este soporte basado en TDMPWs.

I) Multiplexión de varias llamadas RDSI sobre el mismo TDMPW

En todos los servicios portadores RDSI multicanal normalizados (serie ITU-T I.23x), los distintos canales B implicados en una misma llamada pertenecen a la misma UNI RDSI (nunca se usan varias interfaces para una misma llamada). Consecuentemente, para garantizar las mismas condiciones de transmisión para todos los canales de una llamada, tal como exige [ES 282 002]/6.2.7, los medios de los “N” canales de una llamada multicanal Nx64 deberán ser cursados sobre la red IP sobre un mismo TDMPW, establecido entre las AGWs (PEs) de ambos terminales RDSI, tal como refleja la Figura 5.2A.

Por cuestiones de eficiencia, parece razonable aceptar la multiplexión de llamadas (mono o multicanal y permanentes o conmutadas) sobre un mismo TDMPW (Figura 5.3), en lugar de usar un TDMPW independiente por cada llamada. Las llamadas serán multiplexadas sobre un mismo TDMPW hasta completar su capacidad. Ello permite reducir la tara en el plano de datos (una misma cabecera IP y palabra de control CW [RFC 3985; RFC 5087] para múltiples llamadas) y el número de mensajes en el plano de control (será necesario establecer un menor número de TDMPWs).

Aunque los TDMPWs están diseñados para ser establecidos con anterioridad al establecimiento de las llamadas o servicios Nx64 (mediante el plano de gestión), también admiten ser establecidos en tiempo de llamada (plano de control) si ello ofrece una ventaja significativa. Para las llamadas RDSI conmutadas, el establecimiento de los TDMPWs con anterioridad a las llamadas requeriría establecer un mallado de TDMPWs entre todas las AGWs del operador, lo cual no es viable por cuestiones de escalabilidad. Consecuentemente, el establecimiento de los TDMPWs se realizará en tiempo de

⁵ Los terminales podrán intercambiar entre ellos cualquier tipo de información, por ejemplo voz, pero ello será negociado extremo a extremo entre ellos mediante los EIs LLC y HLC, transparentemente a la red.

⁶ La figura contempla el caso más general. Obviamente, ambos TEs RDSI podrían estar en la misma AGW, o ambas pasarelas ser controladas por el mismo MGC.

llamada (mediante MeGaCo en el plano de control) en función de la señalización Q.931/SIP de las llamadas conmutadas; en caso de que existan llamadas permanentes, el establecimiento del primer TDMPW o TDMPWs necesarios para dichas llamadas se realizará en tiempo de gestión (mediante SNMP o MeGaCo).

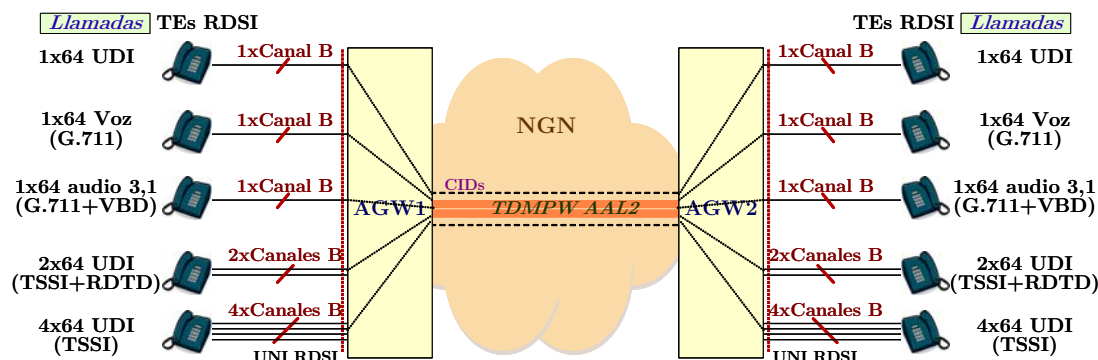


Figura 5.3: Concentración de llamadas RDSI mono y multicanal sobre un TDMPW AAL2

Respecto a esta multiplexión de llamadas RDSI, de cualquier naturaleza, sobre el mismo TDMPW, debe advertirse lo siguiente:

- Servicios en modo circuito monocanal sin restricciones [I.231.1] y llamadas multicanal: requieren un transporte transparente (UDI) sobre la red IP, esto es, PT (Payload-Type) RTP CLEARMODE sin VAD (Vocal Activity Detection) [RFC 4040].
- Servicios RDSI monocanal de voz: aunque las especificaciones NGN [TS 183 002 v3.3.1] aconsejan evitar la transcodificación, estos servicios admiten que el codec G.711 usado en la UNI RDSI sea transcodificado a otro codec (otro PT) sobre la red IP, tal como se evaluó en el Apartado 4.3.1. Asimismo, estos servicios admiten VAD⁷, la cual puede ser incorporada en el propio algoritmo de codificación vocal (e.g., [G.723.1]) o no (e.g., G.711), siendo aconsejable que el PE de salida genere ruido de confort durante los periodos de silencio. Para los codecs vocales sin VAD, resulta deseable que el PE de entrada envíe los parámetros del ruido de confort a generar mediante tramas SID (Silence Insertion Descriptor), identificadas con el PT Comfort Noise Generation (CNG) [RFC 3389]⁸.

Podemos observar así como las llamadas RDSI multiplexadas sobre un TDMPW pueden presentar distinto PT. Consecuentemente, el PE de salida necesita conocer el PT (tipo de medios) empleado en el transporte de cada llamada sobre la red IP, para aplicar la posible transcodificación o insertar

⁷ Para las llamadas audio 3.1, cuando en la fase de transferencia la llamada se encuentre en modo VBD, el PE de entrada no deberá aplicar técnicas VAD, aunque estén activadas.

⁸ El campo de información de un paquete RTP con PT CNG [RFC 3389] estará conformado por una trama SID, la cual no contiene medios ni indica la duración del ruido, sino sólo diversas características del ruido de confort a generar, tales como la potencia.

el ruido de confort en caso de que se haya usado VAD. Para ello, las muestras de cada llamada deberán ser acompañadas del indicador PT usado para su transporte sobre la red IP⁹.

II) Selección del tipo de TDMPW para la emulación de llamadas multicanal

De los diferentes tipos de TDMPWs definidos por el IETF [PWE3] (Figura 4.13), los transparentes o independientes de la estructura (SAToP [RFC 4553; Y.1453], TDMoIP AAL1 sin SDT [RFC 5087; Y.1453])¹⁰ sólo permiten emular interfaces TDM completas, sin identificar sus canales, por lo que no resultan adecuados para este escenario¹¹.

Por su parte, los TDMPWs no transparentes, basados en la estructura o SDT (CESoPSN [RFC 5086; Y.1453], TDMoIP AAL1 SDT [RFC 5087; Y.1453], TDMoIP AAL2 [RFC 5087; Y.1452; Y.1414]) sí permiten transportar entre ambas AGWs el contenido de sólo los “N” canales B de una llamada multicanal. Para el uso de estos TDMPWs, es requisito imprescindible que los extremos del pseudocable o PEs (en concreto, sus NSPs, Native Service Processors) incluyan soporte del formato de trama física RDSI BRI y PRI de la interfaz V [Q.512], dependiente de cada operador. Dado que los PEs se ubican en las AGWs encargadas de terminar las interfaces RDSI, parece razonable asumir satisfecha dicha condición.

Entre los distintos tipos de TDMPWs no transparentes, los estáticos (CESoPSN, TDMoIP AAL1 SDT)¹² presentan un tamaño de cabida útil constante (CBR, Constant Bit Rate) para garantizar el mismo retraso extremo a extremo independientemente de la tasa de bit del servicio emulado. Ello

⁹ Podría plantearse que la indicación del codec fuese una responsabilidad exclusiva del plano de control, sin que los medios incluyan su PT. Sin embargo, ello obligaría a que, en cada instante, el PE de entrada sólo pueda tener indicado un codec, nunca varios entre los que pueda bascular autónomamente. Consecuentemente, por ejemplo, bajo llamadas “audio a 3.1” [I.231.3], no podrían soportarse los esquemas VBD que usan “m=audio”, dado que estos se basan en que la MG (mediante la detección de las señales de modem), conmute automáticamente (siendo opcional avisar al MGC del cambio de modo) entre el codec de voz y el VBD, los cuales comparten el mismo puerto UDP (la MG de salida sólo puede saber si se está en modo audio o en modo VBD a partir del PT que incorporen los propios medios).

¹⁰ Estos TDMPWs transparentes toman las señales TDM como un flujo continuo de bits (sin interpretar cualquier estructura de trama que ésta pueda presentar), transportándolo íntegramente (incluyendo tara y canales de datos/señalización para circuitos canalizados), por lo que cada TDMPW emula un circuito TDM completo. Por contraposición, en los TDMPWs no transparentes o con SDT (Structured Data Transport), el PE de entrada interpreta la estructura de trama de la señal TDM, pudiendo leer/manipular la tara TDM así como la señalización CCS/CAS, lo que permite asegurar el alineamiento (FAS) e integridad de la estructura de trama TDM y ofrece mayor robustez ante PSNs con alta tasa de pérdida de paquetes.

¹¹ Obligarían a extender cada interfaz RDSI completa de una AGW a otra, cuando cada llamada RDSI puede tener como destino una AGW diferente.

¹² Los TDMPWs SDT estáticos están diseñados para la emulación de circuitos (CES, Circuit Emulation Service) [af-vtoa-0078.000], mientras que los dinámicos están orientados a la emulación de bucles (LES, Loop Emulation Service) [af-vmoa-145.001]. No obstante, ambos soportan la emulación tanto de interfaces TDM completas como de servicios Nx64.

hace que estos TDMPWs estáticos no resulten adecuados para transportar las llamadas RDSI por diversos motivos:

- No soportan una adecuada multiplexión de llamadas permanentes ni conmutadas:
 - ▶ Las llamadas conmutadas son establecidas y liberadas dinámicamente, modificando el número de canales en uso. Sin embargo, los TDMPWs estáticos están pensados para ser establecidos en tiempo de gestión (antes del establecimiento de las llamadas), no permitiendo cambiar el número de canales tras su establecimiento, por lo que no pueden adaptar su capacidad en función de la liberación o establecimiento de las llamadas RDSI.
 - ▶ Las llamadas permanentes son establecidas en tiempo de gestión (tras la contratación de los PVCs), al igual que estos TDMPWs estáticos. Sin embargo, para añadir o eliminar (al darse de baja en el contrato) un nuevo PVC, habría que liberar el TDMPW y volverlo a establecer. Consecuentemente, el alta/baja de un PVC provocaría la indisponibilidad de todos los PVCs del TDMPW afectado durante un periodo de tiempo, lo que no resulta admisible.
- Su tamaño de carga útil constante no permite el uso de VAD, transportando todos los canales B aunque se encuentren en reposo, lo que representa un uso ineficiente del ancho de banda.
- No soportan una adecuada multiplexión de llamadas de distintas UNIs¹³: al menos de forma visible para el PW, sólo permiten canales de la misma interfaz TDM. La multiplexión de llamadas de distintas UNIs RDSI sobre un mismo TDMPW no sería visible ni al plano de control ni de datos de estos TDMPWs, lo que requeriría una modificación de ambos.

En contraste con los TDMPWs SDT estáticos, los dinámicos (TDMoIP AAL2) presentan una carga útil de tamaño variable (VBR, Variable Bit Rate). La carga útil del TDMPW es completada por un número entero de minicélulas AAL2 (ATM Adaptation Layer) o paquetes CPS [I.363.2]. Ello permite a estos TDMPWs dinámicos:

- Emular servicios Nx64 con canales provenientes de distintas interfaces, identificando cada par “interfaz, canal” mediante un CID (Channel Identifier). Cada minicélula AAL2 contiene una PDU SSCS (Service Specific Convergence Sub-layer), rellena con los octetos del canal B identificado por el CID asignado a dicha minicélula.
- Modificar dinámicamente el número de canales a transportar.

¹³ El reloj de la interfaz física de una UNI RDSI es indicado por su LE (por la red), por lo que todas las UNIs RDSI de una LE presentan el mismo reloj. Consecuentemente, en general (salvo casos particulares de bucles de abonados de gran longitud que provocasen un jitter excesivo), la multiplexión de canales de distintas UNIs (de la misma LE o AGW) sobre un mismo TDMPW de tasa constante no presenta problemas de sincronismo.

- Su plano de control permite negociar entre ambos PEs el procesamiento a aplicar, tal como VAD, al conjunto de los canales transportados (siempre un mismo procesamiento para todos).

De acuerdo con este análisis, podemos concluir que los TDMPWs TDMoIP AAL2¹⁴ son los únicos que resultan adecuados para la emulación de las llamadas RDSI multicanal¹⁵ (Cuadro 5.1).

Características	TDMPWs Transparentes	TDMPWs SDT	
		Estáticos	Dinámicos
Soportan servicios Nx64	No (sólo una UNI, y completa)	Sí	Sí
Soporte adecuado a la multiplexión de varias llamadas conmutadas	---	No (no pueden adaptar el número de canales dinámicamente)	Sí (tamaño de carga útil variable)
Soporte adecuado a la multiplexión de varias llamadas permanentes	---	No (el alta o baja de un PVC obligaría a restablecer todo el TDMPW)	Sí
Soportan multiplexión de llamadas de diferentes UNIs RDSI	---	No (no visible ni al plano de control ni al de datos)	Sí (identificación de canales/UNIs por CID)
Soporte VAD visible para el plano de control del TDMPW	---	No (transporta todos los canales, aún en reposo; desperdicio de BW)	Sí

Cuadro 5.1: Comparación entre los distintos tipos de TDMPWs para la multiplexión de llamadas RDSI

III) Nuevos tipos de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 propuestos para el soporte de las llamadas multicanal

Bajo el formato de carga útil TDMPWsAAL2 definido por las especificaciones [RFC 5087; af-vmoa-145.001], en consonancia con lo que refleja su nombre, un CID debe ser asociado a un canal TDM, nunca a

¹⁴ [Y.1452] aclara que en la emulación de servicios Nx64, dado que los canales transportados pueden proceder de distintas troncales TDM, los bits de indicación de error TDM “L”, “R” y “M” de la CW suelen perder su significado, recomendando que sean interpretados como reservados (valor 0).

¹⁵ La selección del TDMPW en función del nivel de actividad de las interfaces TDM (estáticos para troncales muy activas, y dinámicos en las que hay poca actividad o el ancho de banda es limitado debiendo optimizar su uso) no resulta aplicable en este escenario, en el que las características de las llamadas de usuario pueden ser de muy diversa naturaleza.

un grupo de canales¹⁶. Así, cada uno de los canales B de una llamada RDSI multicanal sería identificado en ambos PEs por un CID (la llamada sería cursada a través de “N” CIDs). Esta propuesta no resulta válida para emular llamadas multicanal, tal como se justifica a continuación.

El terminal RDSI llamante de una llamada multicanal genera un flujo de tasa $N \times 64$ kb/s. En su interfaz RDSI, el flujo es cursado sobre “N” canales B, cada uno de tasa 1×64 kb/s, de modo que cada trama TDM de la UNI RDSI (BRI o PRI) cursa “N” muestras de dicho flujo (de este modo, los “N” canales se comportan virtualmente como un único canal de tasa $N \times 64$). El servicio 2×64 [I.231.5], único con estructura RDTD (Apartado 2.1.1), representa una excepción a dicho esquema. Este servicio está diseñado para el soporte de llamadas de voz en estéreo, de modo que los medios en el TE origen se encuentran en dos canales, debiendo ser transportados hasta el TE distante en paralelo. Consecuentemente, las muestras de cada canal en el origen deben ser siempre entregadas al mismo canal en el destino, y de forma que no haya un retraso entre ambos canales superior a 50 ms (RDTD).

Para que la emulación de una llamada RDSI multicanal sea correcta, el terminal llamado debe poder reconstruir el mismo flujo $N \times 64$ kb/s (octetos en el mismo orden) enviado por el TE llamante. Sin embargo:

- Para garantizar un retraso extremo a extremo constante independientemente de la tasa de bit del servicio emulado, cada paquete TDMPW TDMoIP AAL2 incluye el número de minicélulas AAL2 que permita conservarlo, en función del nivel de actividad de los canales. En consecuencia, las muestras de dos canales distintos de una misma trama TDM RDSI pueden ser enviadas en distintos paquetes TDMPW.
- Los TDMPWs AAL2 no contemplan (ni en su plano de datos ni de control) ninguna forma para indicar al PE de salida como reordenar las muestras de distintos CIDs cuando estos pertenecen a la misma llamada multicanal (el número de secuencia RTP o CW sólo garantiza la secuencialidad de los paquetes TDMPW).

De este modo, ante la pérdida de un paquete TDMPW, el PE de salida puede desordenar las muestras, reconstruyendo hacia el TE llamado tramas TDM distintas (en lo que respecta a los “N” canales de esta llamada) a las que envió el TE llamante (Figura 5.6A). A partir del número de secuencia RTP o CW, el PE de salida puede detectar la pérdida del paquete TDMPW, pero no podrá conocer a que canal (CID) pertenecían las minicélulas transportadas por dicho paquete TDMPW, ni cuantas muestras contenía cada minicélula.

Si bien en los TDMPWs AAL2 con un CID por canal el orden de las muestras de un mismo canal está garantizado, ese desorden de las muestras entre los canales de una llamada multicanal que puede

¹⁶ Tal como se ha discutido en la lista de correo [LIST_IETF_PWE3], en el desarrollo de [RFC 5087], el grupo de trabajo IETF PWE3 sólo contempló inicialmente flujos de canales G.711, motivo por el que sólo contempla la asignación de un CID para cada canal, sin indicar ninguna codificación. El documento [RFC 5287] ya consideró la posibilidad de que los medios transportados por el TDMPW tuviesen aplicada otra codificación (a reflejar en el campo “ENCODING” de la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2”).

producirse ante la pérdida de un paquete TDMPW, puede provocar que se incumpla tanto la estructura TSSI (veanse las muestras “3” y “8” en la Figura 5.6A) como RDTD (en la Figura 5.6A, entre las muestra “3” y “4”, dado que “4” se pierde y “3” no, o entre las muestras “10” y “12”, para las que no se tiene garantías de que las tramas TDM2 y TDM3 alcancen el PE de salida con una separación no superior a 50 ms).

Consecuentemente, bajo el formato de carga útil de los TDMPWs TDMoIP ALL2 normalizado por [RFC 5087; af-vmoa-145.001], no es posible garantizar un transporte adecuado de las llamadas RDSI multicanal¹⁷. Para hacer posible este transporte, así como la multiplexión de varias llamadas RDSI sobre el mismo TDMPW¹⁸, propongo las siguientes opciones:

- a) TDMPWs AAL2 con un CID por canal en modo VoIP: el modo VoIP [Y.1452]/11 propone insertar una cabecera RTP dentro de cada minicélula (eliminando la cabecera RTP del TDMPW), lo que permitiría al PE de salida conocer el instante en que debe reproducir la primera muestra de cada minicélula. De este modo, tras la pérdida de un paquete TDMPW, el PE de salida podrá identificar las tramas TDM a las que pertenecen las muestras de dicho paquete perdido, ubicando adecuadamente las muestras del siguiente paquete TDMPW.

Apoyándose tanto en las marcas de tiempo de las cabeceras RTP de las minicélulas AAL2, como en la secuencialidad de los TDMPWs (cabecera CW), este esquema de transporte garantiza el mismo orden de las muestras en el flujo mono/multicanal original y en el reconstruido en el TE distante, lo que asegura el cumplimiento de las estructuras TSSI y RDTD (exclusiva del servicio portador 2x64 [I.231.5]) de las llamadas multicanal¹⁹ (Figura 5.6B). Asimismo, el campo PT de la cabecera RTP añadida a cada minicélula permite al PE de salida conocer el codec empleado para cada llamada en la red IP²⁰.

Sobre ello, deben realizarse las siguientes aclaraciones:

- Respecto a la estructura RDTD, podría suceder que de las “N=2” muestras (en los “N=2” canales de la llamada 2x64) de una misma trama TDM, una de ellas fuese enviada en un paquete TDMPW y la otra en un paquete posterior. No obstante, dado que a partir

¹⁷ En la Figura 5.6A, cabe plantearse que si el PE de entrada ha recibido las tramas TDM1 y TDM2, podría enviar primero las N=4 muestras de la trama TDM1 y luego las de la trama TDM2, en lugar de las dos muestras del canal B1 conjuntamente en una minicélula, luego las del canal B2, ... Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, tal como [RFC 5087] define la carga útil de estos TDMPWs AAL2, para el PE de entrada cada canal B es independiente, luego si dispone de dos muestras del canal B1, las insertará en la misma minicélula, aprovechando así la misma cabecera de minicélula para ambas muestras.

¹⁸ Tampoco soportado por este formato normalizado, al no acompañar las muestras de cada llamada con su PT.

¹⁹ En las monocanal, únicas que admiten procesamiento vocal, no se exige ni TSSI ni RDTD, sólo la entrega ordenada. Tras un procesamiento vocal de la señal no será posible identificar las muestras de los canales a la hora de insertarlas en el TDMPW.

²⁰ En los TDMPWs AAL2[RFC 5087] siempre se asume que todos los canales tienen aplicado el mismo tipo de codificación (la indicada en el campo “ENCODING” de la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2” [RFC 5287], o G.711 por omisión).

de las marcas de tiempo RTP el PE de salida puede reconstruir las mismas tramas TDM (en lo que respecta a los canales de las llamadas cursadas entre ambos PEs) que recibió el PE de entrada, volverá a enviar ambas muestras en la misma trama TDM hacia el TE destino, luego sin ningún retraso entre ellos, satisfaciendo pues la estructura RDTD²¹ (por ejemplo, esto sucedería en la Figura 5.6B si los canales B3 y B4 fuesen usados para una llamada 2x64).²²

- La granularidad de las marcas de tiempo RTP [RFC 3550] permite indicar fracciones de tiempo de hasta “ 2^{-16} s $\approx 15 \mu\text{s}$ ”, lo que puede ser insuficiente para diferenciar muestras de una misma trama TDM. Por ejemplo, en una trama TDM primaria E1 (125 μs de duración) la separación entre dos muestras consecutivas es del orden de los 3,9 μs , luego podría asignarse la misma marca de tiempo RTP a ambas muestras. Sin embargo, gracias a la numeración de los paquetes TDMPW (con número de secuencia en la CW), el PE de salida podrá, a pesar de esa falta de granularidad, reordenar adecuadamente las muestras entre los distintos canales, incluso ante la pérdida de paquetes TDMPW.
- b) TDMPWs AAL2 con un CID²³ por llamada mediante estructuras básicas: aunque [RFC 5087] sólo contempla la asignación de un CID a cada canal, la definición de los flujos de interfuncionamiento (equivalentes a TDMPWs) TDMoIP AAL2 realizada por las Recomendaciones [Y.1414; Y.1452] es mucho más general, dejando libertad sobre la naturaleza de los flujos identificados por cada CID (e.g., admiten flujos multiplexados de cualquier naturaleza e, incluso, flujos RTP no provenientes de ninguna interfaz TDM). Aprovechando esta flexibilidad, propongo asociar un CID a cada llamada transportada por el TDMPW, sea mono o multicanal (en este último caso, el mismo CID para todos sus canales), permanente o conmutada.

Las muestras serán transportadas mediante “estructuras básicas” de tamaño fijo, similares a las definidas por [RFC 5086] para los TDMPWs CESoPSN bajo servicio Nx64 básico sin señalización por canal asociado CAS. Cada estructura básica de una llamada multicanal Nx64 consta de la muestra de los “N” canales B de dicha llamada contenidas en una misma trama TDM en la UNI RDSI del llamante (B_1, B_2, \dots, B_N). Para una llamada multicanal Nx64 identificada por el CID=x, la carga útil de cada minicélula AAL2 con dicho CID=x contendrá un número entero de estructuras básicas rellenas con muestras de esa llamada (Figura 5.4)²⁴.

²¹ Recuérdese que los requisitos impuestos por la estructura RDTD se definen de UNI RDSI a UNI RDSI. Consecuentemente, es adecuada esta solución, basada en mantener la primera muestra en una cola de compensación, hasta recibir la segunda muestra que la llamada en cuestión presentaba en la misma trama TDM.

²² En condiciones normales, la variación del retardo extremo a extremo entre ambos PEs (suma de los retardos de empaquetado, red y cola de compensación de jitter) sufrido por dos paquetes TDMPWs será inferior a 50 ms. No obstante, como se ha justificado, no hace falta recurrir a ello para garantizar la estructura RDTD.

²³ Siempre “CID>16”, tal como reserva [af-vmoa-145.001] para las llamadas de voz.

²⁴ En las llamadas multicanal Nx64, el número “N” de canales de una llamada no cambia tras su establecimiento (incluyendo los servicios portadores multitasa [I.231.10]), por lo que resulta suficiente negociarlo mediante el plano de control, sin necesidad de transportarlo junto a las estructuras básicas de tamaño fijo (igual

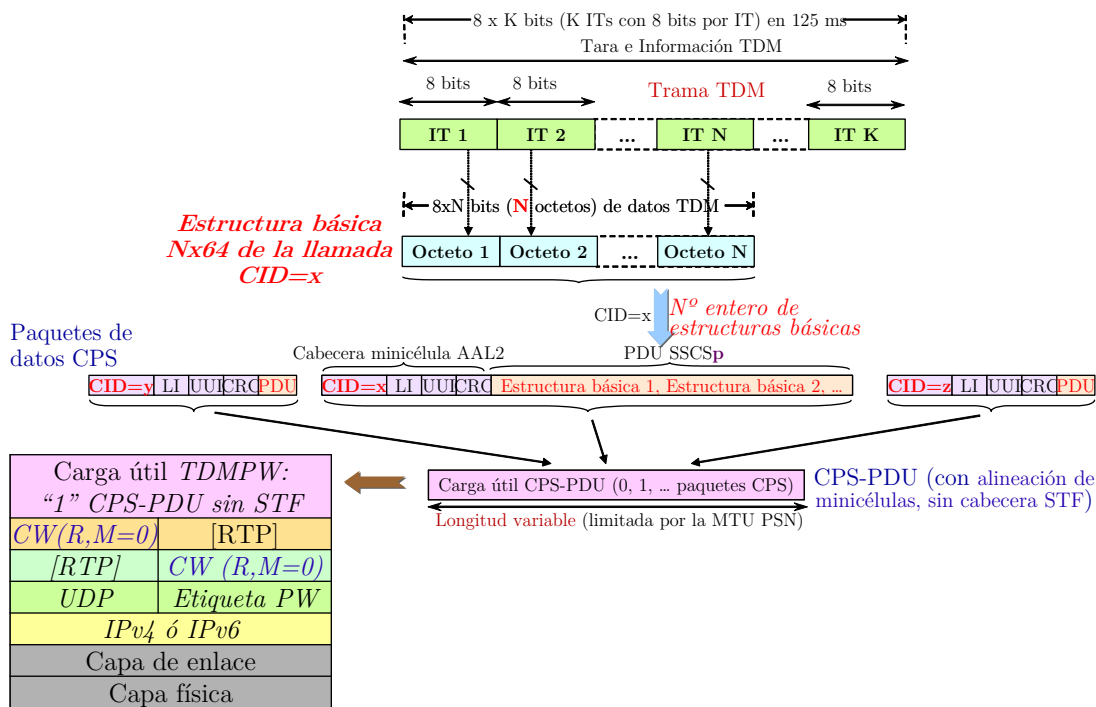


Figura 5.4: Formato TDMoIP AAL2 con carga útil basada en estructuras básicas para emulación de llamadas multicanal mediante un CID por llamada

Apoyándose en el uso de las estructuras básicas y en la secuencialidad de los TDMPWs (cabecera CW), este esquema garantiza el mismo orden de las muestras en el flujo mono/multicanal original y en el reconstruido en el TE distante, lo que asegura el cumplimiento de la estructura TSSI. La estructura RDTD del servicio portador 2x64 [I.231.5] también queda garantizada dado que las " $N=2$ " muestras (en los " $N=2$ " canales de la llamada) de una misma trama TDM conforman una estructura básica, luego son enviadas sobre la red IP en la misma minicélula AAL2, llegando al PE de salida sin ningún retraso entre ellas (Figura 5.7B).

Para indicar el PT empleado en el transporte de cada llamada sobre la red IP, propongo dos alternativas:

- PT en el campo UUI (User-to-User Indication) de la cabecera de cada minicélula AAL2 [I.363.2]²⁵: esta opción no añade cabeceras RTP a las minicélulas, manteniendo el formato de cabecera TDMPWs AAL2 definido por [RFC 5087], incluyendo la cabecera RTP del TDMPW²⁶ (Figura 5.7A). Una posible limitación de esta propuesta sería el tamaño de cinco bits del campo UUI (mientras que el campo PT RTP dispone de ocho). No obstante, los 32 valores que admite este campo UUI resultan más que suficientes para indicar el codec CLEARMODE (UDI) y los posibles codecs de voz (G.711 y otros como G.723.1)

que en los TDMPWs estáticos).

²⁵ [af-vmoa-145.001]/A propone un posible uso del campo UUI para indicar el tipo de codificación de los medios (limitada a los valores "0-15", dado que los posteriores los emplea para señalización).

²⁶ Esta cabecera RTP contendrá un PT dinámico, negociado mediante el plano de control del TDMPW, y una marca de tiempo RTP que indicará el instante de creación del paquete TDMPW.

que, en general, serán usados para transportar sobre la red IP los medios de los servicios portadores RDSI en modo circuito normalizados por la ITU-T²⁷.

- Modo VoIP: el campo de datos de cada minicélula comenzará por una cabecera RTP (con el PT de los medios), seguida de una o varias estructuras básicas (Figura 5.7B). En este caso, el campo UUI de la cabecera AAL2 podría usarse, por ejemplo, para indicar mecanismos de compresión, conforme [Y.1452]/Cuadro 11.

Ante llamadas monocanal de voz transportadas con un codec vocal que precise soportar la VAD mediante el PT CNG (e.g., G.711)²⁸, el PE de entrada enviará dos tipos de minicélulas: un tipo para las muestras de voz y otro tipo para las tramas SID identificadas con el PT CNG²⁹ (en ambas, su PT será transportado en el campo RTP PT o AAL2 UUI, según la propuesta usada). Para determinar la duración durante la que generar el ruido de confort, en el caso de:

- Modo VoIP (con un CID por canal o llamada): el PE de salida usará las marcas de tiempo de la cabecera RTP de cada minicélula AAL2.
- PT en el campo UUI con un CID por llamada: en este caso no se dispone de marca de tiempo, por lo que el PE de salida generará ruido de confort hasta la recepción de la siguiente minicélula de voz (Figura 5.5). Podría suceder que en un mismo paquete TDMPW viajase una minicélula SID seguida de una minicélula de voz, ambas de la misma llamada. En dicho caso, dado que no se dispone de marcas de tiempo, el PE de salida omitirá la minicélula SID (ello no representa ningún problema dado que, para que se produzca esta situación, el tiempo de ruido de confort asociado a dicha trama SID será extremadamente breve).

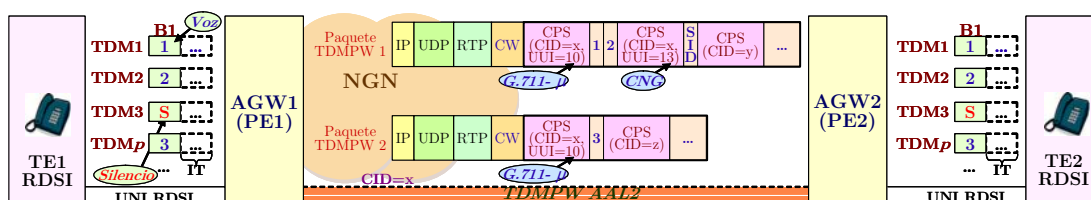


Figura 5.5: Transporte de tramas SID para un servicio monocanal sobre un TDMoIP AAL2 con un CID por llamada y PT en UUI

²⁷ En cualquier caso, siempre puede plantearse el uso de SDP/SIP y SDP/MeGaCo (bajo la arquitectura MeGaCo propuesta en el Apartado 5.1.2) para que ambas AGWs puedan asignar dinámicamente un codec a cada valor del campo UUI (de forma similar a como se realiza con los PT's RTP dinámicos).

²⁸ Si el codec vocal incluye VAD en su propio algoritmo (e.g., G.723.1), las muestras de voz y las tramas SID de los periodos de silencio se enviarán conjuntamente como medios dentro de una misma minicélula (PT común).

²⁹ Por ejemplo, si el PE de entrada detecta muestras de voz, silencio y muestras de voz, enviará al PE de salida: una minicélula de voz (PT del codec vocal), una o varias (debe enviar una trama SID cada vez que cambien las características del ruido a generar) minicélulas con el PT CNG, y otra minicélula de voz.

IV) Comparación de los nuevos tipos de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 propuestos

Para cualquier par de AGWs UNI RDSI-NGN, entre las que deba cursarse una o varias llamadas de usuario RDSI en modo circuito, sean permanentes o conmutadas, mono o multicanal, y de la misma o diferente interfaz RDSI³⁰, se ha propuesto establecer entre ellas uno o varios TDMPWs TDMoIP AAL2³¹, sobre los que se multiplexen las distintas llamadas RDSI, bien con el PT indicado en el campo UUI (Figura 5.7A), bien en modo VoIP con un CID por canal o llamada (Figuras 5.6B y 5.7B). Como comparación entre dichos esquemas de transporte TDMPW AAL2 (resumidos en el Cuadro 5.2), podemos destacar los siguientes aspectos:

- a) Modo VoIP: la inclusión de una cabecera RTP en cada minicélula implica un elevado desperdicio de ancho de banda (dada la gran similitud que podrán presentar las cabeceras RTP, podría reducirse el problema aplicando mecanismos de compresión de cabeceras RTP [RFC 2508]). Entre las dos opciones planteadas bajo este modo:
- CID por canal: las muestras de una llamada ubicadas en la misma trama TDM en el PE de entrada pueden ser enviadas en distintos paquetes TDMPW, lo que permite una mayor granularidad de empaquetado que las otras dos soluciones basadas en estructuras básicas. Sin embargo, el PE de salida no podrá regenerar completamente la trama TDM hasta recibir todos esos paquetes TDMPW, lo que puede producir retrasos.
 - CID por llamada con estructuras básicas: todas las muestras de una llamada ubicadas en la misma trama TDM en el PE de entrada serán transportadas en el mismo paquete TDMPW, lo que evita problemas de retrasos entre muestras de una misma trama. Su principal desventaja es una menor granularidad de empaquetado, al obligar a que la carga útil de las minicélulas, en lugar de incluir muestras (octetos), sea rellena por bloques de mayor tamaño (estructuras básicas). Ello reduce el margen para garantizar un retraso extremo a extremo constante entre ambos PEs.
- b) CID por llamada con PT en el campo UUI: como ventaja frente a los modos VoIP, ofrece un consumo de ancho de banda por cabeceras mas eficiente (no requiere cabeceras RTP adicionales). Frente al modo VoIP con un CID por canal, ofrece menor granularidad de empaquetado al emplear estructuras básicas, pero presenta menos problemas de retrasos entre muestras de una misma trama. Frente al modo VoIP con un CID por llamada, presenta el inconveniente de requerir normalizar la codificación del PT en el campo UUI (mientras que los modos VoIP usan el campo normalizado PT RTP).

³⁰ Los TDMPWs AAL2 permiten transportar canales de distintas interfaces RDSI (distintos circuitos TDM).

³¹ Cada TDMPW TDMoIP AAL2 dispone de 248 CIDs para identificar canales TDM (los CIDs 0-7 están reservados para uso propio de AAL2 [I.363.2]). Si el número de canales B (un CID por canal en modo VoIP) o de llamadas (un CID por llamada) entre dos AGWs es superior, habrá que establecer múltiples TDMPWs entre ellas. Un TDMPW será liberado cuando sea eliminada la última llamada RDSI que cursase (al liberar una llamada, su CID o CIDs volverá/n a estar disponible/s para ser asignado/s a nuevas llamadas).

	Formato	Modo VoIP		CID por llamada con PT en UUI
	normalizado [RFC 5087]	CID por canal	CID por llamada	
Garantiza estructuras TSSI y RDTD	No	Sí	Sí	Sí
Soporta llamadas RDSI multicanal	No	Sí	Sí	Sí
Granularidad minicélulas AAL2	Octetos	Octetos	Estructuras básicas	Estructuras básicas
Transporta indicador (PT) de los medios de cada llamada	No (asume mismo codec para todas las llamadas)	RTP PT en minicélula AAL2	RTP PT en minicélula AAL2	UUI minicélula AAL2
Soporta multiplexión de llamadas RDSI	No (mismo codec para todas las llamadas)	Sí	Sí	Sí
Determinación de la duración del ruido de confort ante voz monocanal con VAD	VAD no contemplado	Usando la marca de tiempo RTP	Usando la marca de tiempo RTP	Hasta la recepción de la siguiente minicélula de voz
Consumo de BW por cabeceras	Inferior	Mayor (cabeceras RTP minicélulas)	Mayor (cabeceras RTP minicélulas)	Inferior
Influencia de los retardos entre paquetes TDMPWs	PE de salida debe esperar al último TDMPW con muestras de la misma trama TDM	PE de salida debe esperar al último TDMPW con muestras de la misma trama TDM	Ninguna (muestras viajan juntas en estructuras básicas)	Ninguna (muestras viajan juntas en estructuras básicas)

Cuadro 5.2: Comparación de los formatos de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 propuestos para el soporte y multiplexión de llamadas RDSI

V) Configuración de los parámetros de transporte de cada llamada RDSI

Para permitir que ambos PEs de un TDMPW AAL2 [RFC 5087] puedan acordar las características de los medios a transportar por el pseudocable, el plano de control de los TDMPWs MPLS [RFC

5287]³² dispone de la sub-AVP³³ “Opciones de TDMoIP AAL2”. Dicho plano de control contempla la negociación de los siguiente parámetros relativos a todo el TDMPW (luego a todos sus canales):

- Codec aplicado a los medios para su transporte sobre la red IP³⁴, y aplicación o no de VAD.
- Asociación de cada CID (único) del TDMPW con un par “interfaz/canal” (CID por canal), en ambos PEs: [RFC 5087; Y.1452; Y.1414] contemplan que dicha asociación pueda realizarse de forma:
 - ▶ Estática: en el establecimiento del TDMPW y fija durante todo su tiempo de vida. La asignación puede ser uno a uno (por gestión o señalización) o mediante bases de CIDs (asignando un rango de CIDs a cada interfaz, como la propuesta por [af-vmoa-145.001]/Table-1; en este caso, la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2” contendrá la base de CIDs a usar).
 - ▶ Dinámica: permitiendo asignar nuevos CIDs tras el establecimiento del TDMPW, empleando protocolos de gestión, tales como ELCP[af-vmoa-145.001] o Q.AAL2[Q.2630.1], sobre un canal (CID) reservado.
- Tiempo máximo permitido para rellenar la carga útil de cada paquete TDMPW.

En el escenario analizado en este capítulo, hemos propuesto multiplexar múltiples llamadas RDSI en modo circuito, de cualquier naturaleza (mono/multicanal, UDI o de voz) y distintas UNIs RDSI, sobre un mismo TDMPW AAL2 establecido entre dos AGWs (PEs). En éste no resulta adecuada la negociación de parámetros del plano de control normalizado, dado que en este caso:

- Tanto el codec empleado como la aplicación o no de VAD deben indicarse de forma particular para cada llamada, según su naturaleza (en el escenario normalizado son iguales para todos los canales transportados por el TDMPW).
- Según la carga útil TDMPW AAL2 usada entre las propuestas, deberá asociarse cada CID de un TDMPW (recordemos que entre cada par de AGWs pueden establecerse varias TDMPWs) bien con una UNI RDSI y canal (un CID por canal, como en el caso normalizado), o bien con un conjunto de canales de una UNI RDSI (un CID por llamada).

³² De los distintos TDMPWs en función de la PSN (UDP/IP, L2TPv3, MPLS, Ethernet), los TDMPWs MPLS son los únicos cuyo plano de control ha sido completamente normalizado para el modo TDMoIP AAL2 [RFC 5287], aunque, con pequeñas adaptaciones, podría aplicarse a los TDMPWs L2TPv3. En general, la elección de la naturaleza PSN del TDMPW a aplicar estará condicionada por las características de la red del operador.

³³ El cuerpo de cada mensaje de control del TDMPW consta de una o varias AVPs (Attribute-Value Pair) o TLV (Type-Length-Value).

³⁴ No obstante, [RFC 5287] sólo define el valor 0 (sin procesamiento, CLEARMODE), dejando sin definir los valores para otros codecs.

Para satisfacer estos requisitos podría plantearse una modificación del plano de control de los TDMPWs AAL2, añadiendo nuevas sub-AVPs que permitiesen negociar el procesamiento para cada canal individualmente, y no sólo para todos canales del TDMPW en conjunto. Sin embargo, considero que esta opción no resulta adecuada por los siguientes motivos:

- En el escenario de multiplexión de llamadas RDSI, la naturaleza de cada llamada, y con ello los parámetros para su transporte sobre la red IP, viene condicionada por el tipo de servicio portador RDSI en modo circuito a que corresponde, y éste último es señalizado entre ambos MGCs mediante Q.931/SIP.
- La UNI y canal/es RDSI a asociar a cada CID en ambas AGWs están condicionados por las direcciones E.164 implicadas en la llamada, las cuales son indicadas en los mensajes Q.931/SIP.
- En este escenario de multiplexión de llamadas RDSI existe un gran dinamismo en la asociación entre CIDs con UNIs y canales RDSI (un canal B RDSI puede ser cursado por un TDMPW hacia una AGW durante una llamada y, concluida dicha llamada, el canal podrá ser usado para otra llamada hacia otra AGW distinta, luego transportado sobre otro TDMPW).
- La modificación de plano de control, además de no respetar la actual normalización de los TDMPWs, aumentaría considerablemente la complejidad y consumo de BW del plano de control de estos TDMPWs.

Ello, unido a que ante pasarelas distribuidas A-MGW el protocolo MeGaCo ya debe ser usado (para configurar diversos parámetros como, por ejemplo, los canales B RDSI de cada llamada multicanal), me lleva a proponer lo siguiente:

- En función de la señalización de llamada Q.931/SIP³⁵, cada MGC determinará el tipo de cada llamada RDSI a multiplexar sobre el TDMPW, usando MeGaCo para configurar en su A-MGW³⁶ las terminaciones necesarias con los parámetros de transporte sobre IP requeridos.
- La asociación de cada CID de un TDMPW con una UNI RDSI y un canal o grupo de canales, se realizará de forma dinámica, en tiempo de llamada tras el establecimiento del TDMPW, a partir de las direcciones E.164. Para cada llamada RDSI se asociarán en un contexto MeGaCo una terminación del lado RDSI (asociada a una UNI y canal/es) con una terminación del lado IP (vinculada con un TDMPW y CID).

Los detalles de esta arquitectura MeGaCo serán detallados en el Apartado 5.1.2.

Bajo la propuesta anterior, la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2” normalizada para el plano de control de los TDMPWs AAL2 deberá configurarse con los valores sin procesamiento (codec CLEARMODE) y sin VAD, dado que ambos serán controlados vía MeGaCo de forma transparente al plano de control del TDMPW.

³⁵ Ante llamadas permanentes, la configuración puede realizarse de forma manual o, igualmente vía MeGaCo tras el arranque de la pasarela.

³⁶ Ante pasarelas monolíticas, esta comunicación se realizará internamente.

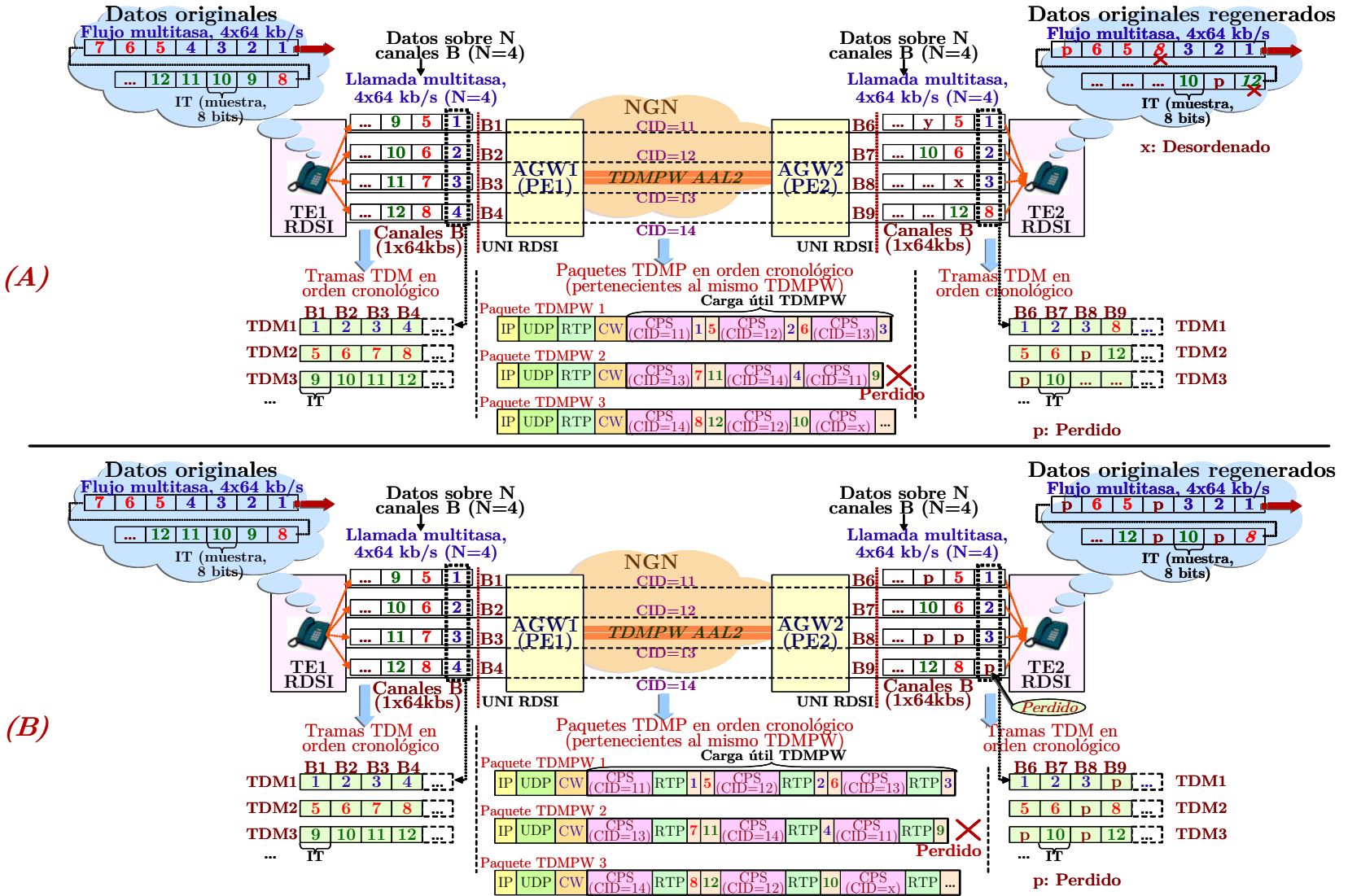


Figura 5.6: Ejemplo de transporte de canales de una llamada multicanal 4x64 sobre un TDMPW TDMoIP AAL2 de tipo UDP/IP con un CID por canal (A) básico, (B) Modo VoIP

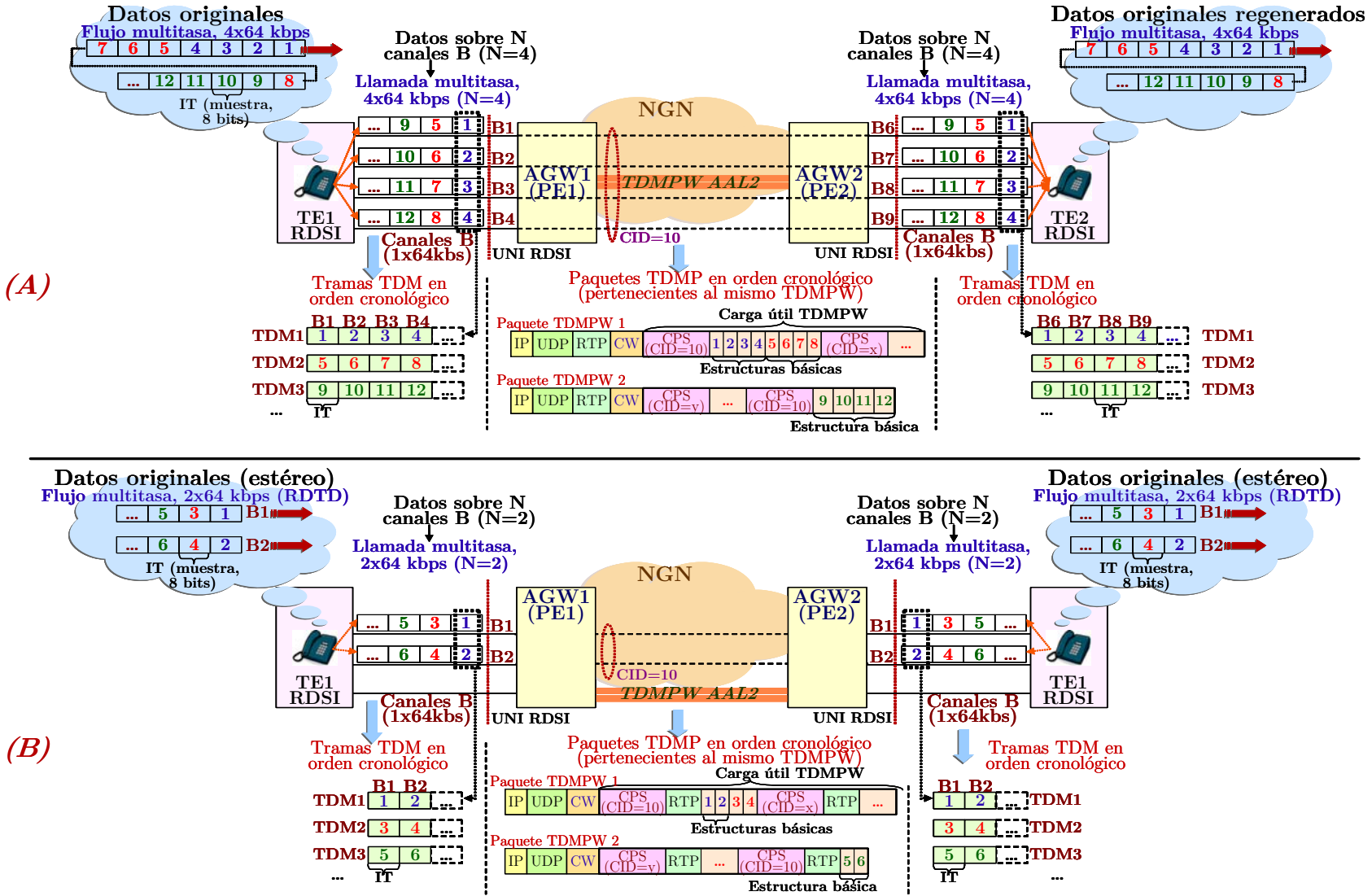


Figura 5.7: Ejemplo de transporte de canales de una llamada multicanal Nx64 sobre un TDMPW TDMoIP AAL2 de tipo UDP/IP con un CID por llamada (A) PT en UUI con N=4, (B) Modo VoIP con N=2 RD TD

5.1.1.2 Transporte basado en RTP

Si bien algunas Recomendaciones NGN mencionan el posible soporte de llamadas RDSI multicanal mediante flujos de interfuncionamiento TDMoIP, ninguna de ellas contempla la posibilidad de su emulación mediante simples flujos RTP³⁷. Considero que una llamada multicanal RDSI puede ser soportada mediante un flujo RTP, intercambiado bien entre dos terminales RDSI (Figura 5.2A), o bien entre un terminal RDSI y otro NGN (Figura 5.8)³⁸, opción no soportada por los TDMPWs.

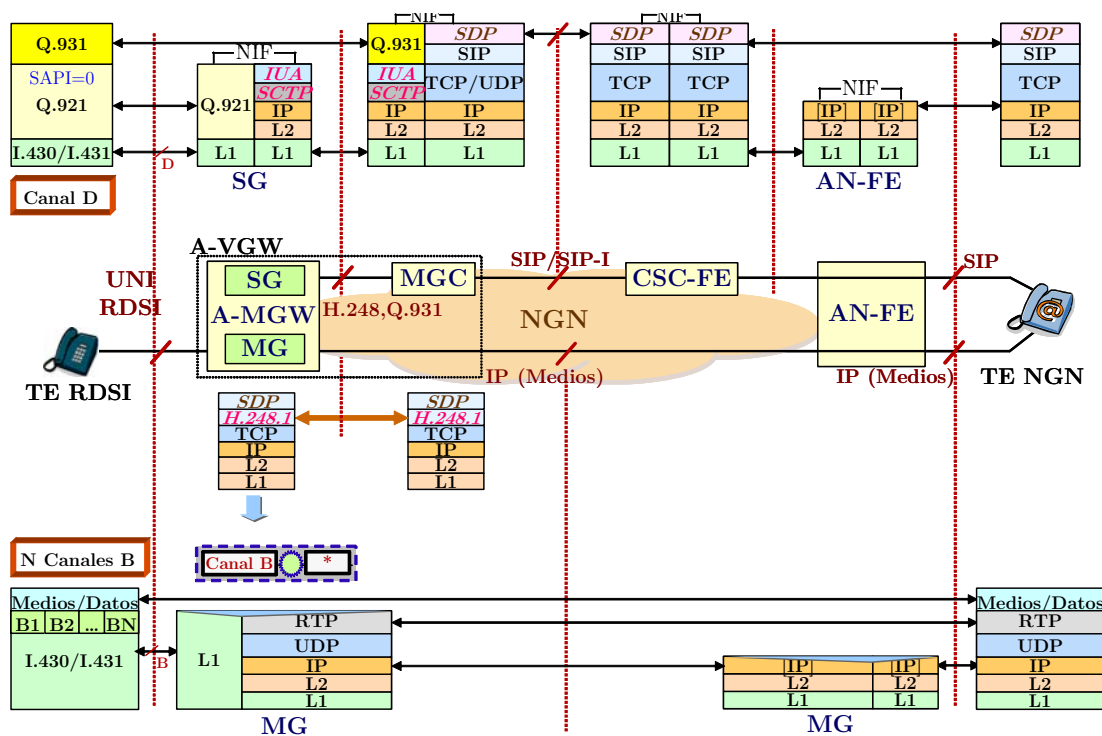


Figura 5.8: Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN de llamadas multicanal entre un TE RDSI y otro NGN mediante RTP

Para que ello sea posible, es necesario definir un nuevo tipo de carga útil RTP PT (conforme establece [RFC 3550], Apartado 2.2.3.1), similar al propuesto en el Apartado 5.1.1.1 para los TDMPWs AAL2 con un CID por llamada. Para cada llamada multicanal $N \times 64$, se establecerá un flujo RTP, cuya carga útil contendrá un número entero de estructuras básicas, rellenas mediante las muestras de los "N" canales B RDSI, sin ningún tipo de procesamiento (como exige la estructura UDI de los servicios multicanal). La Figura 5.9 muestra el formato del paquete RTP bajo esta propuesta³⁹.

³⁷ Únicamente, la Recomendación [Y.1414]/9 (que define flujos de interfuncionamiento o TDMPWs AAL2 basados en MPLS) menciona el soporte de servicios vocales de banda estrecha (tal como RDSI) mediante flujos RTP/UDP/IP, pero no evalúa el caso concreto de RDSI ni menciona como aplicarlo a llamadas multicanal.

³⁸ El TE RDSI usará el mecanismo de emulación y el TE NGN, necesariamente, el de simulación.

³⁹ En una comunicación entre un terminal RDSI y otro NGN, será necesario que este PT RTP sea soportado, además de por la AGW, por el terminal NGN.

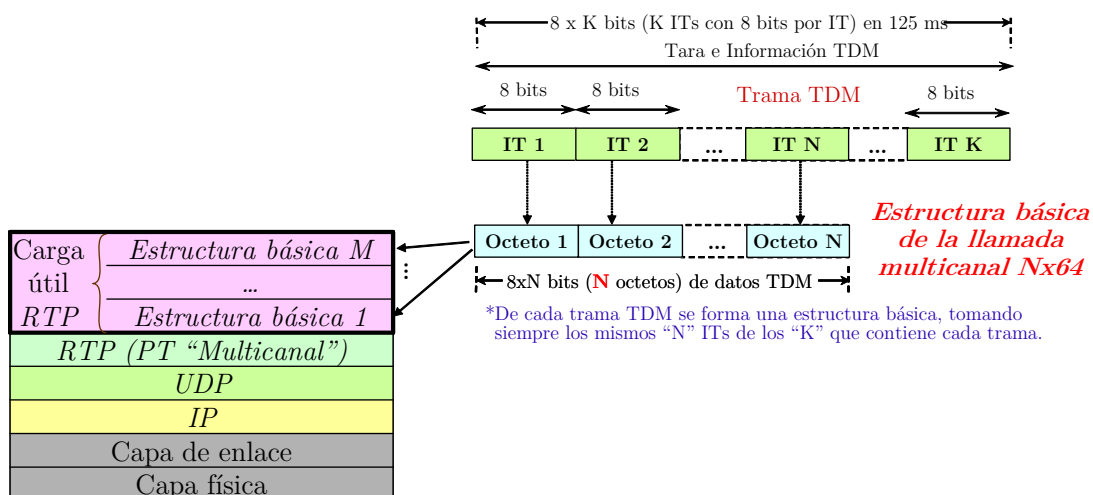


Figura 5.9: Formato de carga útil RTP basada en estructuras básicas para emulación de llamadas multicanal

Este esquema de transporte garantiza las estructuras TSSI (apoyándose en el número de secuencia RTP) y RDTD (transporte conjunto de ambos canales), exigidas en los servicios RDSI multicanal.

Debe observarse como esta propuesta emplea una arquitectura de protocolos y formato de carga útil similar a la del plano de datos de un TDMPW CESoPSN sin CAS basado en UDP/IP [RFC 5086; Y.1452]⁴⁰, pero con las siguientes ventajas:

- No requiere plano de control TDMPW: el flujo RTP es establecido exclusivamente a partir de la señalización SIP (en las llamadas conmutadas) y MeGaCo (ante A-MGW's). El plano de control del TDMPW CESoPSN permite configurar ciertos parámetros generales (tamaño de la cola de compensación de jitter, etiqueta del PW) y específicos (tamaño de cada carga útil TDMPW y número de estructuras básicas en cada paquete). Sin embargo, dado que el uso de MeGaCo es necesario en llamadas conmutadas (para indicar, por ejemplo, los canales B concretos a transportar), puede aplicarse MeGaCo para configurar todos los parámetros (o provisionar los generales), prescindiendo del plano de control del TDMPW⁴¹.
- No incorpora CW [RFC 4553; RFC 5086; RFC 5087; Y.1453]: para esta aplicación, el transporte de este campo sólo supone un consumo de ancho de banda, sin aportar ninguna ventaja, dado que sus parámetros no aportan información: Número de secuencia (ya contenido en la cabecera RTP), Fragmentación (no aplicable a este formato de carga útil), Longitud (innecesaria dado que la cabecera IP es autodelimitada), Bits de indicación de error TDM "R, M" (siempre a 0 en este caso, dado que carecen de sentido al estar emulándose un servicio Nx64 y no una

⁴⁰ Al igual que los TDMPWs CESoPSN, RTP no está preparado para cambiar dinámicamente el número de canales a transportar, requiriendo destinar un flujo RTP distinto (diferenciados por su puerto UDP) para cada llamada RDSI.

⁴¹ El plano de control de los TDMPWs UDP/IP (o flujos de interfuncionamiento TDMoIP propuestos por la ITU-T) no se encuentra definido, luego poder prescindir de él supone un beneficio, aparte del consecuente ahorro en ancho de banda.

interfaz TDM, igual que sucede en los TDMPWs AAL2) y Bit de indicación de error TDM “L” (podría mantenerse para indicar posibles fallos en la interfaz TDM del PE de entrada, pero esta información no es imprescindible para el transporte).

- Puede ser empleada para una comunicación entre un terminal RDSI y otro NGN, lo cual no es soportado por los TDMPWs.
- Las llamadas RTP están preparadas para ser establecidas en tiempo de llamada, mientras que los TDMPWs CESoPSN están diseñados para ser establecidos en tiempo de gestión.

Estas cuestiones justifican por que resulta mucho más adecuado emular una llamada RDSI multicanal mediante este formato RTP que mediante un TDMPW CESoPSN exclusivo para dicha llamada.

Alternativamente al anterior formato de cabida útil RTP, para la emulación de una llamada multicanal Nx64 mediante flujos RTP podrían plantearse las siguientes opciones, las cuales deben ser descartadas por los motivos indicados:

- a) Aprovechando que los “N” canales 1x64 kb/s equivalen virtualmente a un único flujo Nx64 kb/s, transportar el flujo de los “N” canales sobre un flujo RTP “CLEARMODE”: esta opción no identificaría el canal B al que pertenece cada muestra del flujo RTP por lo que, ante la pérdida de un paquete RTP, la AGW de salida enviará cualquier muestra por cualquiera de los “N” canales. Así, no garantiza que todas las muestras de un canal B_x en la AGW de entrada sean siempre enviadas por el mismo canal B_y en la AGW de salida lo cual, entre otros aspectos, incumpliría la estructura TSSI exigida por estos servicios multicanal.
- b) Transportar cada uno de los canales de la llamada mediante un flujo RTP independiente, cada uno asociado a un puerto UDP, sincronizándolos en la MG de salida a partir de las marcas de tiempo RTP⁴²: además de una mayor dificultad de sincronización (son flujos RTP con marcas de tiempo independientes), esta opción resulta muy ineficiente por una excesiva carga de cabeceras, tal como indica [Y.1452]/11. Asimismo, esta propuesta no asegura las mismas condiciones de transporte para todos los flujos (emplean distintos puertos) por lo que no satisface el requisito exigido por [ES 282 002]/6.2.7 para llamadas multicanal.
- c) Para un servicio 2x64 (N=2) [I.231.5], con estructura RDTD, aplicar un codec con capacidad binaural, tal como [G.719]⁴³, aprovechando que este servicio esta orientado al soporte de llamadas de voz en estéreo: si bien esto sería viable, no resulta aconsejable, dado que exigiría que la A-MGW:

⁴² Aplicando una cola de compensación ello permitiría satisfacer incluso la estructura RDTD, dado que ésta se define de UNI TE o UNI TE.

⁴³ Dadas las dos muestras de la llamada de una misma trama TDM, este codec garantiza que ambas viajen juntas, sobre una multitrama propia del codec, en el mismo paquete RTP, asegurando así que lleguen al destino sin ningún retraso entre ellas (luego garantizando la estructura RDTD).

- Interprete el EI Q.931 LLC para conocer el codec acordado entre ambos terminales: dicho EI, conforme a su definición, debería ser negociado extremo a extremo entre ambos terminales, de forma transparente a la A-MGW.
- Aplique una trascodificación a ambos canales, entre el codec de la UNI RDSI y el codec biaural (interfaz IP): ello incumpliría el requisito de estructura UDI, o transporte transparente (RTP CLEARMODE), exigido a la red por este servicio 2x64.

A partir de la propuesta realizada en este apartado, los flujos RTP representan una solución para el transporte de cualquier tipo de llamada RDSI en modo circuito, variando el formato de cabida útil según sea:

- Monocanal (UDI, voz, VBD): el PT dependerá del tipo de servicio portador, conforme se evaluó en el Apartado 4.3.1.
- Multicanal (UDI): el PT estará constituido por estructuras básicas, cuyas muestras serán transportadas transparentemente, conforme al esquema definido en este apartado.

5.1.1.3 Comparación entre las soluciones basadas en TDMPWs y flujos RTP

En ambas soluciones, los “N” canales B de una llamada multicanal son transportados sobre un mismo flujo IP, satisfaciendo las condiciones de transporte exigidas [ES 282 002]/6.2.7. Asimismo, ambos permiten el transporte de llamadas RDSI en modo circuito mono y multicanal. De forma comparativa, ofrecen las siguientes ventajas:

- a) TDMPWs AAL2 (independientemente del formato de cabida útil elegido, Cuadro 5.2):
 - Permiten la multiplexión de varias llamadas, sean permanentes o conmutadas, mono o multicanal y de la misma o diferente interfaz RDSI, sobre un mismo TDMPW (los flujos RTP requieren dedicar un flujo a cada llamada, diferenciados por su puerto UDP). Esta ventaja será más relevante cuanto mayor sea el volumen de llamadas en modo circuito entre ambas AGWs.
 - Poseen plano de control propio, lo que facilita su gestión y les permite características adicionales, tales como VCCV [RFC 5085].
- b) Flujos RTP:
 - Pueden emplearse para llamadas tanto entre TEs RDSI como entre un TE RDSI y otro NGN (los TDMPWs sólo son aplicables para llamadas entre TEs RDSI).
 - Usa una tecnología más simple, lo que reduce la complejidad y coste de las AGWs (aunque necesita que el TE NGN soporte el nuevo PT para las llamadas multicanal). El uso de

flujos RTP se encuentra generalizado en la redes VoIP, por lo que su implantación sería casi inmediata.

- La emulación ofrecida por los TDMPWs presenta una serie de deficiencias, listadas en [RFC 5087; Y.1453].

En cuanto al consumo de ancho de banda por parte de las cabeceras, no resulta fácil afirmar que un esquema presente menor consumo que el otro, ello dependerá del tipo de TDMPW empleado (e.g., un TDMPW basado en MPLS [Y.1452] presentaría menor tara que un flujo RTP/UDP/IP/MPLS).

Como criterio sencillo para la selección del esquema de transporte, podría proponerse el uso de:

- TDMPW AAL2, establecido entre dos AGWs, cuando entre dichas pasarelas deba cursarse un volumen elevado de llamadas RDSI, mono y multicanal.
- Flujos RTP entre dos AGWs entre las que el número de llamadas RDSI es reducido (ahorrando así el uso del plano de control TDMPW para el establecimiento de los TDMPWs) o entre una AGW y TEs NGN (no soportado por los TDMPWs).

5.1.2 Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas en modo circuito multicanal

Este apartado ofrece la arquitectura MeGaCo necesaria (ante pasarelas distribuidas A-MGW) para dar soporte a las llamadas RDSI multicanal en modo circuito, basándose en las dos alternativas de protocolos anteriormente analizadas, TDMPWs AAL2 (con un CID por canal o llamada) y RTP/UDP/IP. Dadas sus diferencias, se presentarán inicialmente los aspectos comunes, y en los siguientes subapartados se detallará la arquitectura concreta para cada protocolo:

- a) Terminaciones MeGaCo monoflujo sin multiplex: las arquitecturas MeGaCo propuestas respetarán las restricciones impuestas por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1], el cual sólo soporta terminaciones⁴⁴:
 - Monoflujo [TS 183 002 v3.3.1]/5.7.1: cada terminación sólo puede contener un Stream [H.248.1].
 - Sin multiplex [TS 183 002 v3.3.1]/5.6.2: no se soporta el uso del descriptor “Mux” [H.248.1]/7.1.3 para crear terminaciones multiplexoras⁴⁵.

⁴⁴ Estas restricciones son habituales, exigiéndose en muchos otros entornos, e.g., 3GPP [TS 129 232]/C.6.2;C.7.1.

⁴⁵ [TS 183 002 v3.3.1] sí permite contextos con varias terminaciones en cada lado, pero para el soporte de llamadas multiconferencia (un usuario distinto en cada canal B, enviándose la misma información entre todos ellos), no para llamadas multicanal (si en éstas se crease una terminación por cada canal B, sería necesario multiplexarlas sobre un mismo flujo IP, lo que requeriría el descriptor “Mux”).

b) Patrón de nombrado para las terminaciones MeGaCo de las interfaces:

- UNI RDSI: para las terminaciones físicas RDSI de un sólo canal B debe seguirse el patrón propuesto por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.2.2.1):

```

ba                                <canalB[1,2]>
  / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> /
pra                                <canalB[1-15,17-31]>

```

Cuadro 5.3: Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI de un canal B

En el caso de las llamadas multicanal, soportadas mediante una única terminación física RDSI (TDMPW AAL2 o RTP basados en estructuras básicas), será necesario extender el patrón anterior, permitiendo que recoja los distintos canales B implicados en la llamada⁴⁶ (e.g., `ba/bastidor/tarjeta/puerto/B1,B5,B8`)⁴⁷:

```

ba                                <canalB1>,<canalB2>
  / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> / <canalB[1-15,17-31]>, ..., <canalB[1-
pra                                15,17-31]>-<canalB[1-15,17-31]>

```

Cuadro 5.4: Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI multicanal

Alternativamente, podría usarse como nombre de la terminación un identificador de llamada multicanal, indicando los canales B implicados dentro de la descripción de los medios, e.g., como propiedades MeGaCo en el descriptor LocalControl.

- IP (TDMPW, RTP): puede respetarse el patrón de nombrado sugerido por [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.2.2.2), en cuyo caso recomiendo que, por claridad, el patrón recoja explícitamente el tipo de protocolo al que corresponde la terminación, e.g.:

```
ephemeral/TDMPW/<cadena de caracteres alfanuméricos o "/">
```

c) Descripción SDP de los medios (subdescriptores “Local/Remote” del descriptor “Media”) en las terminaciones MeGaCo de las interfaces UNI RDSI: al igual que se indicó en el Apartado 4.3.1.1 para las llamadas en modo circuito monocanal, en las llamadas multicanal (igualmente por canal B) también pueden aplicarse mecanismos de adaptación de velocidad, siendo necesario por tanto incluir la descripción SDP/MeGaCo de los medios. Para ello, coincidiendo

⁴⁶ Obviamente, todos los canales B implicados en una llamada RDSI multicanal pertenecen a la misma UNI. Adviértase que los “N” canales B no son más que ITs de la trama TDM, pudiendo modelarse como un único flujo Nx64, luego no hay problema en que una misma terminación física se refiera a “N” canales. En el caso particular del servicio 2x64 [I.231.5], ambos flujos deben viajar en paralelo; aunque ambos canales sean modelados como una única terminación MeGaCo, la estructura RDTD queda garantizada por los formatos de carga útil TDMoIP AAL2 o RTP propuestos.

⁴⁷ Dado que los canales de una llamada multicanal suelen ser consecutivos en la interfaz, sería recomendable el uso de rangos (e.g., `ba/bastidor/tarjeta/puerto/B1-B3` para indicar los canales B1, B2, B3).

igualmente con lo indicado en ese apartado, propongo usar la sintaxis planteada por el borrador [taylor-sdp-tdm-01], pero acudiendo a su versión anterior [taylor-sdp-tdm-00], la cual sí permite indicar el ancho de banda “b=AS:Nx64” (con “N” un número entero), necesario para poder crear terminaciones que comprendan varios canales B, especificados en el nombre de la terminación mediante el patrón propuesto en el Cuadro 5.4⁴⁸. Un posible ejemplo de descripción de medios, bajo dicho borrador, para la terminación RDSI de una llamada multicanal 4x64 en modo circuito sería el siguiente:

```
MEGACO/1.0 [123.123.123.4]:55555 (MGC -> MG)
Transaction = 12 {
  Context = 2000 {
    Modify = ba/bastidor1/tarjeta2/puerto3/B1,B5,B8,B11 {
      Media { Stream = 1
        {
          Remote { v=0
            c=TDM NUL --
            m=application 1 TDM octet-stream
            b=AS:4x64
            a=netprof:V120
          } } } } } }
```

5.1.2.1 Arquitectura MeGaCo para llamadas de circuitos multicanal basadas en TDMPWs

Esta arquitectura, sólo válida para una llamada entre dos terminales RDSI (Figura 5.2A), deberá aplicarse a las dos A-MGWs implicadas. Recordando que un mismo TDMPW puede transportar canales B de llamadas mono y multicanal, propongo la arquitectura mostrada en la Figura 5.10. Para las llamadas:

- a) Monocanal: basta crear una terminación física para cada canal B, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada⁴⁹ por la etiqueta del TDMPW (establecido entre ambas AGWs) y el CID asociados a dicho canal B. Esta solución es posible gracias a que ambos MGCs conocen el TDMPW-CID asociado al canal B de su AGW que cursará el tráfico de esta llamada: a raíz de la solicitud de establecimiento del canal B por parte de la señalización Q.931, el MGC del terminal llamante solicitará a su A-MGW, vía MeGaCo, la reserva de

⁴⁸ [taylor-sdp-tdm-01] propone el soporte de las llamadas multicanal mediante la creación de una terminación MeGaCo por cada canal B de la llamada, agrupándolas entre sí mediante el tipo de dirección “GRP”. Esta opción requeriría emplear el descriptor “Mux” para multiplexar las distintas terminaciones. Ello unido a que, como ya se ha indicado, en una llamada multicanal los “N” canales 1x64 kb/s se comportan virtualmente como un único flujo Nx64 kb/s, y a que los “N” canales quedan adecuadamente identificados en una única terminación mediante el patrón de nombrado planteado en el Cuadro 5.4, me llevan a desaconsejar el uso de dicha propuesta de [taylor-sdp-tdm-01] basada en el tipo de dirección “GRP”.

⁴⁹ Diremos que un flujo del lado IP queda caracterizado por aquellos parámetros del flujo (etiqueta TDMPW, CID, ...) que permiten a MeGaCo determinar con que flujo del lado UNI RDSI debe ser asociado. El mismo significado se aplicará para asociar un flujo del lado UNI RDSI (UNI, canal B) con otro del lado IP.

un nuevo CID en el TDMPW establecido con la otra A-MGW (si no hay ningún TDMPW establecido con capacidad disponible, se establecerá uno nuevo en ese momento); tras ello, este MGC enviará al otro MGC, en el mensaje SIP RESPONSE, la etiqueta del TDMPW y el CID empleado.

- b) Multicanal: ante este tipo de llamadas, se creará una única terminación física para todos los canales de la llamada. En el TDMPW AAL2 (común para las llamadas multicanal y las llamadas monocanal por canal D o B) deberá emplearse alguno de los formatos de carga útil definidos en el Apartado 5.1.1.1. En función del formato elegido, se destinará un CID a cada canal (cada uno de los “N” canales B empleados en la llamada multicanal sería transportado independientemente, como “N” llamadas monocanal diferentes) o un CID común para todos los canales de la misma llamada multicanal (viajando las muestras de los “N” canales conjuntamente, sobre estructuras básicas). En la representación de las Figuras 5.10 y 5.11 se ha optado por el uso de un CID por llamada (con el PT indicado en el campo UUI o en modo VoIP, Figura 5.7).

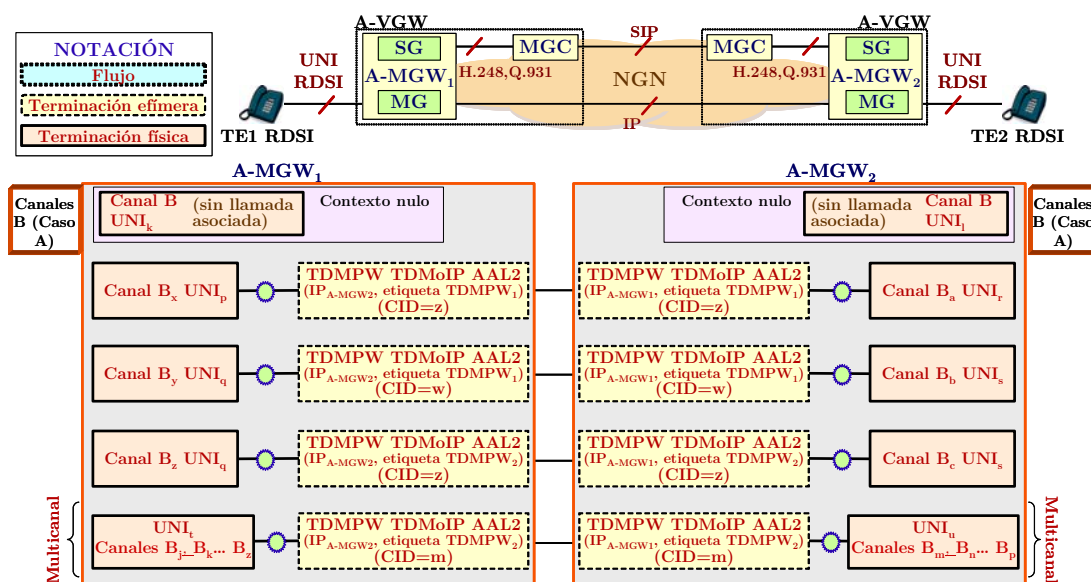


Figura 5.10: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal sobre TDMPWs AAL2

Para la descripción SDP/MeGaCo de los medios en la terminación IP, será necesario proponer una extensión de [RFC 4566] que permita indicar la etiqueta del TDMPW y CID o CIDs que caracterizan la terminación, así como el formato de carga útil TDMoIP AAL2 a usar y el procesamiento a aplicar a los medios (codec, y aplicación o no de VAD⁵⁰, con posible uso de PT CNG).

Partiendo de la arquitectura MeGaCo propuesta (Figura 5.10), se resume a continuación el flujo de mensajes que tendría lugar para el establecimiento de una llamada mono o multicanal en modo circuito cuando en el tramo IP se usan estos TDMPWs (Figura 5.11):

⁵⁰ VAD sólo puede ser aplicado en las llamadas de voz monocanal. Podría resultar adecuado definir una propiedad MeGaCo “VAD” que permita configurar la política de la AGW (aplicación o no de VAD por omisión) ante este tipo de llamadas.

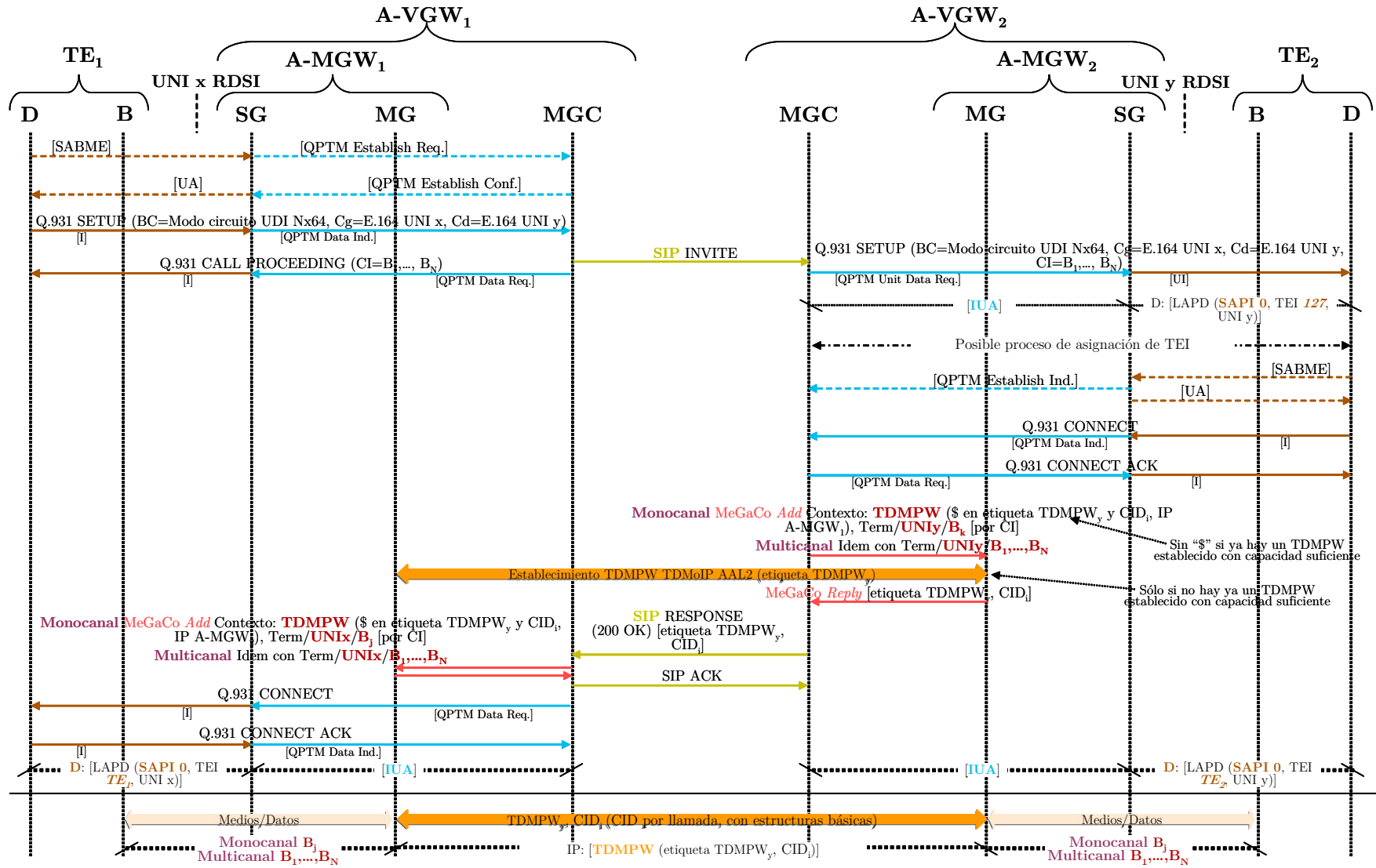


Figura 5.11: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal mediante TDMPWs AAL2

5.1.2.2 Arquitectura MeGaCo para llamadas de circuitos multicanal basadas en RTP

Esta arquitectura, válida para llamadas entre un terminal RDSI, y otro tanto RDSI (Figura 5.2B) como NGN (Figura 5.8), sólo deberá aplicarse a la A-MGW o A-MGWs (según el escenario) implicadas. Recordando que deberá emplearse un flujo RTP por llamada (no por canal), cuya carga útil diferirá según se trate de una llamada monocanal (UDI o de voz) o multicanal (formato definido en el Apartado 5.1.1.2), propongo las arquitecturas mostradas en las Figuras 5.12 y 5.13. Consecuentemente, según el tipo de llamada se usará un PT RTP determinado, pero el proceso de negociación de la dirección IP y puerto UDP para el flujo RTP de cada terminación MeGaCo será el habitual en llamadas que emplean SIP y MeGaCo.⁵¹

Para la descripción SDP/MeGaCo de los medios en la terminación IP, podrá usarse la sintaxis SDP normalizada [RFC 4566], sólo teniendo en cuenta que para las llamadas multicanal deberá definirse un nuevo PT (preferiblemente dinámico, y registrado en [IANA RTP]) asociado al formato de estructuras básicas (Apartado 5.1.1.2), acompañado de un atributo (e.g., `n_basic_structures`) que indique el número de muestras que debe contener cada estructura, tal como recoge el siguiente ejemplo de mensaje MeGaCo para una llamada 4x64:

```
MEGACO/1.0 [123.123.123.4]:55555 (MGC -> MG)
Transaction = 12 {
  Context = 2000 {
    Add = ephemeral/RTP/$ {
      Media { Stream = 1
        {
          Remote { v=0
            c=IN IP4 $
            m=audio <puerto> RTP/AVP $
            a=rtpmap:$ PT_RTP_MULTICANAL
            a=n_basic_structures:4
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

⁵¹ Recuérdese que si entre dos MGs se establecen varios flujos RTP, cada uno perteneciente a una llamada distinta, para cada flujo RTP deberá usarse un puerto UDP distinto en ambas MGs (el puerto UDP determina la aplicación, luego para disponer de llamadas que puedan terminar independientemente -aplicaciones independientes- es necesario que usen puertos distintos).

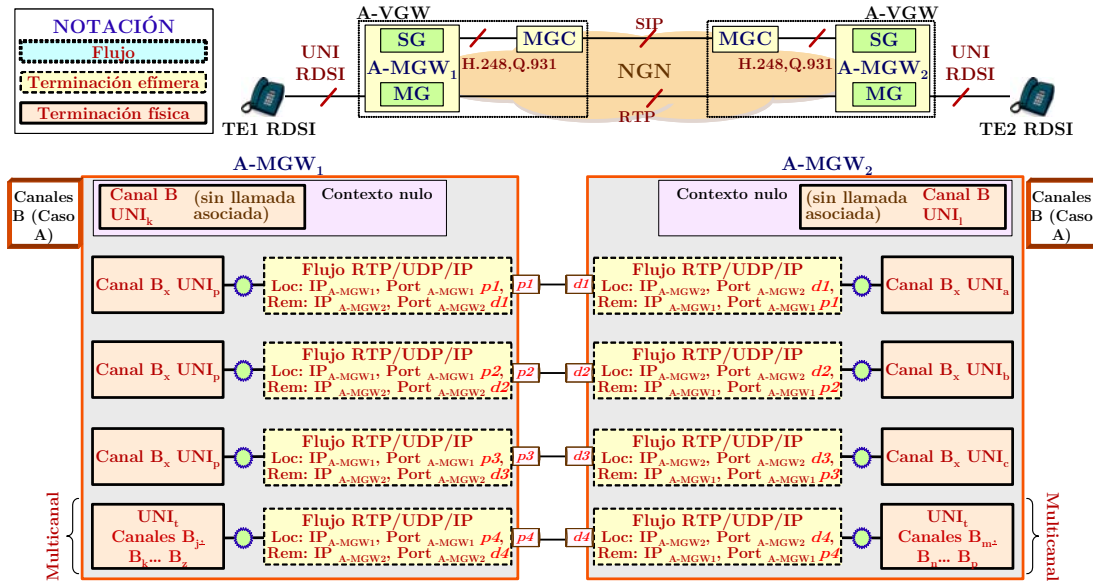


Figura 5.12: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal entre TEs RDSI sobre flujos RTP

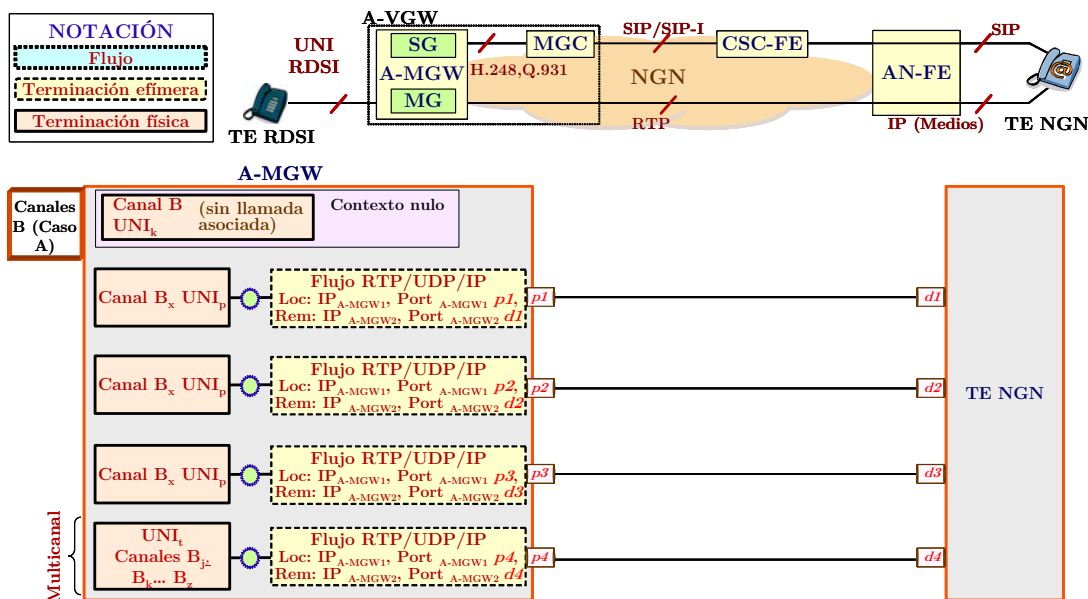


Figura 5.13: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte de llamadas en modo circuito mono/multicanal entre un TE RDSI y otro NGN sobre flujos RTP

Partiendo de las anteriores arquitecturas MeGaCo (Figuras 5.12 y 5.13), se resume a continuación el flujo de mensajes que tendría lugar para el establecimiento de una llamada multicanal en modo circuito, entre un terminal RDSI y otro RDSI o NGN⁵², cuando en el tramo IP se usan flujos RTP (Figuras 5.14, 5.15 y 5.16):

⁵² Cuando el terminal RDSI llama al terminal NGN, el MGC debe encargarse de mapear la dirección E.164 llamada (indicada por el terminal RDSI) a la dirección SIP del terminal NGN. Cuando el terminal NGN pretende llamar al terminal RDSI, en la URI SIP deberá usar la dirección E.164 de la UNI RDSI en que se encuentra dicho terminal.

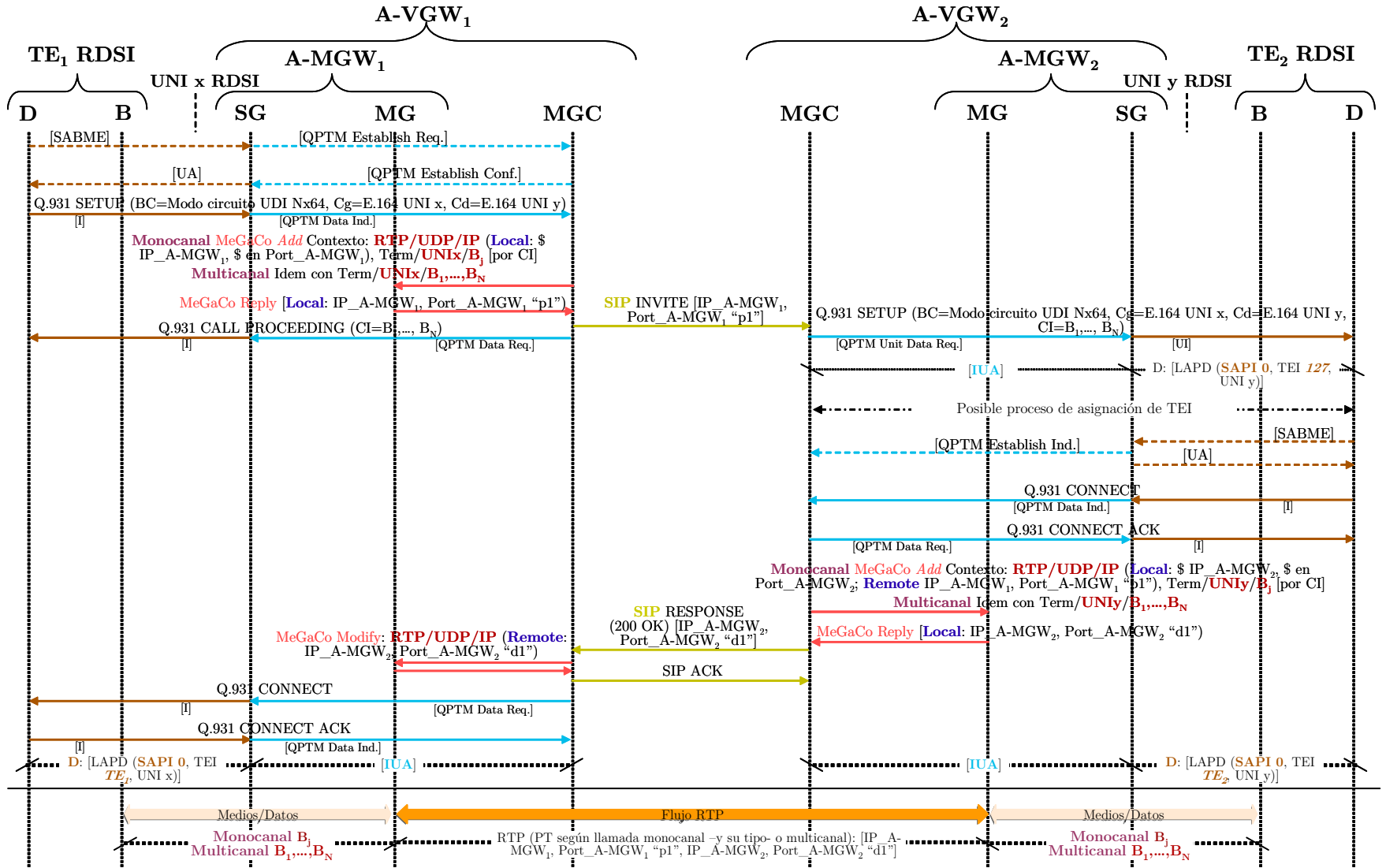


Figura 5.14: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal entre TEs RDSI mediante un flujo RTP

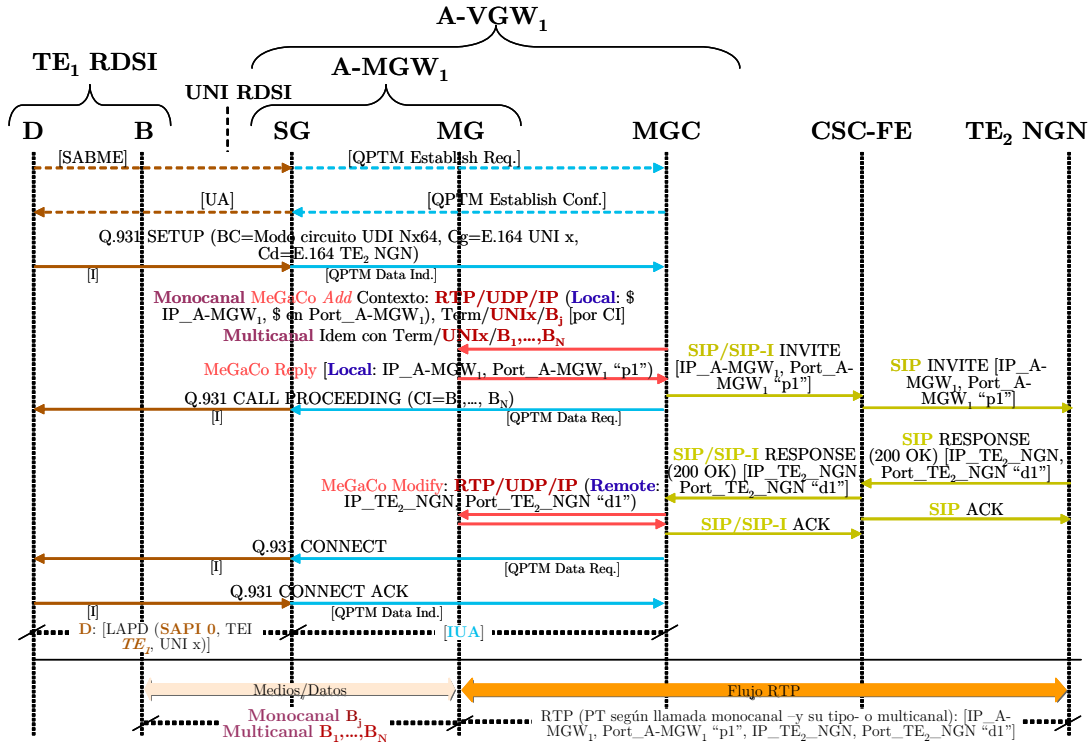


Figura 5.15: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal de TE RDSI a uno NGN mediante un flujo RTP

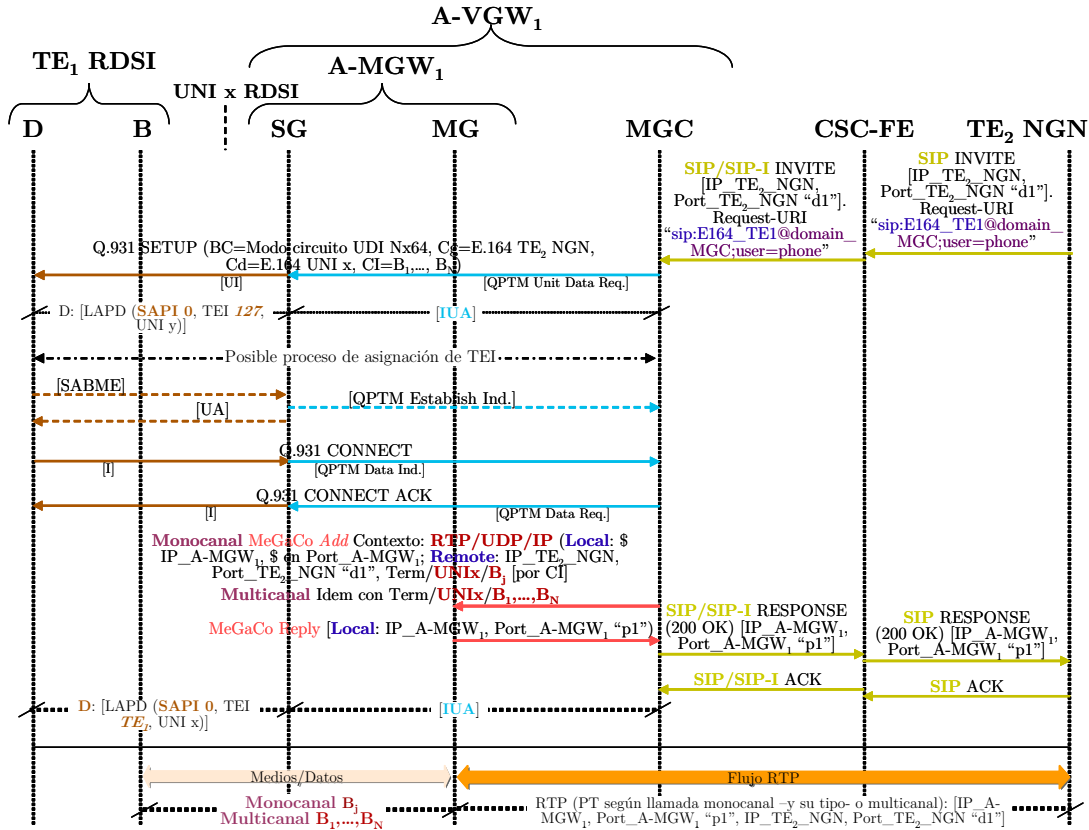


Figura 5.16: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada en modo circuito mono/multicanal de un TE NGN a uno RDSI mediante un flujo RTP

5.2 Concentración de pasarelas de acceso

Conforme a su funcionalidad, además de para la multiplexión de llamadas propuesta en el Apartado 5.1.1.1, los TDMPWs⁵³ permiten la emulación de interfaces TDM (RDSI) completas, constituyendo un candidato ideal para la concentración de varias pasarelas de acceso AGWs (antiguas LE, Figura 5.17A), sean distribuidas o monolíticas, en un único equipo (Figura 5.17B). Bajo esta concentración, el PE de salida correspondería virtualmente a una AGW con un elevado número de UNIs RDSI (Figura 5.17C)⁵⁴. Esta concentración, aplicable independientemente del tipo de servicio portador RDSI (modo circuito, paquete o trama), permite reducir el número de pasarelas de acceso AGW (puede emplearse una misma pasarela para bucles de abonados físicamente distantes), lo cual aporta las siguientes ventajas:

- Reduce el coste en infraestructuras, dado que las AGWs (A-MGWs o A-VGWs) son equipos de mayor complejidad que los PEs.
- En el caso de las pasarelas distribuidas (A-MGWs), reduce el número de equipos a gestionar por el MGC, y así su complejidad.

Al contrario de lo que sucedía en el soporte de las llamadas multicanal Nx64 (Apartado 5.1.1), los flujos RTP no representan un buena opción para el transporte de UNIs RDSI completas, dado que están orientados al transporte de flujos de medios y no de interfaces. Consecuentemente, para llevar a cabo esta concentración de pasarelas de acceso, nos centraremos únicamente en el uso de TDMPWs, específicamente diseñados para la emulación de troncales TDM.

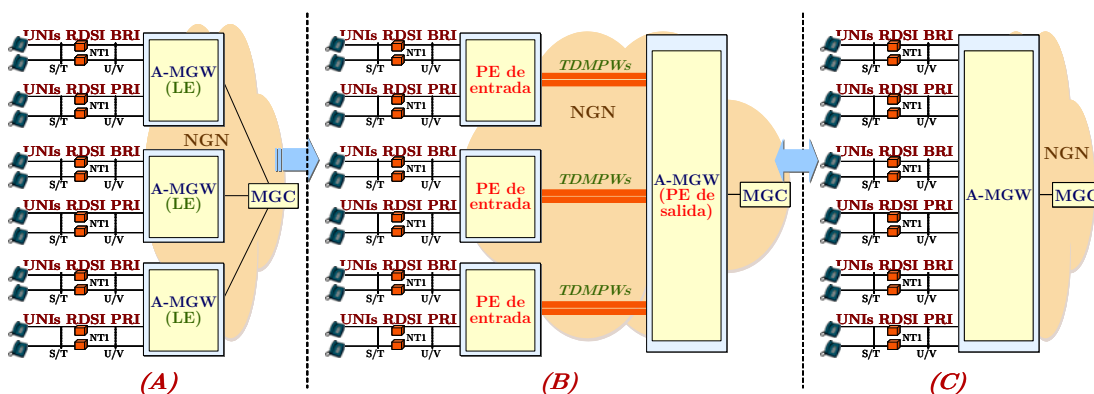


Figura 5.17: Concentración de pasarelas de acceso mediante TDMPWs transparentes

Los próximos subapartados analizan la forma de lograr esta concentración de pasarelas mediante TDMPWs. Fruto de las aportaciones realizadas en este apartado se ha desarrollado una propuesta

⁵³ La concentración de pasarelas mediante otro tipo de PWs no resulta posible. Por ejemplo, el uso de HDLCPWs sólo permitiría emular llamadas RDSI en modo paquete, nunca UNIs RDSI.

⁵⁴ La figura representa la concentración de pasarelas de acceso distribuidas (A-MGWs), pero sería igualmente aplicable a pasarelas de acceso monolíticas (A-VGWs).

de borrador IETF [munozcalle-mult-isdn], actualmente en fase de evaluación por el grupo [LIST_IETF_PWE3].

5.2.1 Aspectos generales para la concentración

En este subapartado se recogen las características que deben satisfacerse para lograr una adecuada concentración de las pasarelas de acceso.

5.2.1.1 Requisitos para una eficiente concentración de pasarelas

Para que la concentración de pasarelas resulte rentable, será necesario hacer un uso adecuado del ancho de banda, lo que obliga a que los TDMPWs establecidos entre los PEs de entrada y el PE de salida:

- Transporten únicamente los canales B RDSI en uso (atribuidos a alguna llamada RDSI)⁵⁵: si las UNIs RDSI fuesen transportadas completas sobre la red IP (incluyendo los canales no usados en ninguna llamada), se tendría un elevado consumo de ancho de banda, aun cuando el número de llamadas RDSI establecidas fuese bajo, lo que no resulta admisible. Además de dicho ahorro del ancho de banda, al transportar sólo los canales en uso se reduce la carga de tráfico en la A-MGW⁵⁶. Asimismo, se reduce el número de TDMPWs requeridos, disminuyendo el consumo en gestión y señalización de control necesarios para su mantenimiento.

También sería deseable que, de forma opcional, en su transporte sobre el TDMPW, pudiera aplicarse VAD sobre los canales B asociados a llamadas (monocanal) de voz, siempre que ello represente un ahorro efectivo de ancho de banda.

- Soporten la multiplexión de varias UNIs RDSI, especialmente de las BRIs, sobre un mismo TDMPW, hasta completar su capacidad: el uso de un TDMPW por cada UNI RDSI representaría un considerable coste de ancho de banda en cabeceras y mensajes de control. Dado el elevado número de UNIs RDSI que habitualmente presenta cada AGW (LE):
 - ▶ Este requisito resulta imprescindible para las BRIs (dada su baja capacidad)⁵⁷, si bien también resultaría recomendable para las PRIs (aunque, tal como están normalizados,

⁵⁵ El canal D de una UNI RDSI siempre se encuentra en uso (cuando no hay tramas LAPD que enviar, se transmiten banderas constantemente),

⁵⁶ La A-MGW constituye un “punto caliente” con un alto volumen de información dado el elevado número de canales que confluyen en ella. La reducción de los canales que debe procesar representa otra ventaja importante.

⁵⁷ Advirtiendo que de forma habitual, en una central el porcentaje de BRIs es muy superior al de PRIs (por encima incluso al 90%), esta posibilidad de concentrar UNIs resulta especialmente importante en la práctica.

es posible emular cada PRI mediante un TDMPW, la multiplexión permitiría una mayor eficiencia⁵⁸).

- ▶ A priori, podría resultar adecuado que un mismo TDMPW permita multiplexar UNIs BRIs y PRIs simultáneamente, siempre que ello no suponga un aumento considerable de la complejidad.

5.2.1.2 Funcionamiento básico de la concentración de pasarelas de acceso

Dada la naturaleza física de las interfaces RDSI terminadas por cada AGW, parece razonable admitir que en este caso el establecimiento de los TDMPWs sea realizado en tiempo de gestión (al contrario de lo que se propuso para las llamadas multicanal).

En lo que respecta al control y gestión del estado de las interfaces físicas RDSI, el mantenimiento de la sección digital de acceso (y líneas de abonado) y la des/activación de la capa física RDSI de las BRIs serán realizados por el PE de entrada⁵⁹, bajo el control de la AGW (equipo que termina LAPD) mediante el plano de control del TDMPW. Ante un fallo en la sección digital de acceso de una UNI (e.g., apagado del NT1), el PE de salida (AGW) será informado a través de los bits de indicación de error TDM cursados sobre el TDMPW (la AGW informará al MGC mediante un comando *serviceChange*, conforme se indicó en el Apartado 4.2.2.3).

Para cada UNI RDSI, la pasarela de medios distribuida A-MGW (PE de salida) asociará el ID binario Q.931, IID IUA y nombre de terminación MeGaCo asignados a dicha UNI, usando las mismas propiedades MeGaCo planteadas en los Apartados 3.3.4.2 y 4.2.2.1 para el escenario sin concentración de pasarelas, con las siguientes matizaciones:

- Como nombre de terminación MeGaCo, en lugar de usar las características físicas de la UNI (bra/pra, bastidor, tarjeta, puerto) tal como propone el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.2.2.1), la A-MGW usará el par “etiqueta del TDMPW, CID” (bajo el transporte basado en TDMPWs AAL2 que se propondrá más adelante) asignados a dicha UNI (e.g., **Etiqueta_TDMPW/CID**)⁶⁰. La asociación entre este par y las características físicas de la UNI (tipo de UNI y distribución de canales D/B) se realizarán en el PE de entrada.

⁵⁸ Más aún teniendo en cuenta el requisito anterior de transportar sólo los canales en uso de la PRI.

⁵⁹ En la emulación de circuitos TDM mediante TDMPWs, [RFC 5087] recoge la posibilidad de que un PE transporte los canales TDM con señalización CSS en modo HDLC (deshaciendo el relleno de bits, eliminando las banderas y el CRC). Consecuentemente, resultaría posible considerar que el PE de entrada esté capacitado para detectar la existencia o no (sólo banderas) de tramas LAPD, y así poder aplicar la des/activación por inactividad de la capa física de las BRIs.

⁶⁰ Debe recordarse que en los pseudocables entre ambos PEs, cada PE de entrada dispone de su propio juego de etiquetas de TDMPWs.

- Dada la longitud de 32 bits del IID IUA, cada AGW (real o virtual mediante la concentración con TDMPWs) puede contener hasta 2^{32} UNIs, lo que, dado el número medio de 60000 UNIs que suele poseer cada LE, no representa ninguna limitación práctica. En cuanto al identificador binario de interfaz Q.931 (octeto 3.1 del EI CI), su bit de ampliación permite usar para dicho identificador tantos octetos como sean necesarios, por lo que tampoco supone ninguna limitación.⁶¹

Esta propuesta es compatible con el uso de las interfaces V5.x (Apartado 2.1.3) para acceder al PE de entrada⁶². En dicho caso, en la Figura 5.17 habría que incluir la existencia del nodo y red de acceso (AN) V5, como mostraba la Figura 2.7.

5.2.1.3 Procedimiento para determinar los canales B RDSI en uso

Para que el PE de entrada pueda determinar qué canales de una UNI están en uso, debemos advertir las siguientes limitaciones:

- El PE de entrada no puede basarse en el contenido de dichos canales: si bien sería planteable usar los patrones de señal asignados en la interfaz física V para los canales en reposo, esto no resultaría suficiente. Dicho patrón puede aparecer como datos de un canal en uso, luego no permite garantizar el estado del canal.
- Los canales B empleados por cada llamada conmutada RDSI son indicados en los mensajes de señalización Q.931, los cuales son interpretados por el MGC: si bien sería planteable que el MGC usase MeGaCo para enviar esta información directamente a los PEs de entrada, ello convertiría a estos equipos en pasarelas de medios, aumentando su complejidad y provocando que la concentración de pasarelas deje de representar una reducción en el coste de los equipos, por lo que esta solución debe evitarse.

Para poder emular mediante un TDMPW una UNI RDSI, será necesario transportar sus canales D y B⁶³ (así como los indicadores de error TDM “LM” asociados a dicha UNI). En consecuencia, propongo que el PE de entrada curse sobre sus TDMPWs con el PE de salida:

⁶¹ En cualquier caso, siempre sería posible extender estos valores configurando la A-MGW (PE de salida) para que, en su comunicación con el MGC, emplee una dirección IP distinta por cada PE de entrada.

⁶² Debe advertirse que, si bien V5.2 [G.965] también permite cierta concentración de UNIs RDSI en una única LE, no representa una alternativa a la anterior concentración de AGWs mediante TDMPWs (éstos permiten la concentración usando la infraestructura IP, en consonancia con el objetivo NGN de eliminar las redes clásicas migrándolas a una única red de paquetes).

⁶³ El control de la interfaz física RDSI es responsabilidad del PE de entrada, luego será éste quien consuma los bits de mantenimiento de la trama física RDSI. Respecto a los bits de alineamiento de la trama TDM, tampoco es necesario su transporte (en el TDMPW, el alineamiento está garantizado por la propia alineación a octetos de su carga útil).

- a) El canal D de todas sus UNIs, dado que éstos siempre se encuentran en uso: ello permitirá que la señalización Q.931 sea llevada hasta el MGC.
- b) Los canales B que se encuentran en uso conforme a la señalización Q.931⁶⁴ (transportada por los canales D): dado que los mensajes Q.931 son interpretados por el MGC, propongo que los canales en uso sean:
 - Ante pasarelas distribuidas, señalizados del MGC al PE de salida (A-MGW) mediante MeGaCo.
 - Señalizados del PE de salida al PE de entrada mediante el plano de control del TDMPW a partir la definición de una nueva sub-AVP.

Este mecanismo requiere que ambos PEs conozcan las características físicas de las UNIs RDSI (tipo de interfaz RDSI BRI/PRI y estructura en canales D/B -e.g., 30B+D o 31B-). Esta indicación a los PEs puede realizarse por gestión o a partir de la señalización Q.931⁶⁵. Para soportar ésta última, podría transportarse esa información nuevamente mediante MeGaCo (del MGC al PE de salida, ante pasarelas distribuidas) y el plano de control del TDMPW (del PE de salida al de entrada).

5.2.2 Transporte de las UNIs RDSI sobre TDMPWs

Teniendo en cuenta las indicaciones anteriores, en este apartado se estudian los aspectos que afectan al plano de datos de los TDMPWs para la concentración de las pasarelas, que son:

- Análisis de los tipos de TDMPWs normalizados, del que se desprenderá que los TDMPWs AAL2 resultan los más adecuados para esta aplicación.
- Justificación de la conveniencia de usar los CIDs para identificar UNIs en lugar de canales.
- Propuesta para el transporte de los indicadores de error TDM de cada una de las UNIs RDSI multiplexadas sobre un mismo TDMPW.
- Definición de un nuevo tipo de carga útil TDMPW AAL2 que permita la multiplexión de varias UNIs RDSI.

⁶⁴ Obviamente, también los canales B de las llamadas permanentes, que siempre se consideran en uso.

⁶⁵ Esta señalización deberá cursarse sobre el canal D de otra UNI. Al menos la canalización de una UNI deberá haber sido indicada por gestión.

5.2.2.1 Selección del tipo de TDMPW

De los diferentes tipos de TDMPWs definidos por el IETF (Figura 4.13), debemos identificar cual de ellos resulta más adecuado para esta concentración de pasarelas, para lo que seguiremos un análisis similar al realizado en el Apartado 5.1.1.1 para el soporte de las llamadas multicanal.

Los TDMPWs transparentes (SAToP [RFC 4553; Y.1453], TDMoIP AAL1 sin SDT [RFC 5087; Y.1453]) transportan las interfaces TDM como un flujo de bits, sin analizar la estructura de las tramas físicas. Ello conlleva las siguientes implicaciones, que obligan a descartarlos para esta aplicación por su baja eficiencia:

- No permiten transportar sólo los canales en uso, ya que no son capaces de diferenciar los canales en el flujo de bits.
- No permiten una adecuada multiplexión de UNIs: requerirían cambios en sus planos de datos y control (tal como están normalizados, de forma visible para el PW no soportan la multiplexión de medios de distintas UNIs, dado que sus planos de datos y control no contemplan como identificarlas). Podría plantearse definir una carga útil del TDMPW constituida por un conjunto de bloques de bits procedentes de varias UNIs. Sin embargo, ello implicaría una carga útil muy rígida (a cada TDMPW habría que asociar estáticamente las UNIs a transportar), lo que resultaría muy poco eficiente (si dichas UNIs tuviesen poco tráfico, aún existiendo otras UNIs con un tráfico elevado, se estaría desaprovechando la capacidad del TDMPW, con un alto porcentaje de consumo de ancho de banda en cabeceras).
- No soportan la emulación de BRIs bajo su actual normalización: ésta sólo recoge la emulación de troncales E1/T1 o E3/T3.

Nos centraremos pues en los TDMPWs estructurados o SDT, bajo los cuales el PE de entrada deberá soportar y analizar el formato de trama física RDSI, tanto de las interfaces BRI como PRI, existente en la interfaz V [Q.512] (Figura 3.2), el cual es dependiente de cada operador. Dado que los PEs de entrada (sustitutos de las AGWs) son los encargados de terminar las interfaces RDSI, parece razonable asumir satisfecha dicha condición.

En cuanto a los TDMPWs SDT estáticos (CESoPSN [RFC 5086; Y.1453] y TDMoIP AAL1 con SDT [RFC 5087; Y.1453]), si bien sí permiten identificar los canales de cada UNI RDSI, su tamaño de carga útil debe ser constante (CBR). En consecuencia, estos pseudocables tampoco resultan eficientes para esta concentración de pasarelas, por los siguientes motivos:

- No permiten transportar únicamente los canales en uso ni VAD: ello requeriría que el número de canales a transportar pudiese cambiar dinámicamente, lo que no es soportado por el tamaño constante de la carga útil (éste necesita transportar todos los canales, aunque se encuentren en reposo).

- No permiten una adecuada multiplexión de UNIs: por los mismos motivos antes indicados para los TDMPWs transparentes.
- No soportan la emulación de BRIs bajo su actual normalización: su carga útil normalizada se sustenta en estructuras organizadas en canales de 64 kb/s, pudiendo emular PRIs (E1/T1), pero no BRIs (canal D de 16 kb/s). Sería necesario definir superestructuras de varias tramas BRIs.

Finalmente, los TDMPWs SDT dinámicos (TDMoIP AAL2 [RFC 5087; Y.1452; Y.1414]) ofrecen:

- a) Carga útil de tamaño variable (VBR), basada en minicélulas AAL2, capaz de:
- Transportar únicamente los canales en uso: estos pseudocables permiten la identificación de los canales en uso, así como modificar dinámicamente el número de canales a transportar.
 - Emular BRIs: estos pseudocables permiten transportar canales de tasa distinta a los 64 kb/s, tales como los canales D de un BRI (16 kb/s)⁶⁶, siempre respetando la alineación de octetos.
- b) Un plano de datos y control capaces de:
- Identificar medios (canales) provenientes de distintas interfaces, apoyándose en los CIDs.
 - Emular UNIs completas: aunque inicialmente estos TDMPWs AAL2 fueron diseñados para LES (motivo por el que [Y.1452] propone que parte de los bits de indicación de error de la CW carezcan de uso), si todos los canales transportados por el TDMPW AAL2 perteneciesen a un mismo circuito TDM, bastaría dar utilidad a esos bits para poder emular la interfaz completa.

Por todo ello, podemos concluir que los TDMPWs TDMoIP AAL2 son los más adecuados para dar soporte a la concentración de pasarelas de acceso (Cuadro 5.5).

Características	TDMPWs Transparentes	TDMPWs SDT	
		Estáticos	Dinámicos
Transportar sólo los canales en uso	No (transporte transparente)	No (CBR)	Sí (VBR)
Soportar la emulación de BRIs bajo su actual normalización	No (sólo E1/T1)	No (sólo canales de 64 kb/s)	Sí (canales de cualquier tasa)

⁶⁶ Cada CID puede asociarse a un canal de cualquier tasa, bastando con satisfacer la alineación a octetos en el campo de datos de las minicélulas (el transporte de los canales D en minicélulas AAL2 es explícitamente recogido en [af-vmoa-145.001]/Table-1).

Características	TDMPWs Transparentes	TDMPWs SDT	
		Estáticos	Dinámicos
Identificar medios procedentes de varias UNIs	No	No	Sí (identificación de UNIs por CID)
Soportar una adecuada multiplexión de UNIs	No	No	Sí (con nueva carga útil para transportar los indicadores de error TDM de cada UNI)
Soporte de VAD bajo la concentración de UNIs	No	No (CBR)	Sí (con ajustes en su carga útil)

Cuadro 5.5: Comparación entre los distintos tipos de TDMPWs para la concentración de pasarelas de acceso

5.2.2.2 Identificación de las UNIs multiplexadas en cada TDMPW AAL2

Para la identificación de las UNIs RDSI, pueden plantearse dos opciones según el significado asociado a los CIDs⁶⁷:

- a) Asignar un CID a cada canal D y B de cada UNI RDSI transportada por el TDMPW: la naturaleza (canal D o B) asociada a cada CID sería negociada mediante el plano de control del TDMPW. Debido a los siguientes motivos, esta opción resulta poco eficiente, con un excesivo consumo de ancho de banda por cabeceras, lo que obliga a descartarla:
 - Obliga a usar minicélulas AAL2 distintas para cada canal (distinto CID). Dichas minicélulas tendrán cargas útiles de pequeño tamaño (canales de tasa 16 o 64 kb/s), por lo que el consumo de ancho de banda en cabeceras resulta desproporcionado.
 - ▶ Para evitar los problemas de sincronización entre canales en las llamadas multicanal analizados en el Apartado 5.1.1.1, será necesario incluir una cabecera RTP (mínimo 12 octetos) en las minicélulas AAL2 de los canales B.
- b) Asignar un CID a cada UNI RDSI completa: será necesario definir una nueva SSCS AAL2 que permita el transporte de las muestras de los canales de una trama física de una determinada UNI RDSI, sobre minicélulas con el CID asignado a esa UNI. Esta opción ofrece un consumo

⁶⁷ Cabría realizar aquí la misma aclaración expuesta en el Apartado 5.1.1.1: aunque [RFC 5087] sólo contempla la asignación de un CID a cada canal, la definición de los flujos de interfuncionamiento (equivalentes a TDMPWs) TDMoIP AAL2 realizada por [Y.1414; Y.1452] deja libertad sobre la naturaleza de los flujos identificados por cada CID permitiendo por ejemplo, como propondremos en este apartado, asignar un CID a cada UNI.

de cabeceras proporcionado a los datos transportados, y permitiría una fácil multiplexión de varias UNIs RDSI (tanto BRIs como PRIs) sobre un mismo TDMPW, por lo que representa la opción más adecuada.

La asignación de un CID a cada UNI RDSI (asociación que debe ser conocida por ambos PEs), puede realizarse de forma estática o dinámica [RFC 5087; Y.1452; Y.1414]. El método estático resulta poco eficiente para transportar sólo los canales B en uso (si las UNIs cuyos CIDs han sido estáticamente asignados a un TDMPW AAL2 tienen muy pocos canales B en uso, se estaría desaprovechando la capacidad del TDMPW). Por ello, considero que en este caso resulta más adecuada una asignación dinámica mediante protocolos de gestión, tales como ELCP[af-vmoa-145.001] o Q.AAL2[Q.2630.1].⁶⁸

Centraremos pues nuestro estudio en el uso de TDMPWs AAL2 mediante la asignación de un CID a cada UNI.

5.2.2.3 Transporte de los indicadores de error TDM de cada UNI multiplexada en un TDMPW AAL2

Tal como están normalizados, estos TDMPWs AAL2 no permitirían la multiplexión de varias UNIs RDSI, dado que la CW sólo es capaz de contener los indicadores de error TDM “LM”⁶⁹ [RFC 4553; RFC 5086; RFC 5087; Y.1453] de una única interfaz física RDSI (debe advertirse que el significado de estos bits “LM” está referido a la interfaz, no a una trama TDM concreta).

Para transportar los bits de indicación de error TDM “LM” de cada UNI multiplexada en el TDMPW, pueden plantarse dos alternativas:

- Definir una cabecera CW extendida que contenga los bits de indicación de error TDM de cada UNI multiplexada: el tamaño de esta cabecera, además de considerablemente elevado, sería dependiente del número de UNIs transportadas por el TDMPW, que varía dinámicamente, lo que aumentaría su complejidad e implicaría una arquitectura de cabeceras incompatible con el resto de TDMPWs. Por todo ello, considero que esta opción resulta poco aconsejable, debiendo descartarla.

⁶⁸ A diferencia de lo que sucedía en la multiplexión de llamadas RDSI sobre un TDMPW AAL2 (Apartado 5.1.1.1), en este caso no resulta adecuado el uso de MeGaCo para llevar a cabo esa asignación entre CIDs y UNIs: la asociación CID-UNI no es dependiente de la señalización de llamada Q.931 y el PE de entrada no se corresponde con una pasarela de medios, luego no soporta MeGaCo (una de las ventajas de la multiplexión de pasarelas es la mayor simplicidad de los PEs de entrada; si éstos tuviesen que implementar MeGaCo aumentaría su complejidad y coste).

⁶⁹ El bit “R” se usa para indicar fallos en el sentido opuesto, luego es común para todo el paquete TDMPW, no estando asociado a ninguna UNI en particular.

- Transportarlos junto a los medios en la carga útil del TDMPW, opción más simple y compatible con las arquitecturas de protocolos normalizadas para los TDMPWs, por lo que será la que usemos.

Propondremos así que un paquete TDMPW que contenga canales de una UNI RDSI, transporte en su carga útil los indicadores de error TDM “LM” de esa UNI. Para realizar este transporte, si bien podría plantearse hacerlo en el campo de datos de las minicélulas AAL2⁷⁰, resulta más eficiente hacerlo mediante el campo UUI de la cabecera AAL2 [I.363.2], que se encuentra disponible. De este modo, para transportar los bits de indicación de error TDM, propongo que en cada paquete TDMPW:

- Los indicadores “LM” (tres bits) de cada UNI RDSI sean transportados en la cabecera UUI (cinco bits) de las minicélulas AAL2 con el CID de dicha UNI. Si un mismo paquete TDMPW contiene varias minicélulas AAL2 de la misma UNI, se usará el campo UUI de todas ellas, lo que permite un uso más fino de estos indicadores “LM” (las tramas físicas RDSI contenidas en el mismo paquete TDMPW pueden haber estado sujetas a dos estados distintos de la interfaz física).
- El indicador “R” (un bit), propio del TDMPW (no asociado a ninguna UNI RDSI en particular), será transportado en la cabecera CW del TDMPW (los indicadores “LM” de esta cabecera quedarán sin uso).

5.2.2.4 Definición de un nuevo tipo de carga útil TDMPW TDMoIP AAL2 para la multiplexión de UNIs RDSI

Dada una determinada UNI x , los canales D y B en uso de sus tramas físicas deberán ser transportados en el campo de datos de las minicélulas AAL2 con el CID= x asociado a dicha UNI. Para ello, de forma similar a como se planteó en el Apartado 5.1.1.1 para las llamadas multicanal, propongo que el campo de datos de cada minicélula AAL2 contenga un número entero de “estructuras de trama o de canales en uso”, donde cada una de estas estructuras transporte la muestra de los canales en uso de una trama física RDSI de esa UNI x . Los canales D serán transportados como un canal más⁷¹, resultando transparente al PE de entrada su naturaleza HDLC⁷². Asimismo, cada minicélula deberá

⁷⁰ Sería algo similar a la forma de transportar los bits de señalización CAS mediante la estructura multitrama de los TDMPWs CESoPSN bajo el servicio NxDS0 específico de troncal con CAS.

⁷¹ Debe recordarse que el protocolo de señalización LAPD es fiable y está dotado de CRC, por lo que la posible pérdida de paquetes TDMPW no representa un problema (el relleno de bits tampoco daría problemas de desalineación de octetos).

⁷² [RFC 5087] plantea que el transporte de la señalización CSS asociada al enlace (e.g., Q.931) mediante TDMPWs puede realizarse en modo HDLC (soporte opcional, basado en el establecimiento de un HDLCPW [RFC 4618; RFC 4349] por canal CSS, sólo eficiente ante canales CSS que estén en reposo durante largos periodos de tiempo) o tratando los canales CSS como un canal de voz más, transportándolos de forma transparente para el PE de entrada (soporte obligatorio). Estamos optando por esta última opción dado que el establecimiento

contener un campo que indique cuales son los canales en uso (de todos los existentes en la interfaz física RDSI) que están siendo transportados por dichas estructuras⁷³. El formato de estas estructuras y del campo de canales en uso dependerán del tipo de UNI:

- a) BRI: para indicar los canales en uso se usarán los dos bits disponibles en el campo UUI de la cabecera de la minicélula AAL2, conforme a la codificación indicada en el Cuadro 5.6⁷⁴. En cuanto a las estructuras de trama, dado que cada trama física BRI RDSI presenta cuatro bits (nibble) de canal D (y dos octetos por cada canal B [I.430]), para garantizar la alineación a octetos en la carga útil del TDMPW, propongo que cada estructura transporte las muestras de los canales D y B en uso de dos tramas físicas (estructuras bi-trama de canales en uso). El tamaño de estas estructuras estará determinado por el valor de los dos bits de canales en uso del campo UUI:

Bits de canales en uso (en campo UUI)	Canalización BRI	Estructura bi-trama de canales en uso		
		Octetos canales D	Octetos canales B	Tamaño total (octetos)
00	Sin uso (sin trama física)	0	0	0 (sin estructuras)
01	0B + D	1 (cuatro bits por trama)	0	1
10	1B + D		4	5
11	2B + D		8	9

Cuadro 5.6: Formato de las estructuras bi-trama de canales en uso para las BRI

De este modo, cada minicélula AAL2 empleada para el transporte de los canales en uso de una UNI BRI x (CID=x), presentará el formato indicado en la Figura 5.18.

de un HDLCPW por cada canal D representaría un coste excesivo de recursos en nuestro caso.

⁷³ Para determinar la llamada RDSI a la que pertenece cada canal, el PE de salida (AGW) necesita poder identificar cuales son los canales transportados por el TDMPW. Dicha identificación no puede obtenerse implícitamente por el tamaño de las estructuras (apoyado en el plano de control), dado que en ningún campo se indica ni el tamaño en octetos de cada estructura ni el número de estructuras que viajan en cada minicélula AA2. Por ello, resulta imprescindible acompañar los datos con esa identificación de los canales en uso; no resultaría suficiente transportar el número de canales en uso, dado que estos pueden ir variando dinámicamente con la señalización Q.931 (podrían cambiar los canales B en uso manteniéndose el mismo número de canales). En las llamadas multicanal Nx64 no se usaba este campo de canales en uso porque el número "N" de canales de una llamada no cambia tras su establecimiento.

⁷⁴ Recuérdese que en una BRI, el canal D es obligatorio, y que siempre se considera en uso.

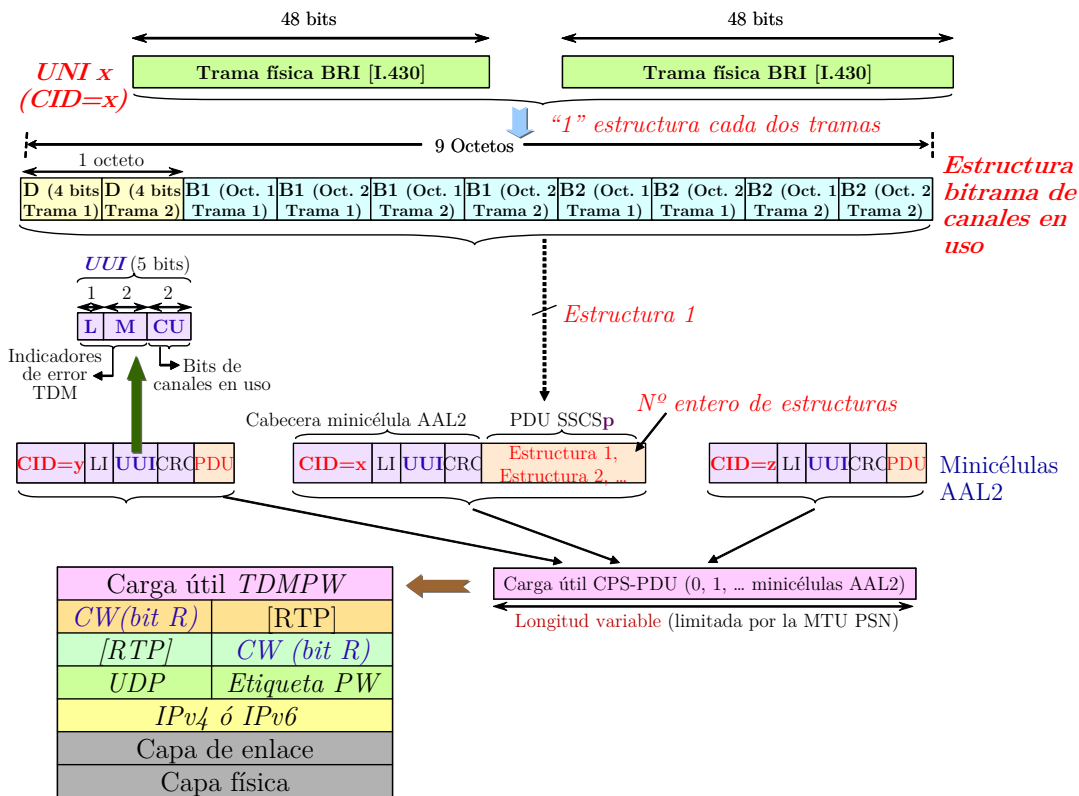


Figura 5.18: Formato de carga útil TDMoIP AAL2 basada en estructuras bi-trama para la emulación de una UNI BRI 2B+D

b) PRI: los canales en uso serán indicados mediante una máscara de canales en uso que emplee un bit para cada canal (0 canal sin uso o en reposo, 1 canal en uso a transportar). El tamaño de esta máscara será de cuatro (E1) o tres (T1) octetos, por lo que propongo que su transporte se realice en el campo de datos de cada minicélula AAL2, antes de las estructuras de canales en uso (en la cabecera UI se dispondrá de dos bits sin uso, reservados). Sobre ello, debemos tener en cuenta que:

- Si el canal D existe, siempre se considerará en uso (su bit de la máscara siempre deberá valer uno), pero en una PRI puede no existir canal D (NFAS). No obstante, esto no afecta al tamaño de la máscara (para el PE de entrada, la naturaleza D o B de cada canal es transparente).
- En el caso de las PRIs E1, se tienen 31 canales (D o B). En la máscara, el bit del primer canal estará siempre a 0 (octeto de alineación de trama).

En cuanto a las estructuras de trama, dado que una trama física PRI RDSI presenta un octeto por cada canal D o B [I.431], propongo que cada estructura transporte la muestra de los canales D y B en uso de una trama física (estructuras mono-trama de canales en uso). El tamaño de estas estructuras estará determinado por el valor de la máscara de canales en uso. De este modo, cada minicélula AAL2 empleada para el transporte de los canales en uso de una UNI PRI $x\ (CID=x)$ presentará el formato indicado en la Figura 5.19.

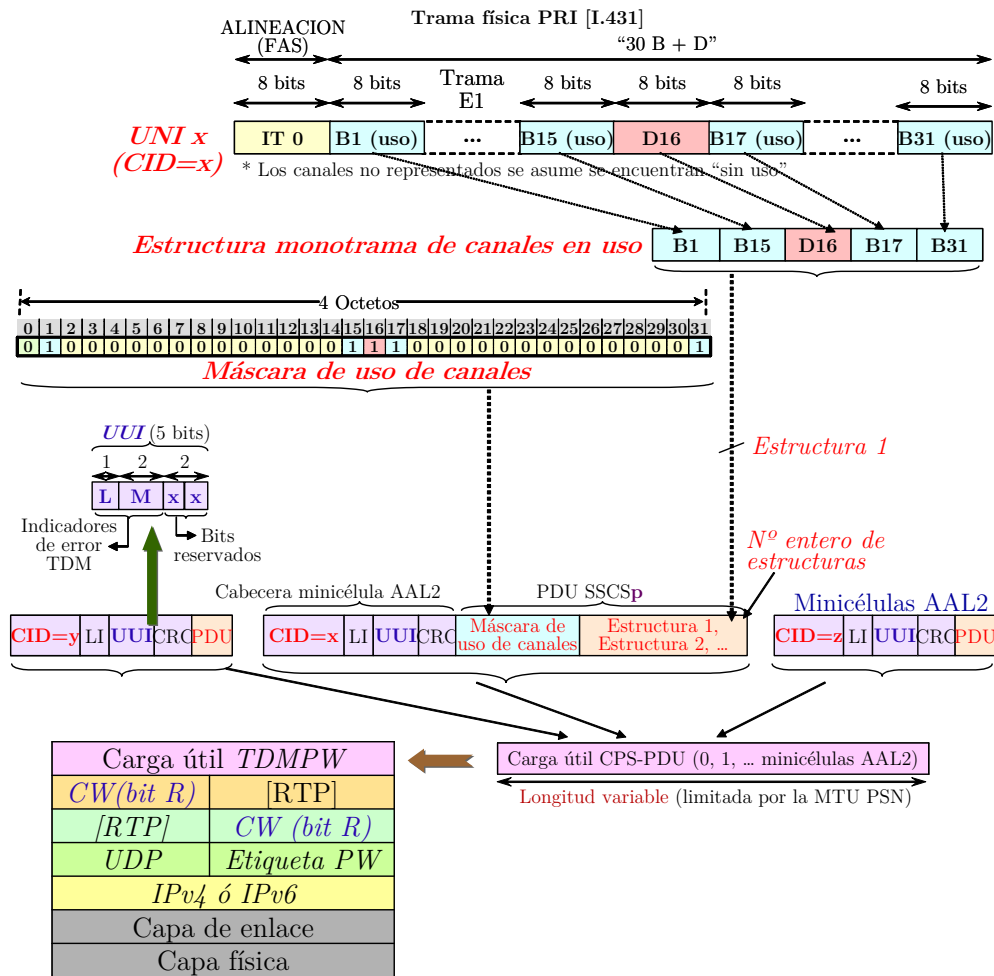


Figura 5.19: Formato de carga útil TDMoIP AAL2 basada en estructuras mono-trama para la emulación de una UNI PRI E1 30B+D con cuatro canales B en uso

Sobre esta propuesta, deben realizarse las siguientes aclaraciones:

- Ambos PEs conocen la naturaleza física de cada UNI RDSI (BRI, PRI E1, PRI T1) y su CID asignado. Consecuentemente, a partir del CID de la minicélula cada PE puede conocer qué formato de estructura de canales en uso y máscara aplicar.
- Todas las “estructuras de trama” de una misma minicélula AAL2 corresponden a un mismo:
 - ▶ Estado físico de la UNI RDSI a la que pertenecen (comparten los mismos bits “LM”, transportados en la cabecera UUI).
 - ▶ Estado de uso de los canales (comparten los mismos bits o máscara de uso).

Si cambian el estado de la UNI o los canales en uso, las estructuras correspondientes a las siguientes tramas físicas RDSI deberán insertarse en una nueva minicélula AAL2 (con el mismo CID), aunque sea transportada en el mismo paquete TDMPW.

- En el caso de las llamadas permanentes (PVCs)⁷⁵, establecidas mediante el plano de gestión⁷⁶, sus canales B (no presentan canal D) siempre se encuentran en uso, por lo que los “bits o máscara de uso de canales” siempre indicarán que estos canales están en uso.⁷⁷
- Ante cualquier situación bajo la que no existan tramas a nivel físico RDSI (BRI desactivada u error que provoque la indisponibilidad de toda la UNI, e.g., apagado del NT1), el PE de entrada (equipo encargado del control físico de la interfaz, luego conocedor de su estado) no transportará ningún canal D ni B sobre el TDMPW. Para avisar al PE de salida (AGW) ante un fallo en la sección digital de acceso de una UNI, el PE de entrada usará los bits de indicación de error TDM “LM”, enviándolos en minicélulas AAL2 (con el CID de dicha UNI) que no tendrán ninguna carga útil.

La Figura 5.20 recoge un posible ejemplo de uso de esta propuesta, concentrando sobre un mismo TDMPW BRIs y PRIs.

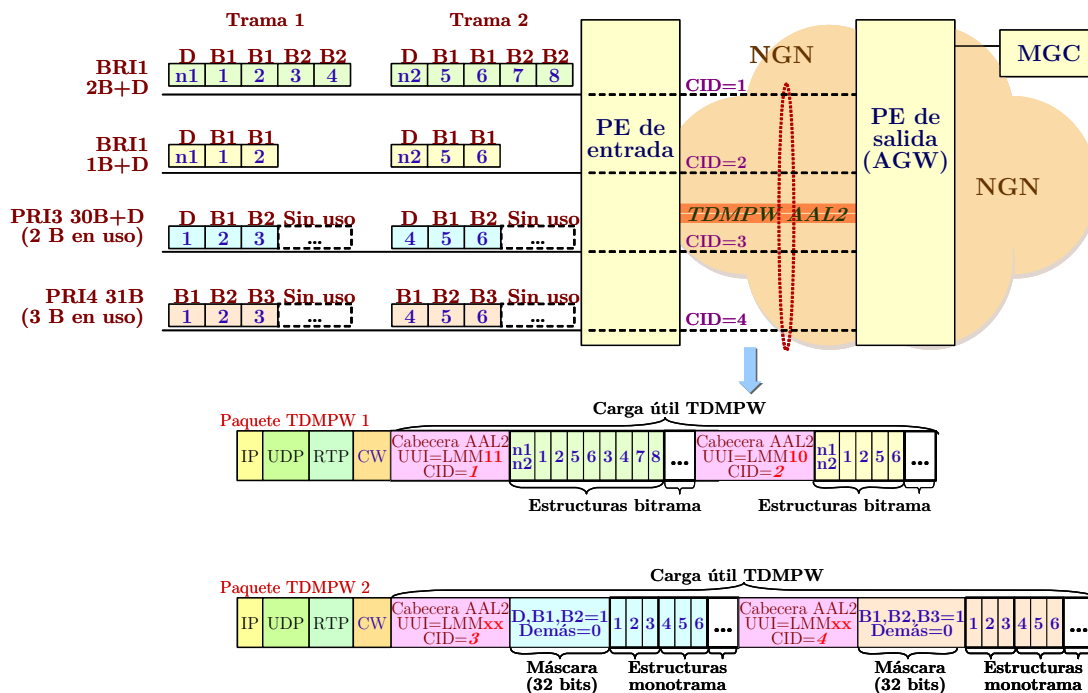


Figura 5.20: Ejemplo de concentración de UNIs BRI y PRI mediante TDMPWs AAL2 con carga útil basada en estructuras de trama

⁷⁵ Recuérdese que una misma UNI RDSI puede cursar simultáneamente llamadas conmutadas (SVCs) y permanentes (PVCs).

⁷⁶ En el proceso de establecimiento por gestión de una llamada permanente, ambos PEs serán provisionados con los canales B que usa la llamada dentro de la UNI que la transporta (el CID de dicha UNI también será conocido por ambos PEs).

⁷⁷ Como mejoras para un ahorro de ancho de banda ante UNIs PRI, podría plantearse que ante UNIs con todos sus canales B en uso se omitiese la “máscara de canales B en uso”, o que la máscara sólo contemplase los canales B de las llamadas conmutadas (omitiendo los bits de los canales de las llamadas permanentes, siempre en uso). Esta última opción requeriría transportar el tamaño de cada máscara, por lo que realmente no representaría un ahorro efectivo de ancho de banda.

5.2.2.5 Aplicación de VAD en la concentración de pasarelas de acceso

Para mejorar la eficiencia de transmisión, puede plantearse que el PE de entrada aplique VAD sobre los canales B asociados a llamadas (monocanal) de voz⁷⁸ (la aplicación de VAD es una característica propia de los TDMPWs, luego se entiende que su uso no supone un aumento de la complejidad de los PEs de entrada).

En las llamadas RDSI conmutadas⁷⁹, la naturaleza (UDI o voz) de la llamada asociada a cada canal B es indicada mediante el protocolo de señalización Q.931, interpretada por el MGC, por lo que será necesario transportar esta información del MGC al PE de salida (mediante MeGaCo ante pasarelas distribuidas) y del PE de salida al PE de entrada (mediante el plano de control del TDMPW).

Propongo modelar la naturaleza de las llamadas como una “máscara de canales de voz o de aplicación de VAD” que emplee un bit para cada canal (0 canal bajo transporte UDI, 1 canal de llamada monocanal de voz sobre el que se aplicará VAD)⁸⁰, que será común para todas las estructuras de trama contenidas en una misma minicélula AAL2 (si cambia la máscara, se usará una nueva minicélula). El tamaño y transporte de esta máscara sobre las minicélulas AAL2 dependerán del tipo de UNI:

- a) BRIs: será necesario añadir un octeto al campo de datos de la minicélula⁸¹ (antes de las estructuras bi-trama), del que sólo se usarían los primeros dos bits (los otros seis bits quedarán reservados).
- b) PRIs: tras la máscara de canales en uso, se añadirá esta máscara de VAD, igualmente con un tamaño de cuatro (E1) o tres (T1) octetos. Como posible mejora, puede plantearse que la “máscara de aplicación de VAD” sólo contemple los canales en uso (indicados por los bits o máscara de canales en uso), lo que permitiría reducir su tamaño (siempre ajustándolo a un número entero de octetos).

Sobre la aplicación de esta máscara deben añadirse las siguientes indicaciones:

- El uso de la máscara será opcional, configurándose mediante el campo “VAD” de la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2” del plano de control [RFC 5287]⁸²: este valor debe configurarse

⁷⁸ El porcentaje medio de silencio en una llamada de voz está en torno al 40%.

⁷⁹ Para las permanentes, ambos PEs deben conocer la naturaleza de las llamadas por provisionamiento, luego pueden aplicar VAD directamente.

⁸⁰ Debe tenerse especial precaución con el servicio audio a 3.1 kHz [I.231.3], garantizando que se desactive la VAD cuando se pase a modo VBD, tal como se evaluó en el Apartado 4.3.1.2.

⁸¹ En el campo UUI no quedan bits libres disponibles.

⁸² La activación o no de VAD será una propiedad general de todo el TDMPW. Si estando VAD activada no se deseara aplicar VAD sobre un canal de voz en concreto, bastaría dejar a cero su bit en la máscara de aplicación de VAD.

en el establecimiento del pseudocable y mantenerse durante toda su vida⁸³. La máscara de aplicación de VAD supone un consumo de ancho de banda. El ahorro será más favorable cuanto mayor sea el número de canales B de voz y mayor sea el número de estructuras de trama en cada minicélula AAL2.

- En general, los medios vocales de las UNI RDSI tienen aplicado el codec G.711, que no incorpora VAD. Tal como se indicó en el Apartado 5.1.1.1, para la generación de ruido de confort bajo este codec, sería necesario transportar sobre el TDMPW muestras de voz (identificadas con el PT del codec) y tramas SID (identificadas con el PT CNG). La inclusión de estos PTs complicaría considerablemente el formato de las “estructuras de trama”, y requeriría un mayor consumo en cabeceras, resultando desaconsejable. Consecuentemente, propongo que en aquellos canales de voz sobre los que se aplique VAD, se utilice una de las dos opciones siguientes:
 - ▶ Realizar la generación del ruido de confort sin información del emisor (sin el envío de tramas SID).
 - ▶ Aplicar transcodificación en el PE de entrada a un codec que incorpore VAD (e.g., G.723.1): este codec sería configurado mediante el campo “ENCODING” de la sub-AVP “Opciones de TDMoIP AAL2”⁸⁴ (por simplicidad, se aplicaría siempre el mismo codec para todos los canales de voz, configurado en el establecimiento del pseudocable y mantenido durante toda la vida de éste).

5.3 Conclusiones

Partiendo de la arquitectura propuesta por las especificaciones NGN para la emulación de los servicios portadores RDSI (Capítulo 4), este capítulo aborda el soporte de los servicios portadores en modo circuito multicanal.

En primer lugar, evalúa el uso de TDMPWs, deduciendo que, si bien los TDMoIP AAL2 son los más indicados para esta aplicación, su formato de carga útil normalizado [RFC 5087; af-vmoa-145.001] no resulta suficiente para garantizar las estructuras TSSI y RDTD propias de estos servicios. Para solventar esta carencia, y permitir al mismo tiempo la concentración de varias llamadas RDSI de diversa naturaleza (mono y multicanal) sobre un mismo TDMPW AAL2, se han definido tres nuevos tipos de formato de carga útil TDMPW AAL2. Dos de ellos se basan en la inserción de una cabecera RTP al principio de la carga útil de cada minicélula AAL2 (modo VoIP), en uno asignando un CID a cada canal y en el otro un CID por llamada (en este último, organizando las muestras de

⁸³ Para que fuese posible cambiarlo dinámicamente, sería necesario añadir en la cabecera de las minicélulas AAL2 una indicación de la existencia o no de la máscara de aplicación de VAD en el campo de datos, pero ello representaría un cierto consumo de ancho de banda no justificado.

⁸⁴ Valor que debería normalizarse, dado que [RFC 5287] no lo hace (sólo indica que por omisión se usará G.711).

los canales de una misma llamada en estructuras básicas). El tercer tipo, en el que también se asigna un CID por llamada, usa el campo UUI de las minicélulas AAL2 para indicar el tipo de procesamiento vocal que tienen aplicado las muestras contenidas en su cabida útil.

En segundo lugar, el capítulo propone el soporte de las llamadas multicanal mediante flujos RTP, definiendo un nuevo PT correspondiente a una cabida útil organizada en estructuras básicas. De este modo, para cada llamada RDSI, sea mono o multicanal, se usará un único flujo RTP (diferenciados por su puerto UDP), variando únicamente el PT empleado. Entre ambos esquemas, los TDMPWs tienen la ventaja de permitir la concentración de varias llamadas sobre un mismo flujo. Por su parte, los flujos RTP, además de basarse en un protocolo habitualmente empleado para las llamadas VoIP, permiten llamadas multicanal entre un terminal RDSI y otro NGN.

Para el plano de control de ambos casos se ha propuesto el uso de MeGaCo (el plano de control normalizado para los TDMPWs AAL2 no soporta la multiplexión de varias llamadas, al no permitir indicar un procesamiento vocal distinto por llamada). Para cada llamada (mono o multicanal) se creará un contexto formado por una única terminación RDSI asociada con una única terminación IP, ambas monoflujo sin múltiplex, e identificadas por los distintos atributos que las caracterizan (canales B, etiqueta TDMPW, CID, ...). Como patrón de nombrado para las terminaciones monocanal se usará el propuesto por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1], y para las multicanal una ampliación de éste con la lista de los canales B implicados en la llamada.

En el soporte de las llamadas multicanal mediante TDMPWs AAL2, será necesario transportar entre ambos MGCs cierta información, no contemplada en la correspondencia Q.931-SIP normalizada [TS 183 036], tal como la etiqueta del TDMPW, el CID del canal o llamada y el tipo de formato de carga útil TDMPW empleado⁸⁵. Consecuentemente, para el soporte de este método, será necesario definir:

- Descripción SDP/SIP (o, alternativamente, mediante elementos PSTN XML) que indique que el transporte de los medios se realizará mediante TDMPWs⁸⁶, incluyendo los distintos parámetros asociados al mismo (etiqueta, CID, formato de carga útil, codec, VAD, ...). Dicha información deberá ser leída por ambos MGCs, sin ser enviada a los equipos finales (TEs RDSI).
- Descripción SDP/MeGaCo correspondiente para dicho transporte de los medios en las terminaciones del lado IP (que presentará gran similitud con la descripción SDP/SIP).

⁸⁵ Dichos parámetros serán exclusivos del transporte de los medios sobre la red IP. En lo que respecta a las UNIs RDSI, resulta suficiente con el transporte de EIs sobre SIP propuesto por [TS 183 036]. Por ejemplo, no será necesario ningún parámetro para indicar a la AGW de salida el número de canales B a reservar en la UNI RDSI, dado que su MGC lo conoce a partir de la velocidad de transferencia contenida en el IE Q.931 BC (transportado en SIP tanto en SDP como en un elemento PSTN XML).

⁸⁶ Para el descriptor de medios "m=", la especificación de SDP [RFC 4566] sólo define como posibles protocolos "udp", "rtp/avp" y "rtp/savp". La descripción SDP de los TDMPWs no se encuentra recogida en ningún documento normalizado.

Esta carencia no existe en el esquema basado en flujos RTP, en cuyo caso, la descripción SDP/SIP y SDP/MeGaCo de los medios en el lado IP (flujos RTP) se encuentra completamente cubierta por la especificación de SDP [RFC 4566], con tal de definir el nuevo PT asociado al formato de estructuras básicas y su atributo para indicar el número de muestras por estructura.

Por último, el Apartado 5.2 plantea la posibilidad de usar los TDMPWs para concentrar varias pasarelas de acceso AGW en un mismo equipo, reduciendo el coste en infraestructuras y el número de pasarelas a controlar desde el MGC. De los distintos tipos de TDMPWs normalizados, se han seleccionado los TDMPWs AAL2 por su mayor eficiencia, al permitir transportar sólo los canales RDSI en uso así como multiplexar varias UNIs en un mismo pseudocable. Sobre estos pseudocables se han definido dos nuevos tipos de carga útil AAL2 (uno para BRI y otro para PRI) para solventar las carencias no cubiertas por la carga útil normalizada:

- Transporte de los indicadores de error TDM de las UNIs multiplexadas (con un CID asignado a cada UNI).
- Indicación de los canales transportados (mediante una máscara de canales en uso).
- Posibilidad de aplicar VAD a las llamadas de voz (mediante una máscara de aplicación de VAD).

A raíz de estas aportaciones se ha elaborado la propuesta de borrador IETF [munozcalle-mult-isdn], actualmente en fase de evaluación.

Para dar soporte a esta concentración de pasarelas será necesario definir, para BRIs y PRIs:

- Nueva AVP en el plano de control de los TDMPWs AAL2
- Nuevas propiedades MeGaCo para la terminación del lado RDSI (ante pasarelas distribuidas).

tales que, para cada UNI RDSI, permitan hacer llegar desde el MGC hasta el PE de entrada la siguiente información extraída de la señalización Q.931:

- Bits o máscara de uso de los canales en esa UNI.
- Opcionalmente, máscara de los canales B que cursan llamadas monocal de voz, para la aplicación de VAD sobre ellos. Ante VAD con generación de ruido de confort mediante transcodificación, también será necesario definir los valores para el campo "ENCODING" de la sub-AVP "Opciones de TDMoIP AAL2" [RFC 5287].
- Características físicas de la UNI RDSI: tipo de interfaz (BRI o PRI) y estructura de canales D/B (e.g., 30B+D o 31B).

Capítulo 6

Contribuciones para la emulación NGN de los servicios portadores RDSI en modo paquete y trama

Complementando al capítulo anterior, éste ofrece soluciones a las carencias encontradas en las especificaciones NGN (Apartado 4.5) para la emulación de los servicios portadores en modo paquete y trama por canal D y B. Dichas soluciones pretenden dar soporte a la comunicación de un terminal RDSI tanto con otro terminal RDSI (ambos en modo paquete o trama) como con un terminal de datos ubicado en una RPDCCP/RPDRT. Bajo estos modos paquete y trama, la comunicación de un terminal RDSI con un terminal NGN carece de interés práctico¹.

En primer lugar, el Apartado 6.1 propone una posible arquitectura física y funcional para los manejadores NGN-PH/FH, los cuales se comunicarán con los terminales RDSI a través de pasarelas de acceso A-MGWs, para las que se respetará la arquitectura normalizada por los grupos VoIP y aceptada en las especificaciones NGN (Figuras 4.1 y 4.2)². Posteriormente, el Apartado 6.2 profundiza en las arquitecturas de protocolos y MeGaCo necesarias para dar soporte al modo paquete, presentando varias opciones para ello. A continuación, el Apartado 6.3 realiza un estudio similar dirigido al soporte de llamadas de tramas, exclusivamente de forma transparente sobre canal B, dado que las no transparentes fueron eliminadas de nuestro estudio (Apartado 4.4.3). Finalmente, el Apartado 6.4 realiza un breve resumen comparativo de las opciones evaluadas en los anteriores apartados.

¹ Mediante una llamada en modo circuito con capacidad UDI, ambos terminales podrán intercambiar cualquier tipo de información.

² Dicha arquitectura propuesta para la pasarela de acceso distribuida se resume en el transporte de la señalización de llamada Q.931 desde la SG hasta el MGC mediante IUA, y al control de la MG desde el MGC mediante H.248.1.

6.1 Arquitectura física y funcional del NGN-PH/FH. Conservación de la interfaz de acceso al manejador

Para el soporte de los modos paquete y trama en canal D, la ETSI propone que el manejador NGN-PH sea implementado en un nodo autónomo (distinto a A-MGW y MGC) y accedido desde la red IP mediante los protocolos IUA/SCTP o RawFR/GREv0 [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.4). Bajo dicho criterio puede plantearse para el manejador NGN una arquitectura física monolítica, opción que obligaría al operador a sustituir o modificar los manejadores clásicos PH/FH para reemplazar su interfaz de acceso PHI/FHI (normalizada por la ETSI [ETS 300 099; ETS 300 458], ver Apéndice) por otra IP.

En su lugar propongo implementar el NGN-PH/FH mediante una arquitectura distribuida en la que se conserve la interfaz clásica PHI/FHI. Bajo esta propuesta, dado el escenario clásico de acceso a una RPDCP desde una UNI RDSI, la red clásica TDM del operador debe ser sustituida por la NGN conservando ambas interfaces de acceso, UNI RDSI y de acceso al manejador PHI/FHI. Con ello, la migración a la NGN resultaría transparente tanto a los equipos RDSI de usuario como a los manejadores clásicos de paquetes PH y tramas FH (Figura 6.1)³.

Aprovechando que la interfaz PHI/FHI normalizada por la ETSI corresponde a una interfaz PRA RDSI (en la que el PH/FH actúa de lado de usuario), propongo que el manejador NGN-PH/FH sea implementado de forma distribuida en los siguientes componentes funcionales:

- a) Manejador PH/FH clásico de la RPDCP: sin modificar, conservando su interfaz PHI/FHI.
- b) Pasarela troncal⁴ TGW-PH/FH: entre la NGN y la RPDCP, comprendiendo dos entidades funcionales⁵:

³ Debe observarse como en esta figura el manejador PH/FH siempre se encuentra en un equipo distinto a la central LE-S a la que accede el terminal RDSI. Esto sucede incluso en los casos B (no transparentes), para los que conforme a las Recomendaciones RDSI el manejador se encuentra ubicado localmente en la central local (Figura 2.4). Esto se debe a que las especificaciones ETSI [ETS 300 099; ETS 300 458] detallan en mayor profundidad la arquitectura de la red del operador, de modo que la central local LE aludida en las Recomendaciones RDSI correspondería a los equipos LE-S, LE-P y PH/FH de las especificaciones ETSI. En cualquier caso, esto no afecta al terminal RDSI. Para que la migración de la red sea transparente a éste, basta conservar la UNI RDSI con la que accede, y las características del servicio demandado, no afectando cómo funcione la red internamente.

⁴ Conforme a la clasificación de pasarelas SCN-PSN realizada en el Apartado 3.1.

⁵ Por los mismos motivos que en la A-MGW (canales B y D transportados conjuntamente a nivel físico), SG-PH/FH y MG-PH/FH serán implementadas en el mismo equipo físico TGW-PH/FH. Asimismo, teniendo en cuenta que el PH actúa de usuario RDSI respecto a la PHI (que corresponde a una PRA RDSI), al igual que sucede con cualquier TE RDSI, el PH accederá a una única TGW-PH (SG-PH y MG-PH), no siendo posible plantear que el NGN-PH constase de varias MG-PH.

- Pasarela de señalización SG-PH/FH: transporta la señalización de llamada de la interfaz PHI/FHI (PHI3 en el canal D64) entre el PH/FH y el MGC-PH/FH.
- Pasarela de medios MG-PH/FH: transporta los canales B (Bdi/s y Bbi) de la PHI/FHI.

Aunque esta pasarela troncal no está recogida en la arquitectura funcional NGN [Y.2012], puede asumirse que corresponde con las entidades funcionales SG-FE (asociada a SG-PH/FH) y TMG-FE (asociada a MG-PH/FH), dado que permite la interconexión de la NGN con otra red.

- c) Controlador de la pasarela troncal TGW-PH/FH, denotado como MGC-PH/FH: termina la señalización de llamada de la interfaz PHI/FHI (PHI3 en el canal D64) procedente de la SG-PH/FH, y controla mediante MeGaCo la pasarela de medios MG-PH/FH. Aunque tampoco es recogido en la arquitectura funcional NGN [Y.2012], dado que MGC-PH controla a la pasarela troncal MG-PH/FH, puede ser asimilado a la entidad funcional MRC-FE (controlador de recursos de medios).

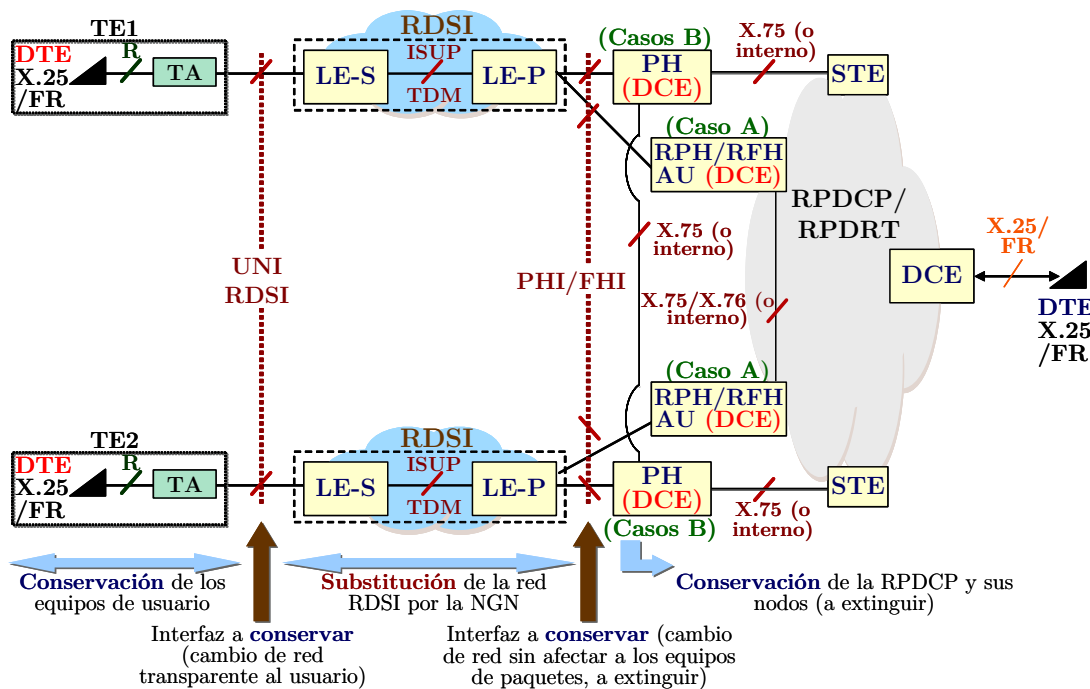


Figura 6.1: Acceso clásico a la RPDCP bajo los modos paquete y trama

La Figura 6.2 muestra el NGN-PH/FH distribuido en estos equipos, pudiendo observar la simetría existente entre las interfaces y equipos implicados en el acceso a la NGN por parte de los terminales RDSI (UNI RDSI) y por los manejadores clásicos PH/FH (PHI/FHI).

Frente a la arquitectura monolítica, esta arquitectura distribuida aporta las siguientes ventajas:

- Permitiría reutilizar, sin cambios, toda la infraestructura clásica de paquetes y tramas (manejador clásico PH/FH, RPDCP con/sin servicio de tramas y DTEs X.25/FR), en vías de extinción,

minimizando así el coste a invertir para dar soporte a la emulación de los servicios RDSI en modo paquete y trama en la NGN.

- Dado que la PHI/FHI normalizada por la ETSI constituye una interfaz RDSI PRA⁶, los equipos MGC-PH y TGW-PH encargados de adaptar la red IP a dicha interfaz presentarán gran similitud a los equipos MGC y A-MGW de la pasarela de acceso UNI RDSI a la NGN.

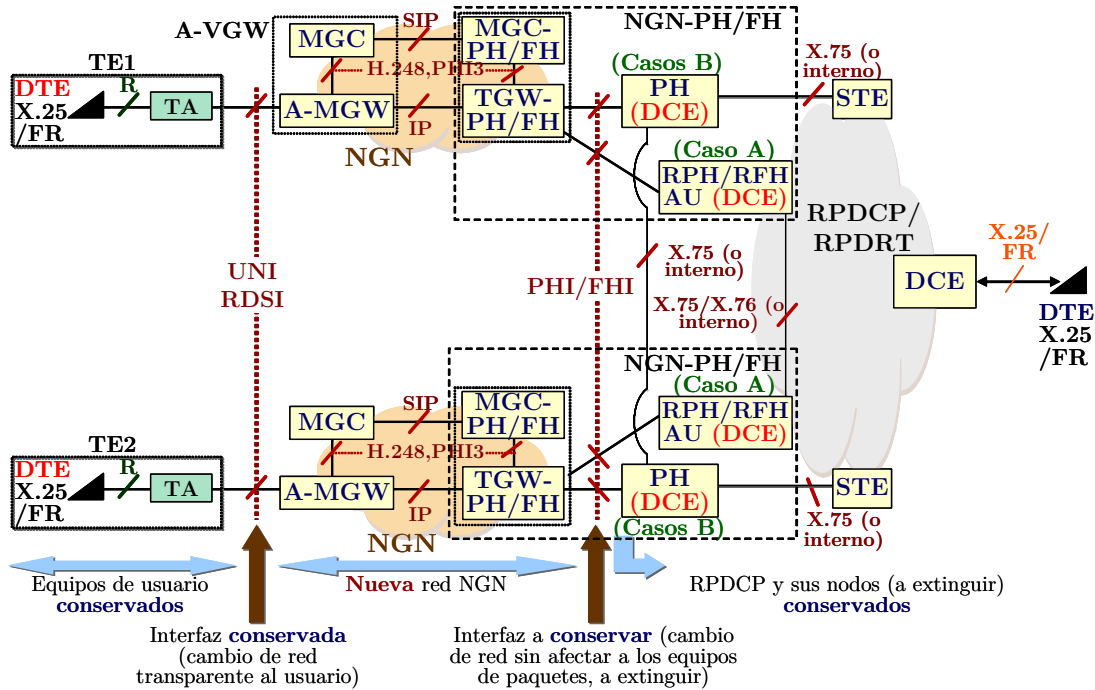


Figura 6.2: Acceso a la RPDCP bajo los modos paquete y trama mediante NGN-PH/FH distribuido

Teniendo en cuenta las anteriores ventajas, **en el resto del capítulo se asumirán manejadores NGN-PH/FH con esta arquitectura distribuida**. En cualquier caso, la arquitectura distribuida equivale funcionalmente a una arquitectura monolítica en la que MGC-PH/FH, TGW-PH/FH y PH/FH son implementados en el mismo equipo físico (siendo internas las interfaces entre ellos), por lo que los resultados del capítulo serán igualmente aplicables a ambas arquitecturas físicas.

El NGN-PH/FH no necesita implementar ninguna gestión del estado físico de las UNIs RDSI, dado que ello será responsabilidad de la AGW y MGC correspondientes. Ante llamadas:

- Entrantes⁷: si la UNI estuviese fuera de servicio, el MGC enviaría hacia el manejador un mensaje SIP BYE o CANCEL (equivalente a un mensaje PHI3/Q.931 Release), solicitándole que libere las llamadas afectadas. Alternativamente, el manejador podría detectar la indisponibilidad

⁶ La arquitectura distribuida propuesta en este capítulo para el NGN-PH/FH sólo será aplicable para equipos clásicos PH/FH que implementen la interfaz PHI/FHI normalizada por la ETSI, u otras implementaciones propietarias con similares características.

⁷ En todo el capítulo se entenderá por “llamada entrante” aquella proveniente de la RPDCP con destino la UNI RDSI. El sentido inverso se aplicará cuando se haga referencia a una “llamada saliente”.

de la interfaz al expirar los temporizadores de los protocolos sobre IP (RawFR, HDLCPW, XOT, ...) empleados en su comunicación con la A-MGW. Esta opción es dependiente del protocolo empleado, pero es la única posible para los PVCs.

- Salientes: el TE RDSI conoce el estado de la interfaz, luego si está desactivada o fuera de servicio no comenzará la llamada. Ante un fallo brusco de la UNI RDSI durante la llamada, el manejador detectará la caída de la interfaz mediante los mecanismos indicados para las llamadas entrantes.

6.2 Contribuciones a la emulación de los servicios portadores en modo paquete

Los siguientes subapartados analizan los mecanismos de transporte y control necesarios en la comunicación entre los distintos equipos de red, interconectados mediante la NGN, para la emulación NGN del servicio portador llamada virtual [I.232.1] por el canal D de una UNI RDSI (modo paquete por canal D, caso B)⁸.

6.2.1 Arquitecturas de protocolos para el soporte del modo paquete en canal D

Partiendo de las arquitecturas de protocolos empleadas en el escenario clásico para el acceso en modo paquete por canal D (Figura III.3), podemos plantear las arquitecturas de protocolos entre la pasarela de acceso A-MGW y el manejador NGN-PH recogidas en la Figura 6.3.

La señalización PHI3 del canal D64, empleado para establecer cada canal Bd, será siempre transportada hasta el MGC-PH mediante IUA. La comunicación SIP entre el NGN-PH (MGC-PH) y el MGC (equipo que termina la señalización de llamada Q.931 de la UNI RDSI, al igual que la LE-S en el escenario clásico), si bien es necesaria para transportar parte de la señalización de llamada Q.931/PHI3 D64⁹, no es contemplada por la ETSI (Apartado 4.4)¹⁰ ni en ninguna otra especificación. Para la correspondencia PHI3-SIP que debe aplicar el MGC-PH puede aplicarse la propuesta por la ETSI

⁸ El otro servicio portador en modo paquete por canal D definido por la ITU-T (Apartado 2.1.1), servicio de señalización de usuario USBS [I.232.3], queda completamente soportado mediante la correspondencia Q.931-SIP planteada por [TS 183 036] para el EI “User to user” (Apartado 4.2.1).

⁹ Se usará la notación “PHI3 D64” para referirse a la señalización PHI3 del canal D64 y “PHI3 Bds” para hacer alusión a la de las conexiones o flujos Bds. Análogo significado se empleará para “PHI2 Bd”, “PHI2 Bds” y “PHI2 Bdi”.

¹⁰ El perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] sólo contempla el transporte hasta el NGN-PH de las tramas p (mediante IUA o RawFR), en ningún caso de la señalización SIP correspondiente a los mensajes Q.931/PHI3.

[TS 183 036] para Q.931-SIP¹¹. Respetando la propuesta de [ETS 300 099], los EIs adicionales de la PHI serán transportados dentro del EI UU (Apartado III.1). No obstante, tal como se irá analizando a lo largo del capítulo, según el mecanismo de transporte empleado sobre la red IP será necesario que MGC y MGC-PH intercambien sobre SIP determinados parámetros. Así pues, sobre la base establecida por [TS 183 036] (descripción SDP/SIP y elementos PSTN XML), será necesario especificar como transportar sobre SIP dicha información.

El MGC-PH aplicará la correspondencia entre las direcciones E.164 y URI SIP [RFC 3824; RFC 3761; RFC 5526] (ante llamadas entrantes, localizará al MGC a partir de su dirección E.164)¹².

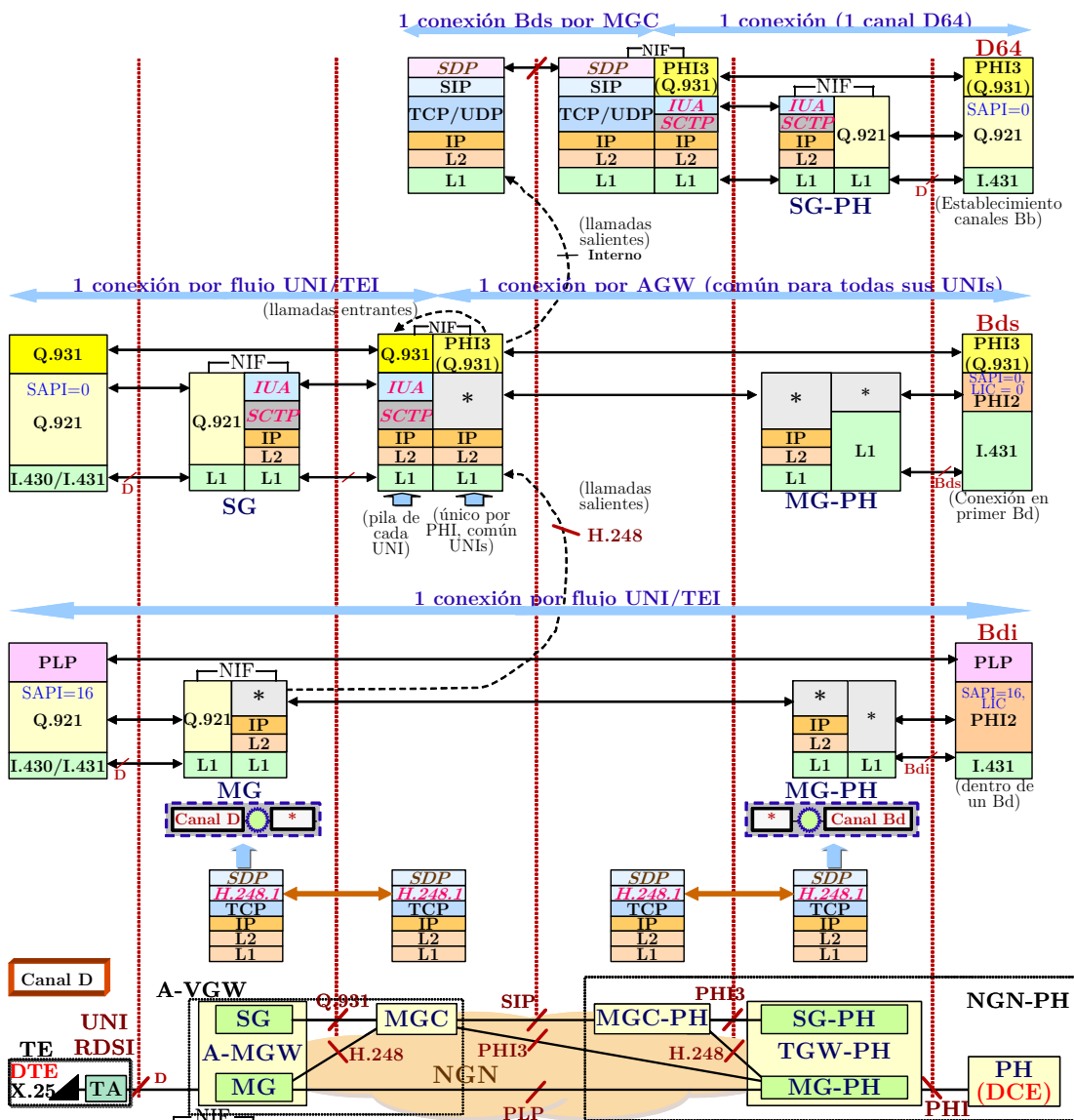


Figura 6.3: Arquitecturas de protocolos para el soporte NGN del modo paquete en canal D

¹¹ Recuérdese que esta correspondencia no transporta sobre SIP todos los EIs, sino que, tal como se resumió en el Apartado 4.2.1, sólo se transporta sobre SIP la información de aquellos EIs que afectan a la red o al usuario extremo, no la de aquellos EIs con significado local a la interfaz RDSI (e.g., IE CI).

¹² El PH realizará la correspondencia de la dirección X.121 destino a su dirección E.164 equivalente, como corresponde al comportamiento clásico del manejador (Apartado III.1).

En el escenario clásico (Figura III.2), para cada LE-S (que termina “m” UNIs) el PH emplea “x” canales Bd (cada uno con múltiples conexiones Bdi), cursándose sobre el primer Bd la conexión Bds (que controla las conexiones Bdi con esa LE-S). En el proceso de migración a VoIP con pasarelas distribuidas, “n” LEs pueden ser sustituidas por “n” AGWs controladas por un único MGC común (en el modelo monolítico, cada LE es simplemente sustituida por una pasarela monolítica con su MGC integrado), planteándose dos posibles opciones de modelado según se emplee en la PHI:

- a) Una conexión Bds por cada A-MGW (Figura 6.4A): cada LE-S habría sido sustituida por una A-MGW (cada A-MGW tendrá asociada una dirección E.164), por lo que todas las conexiones Bdi de un canal Bd estarán asociadas a la misma A-MGW¹³. El MGC deberá interpretar la señalización PHI3 de las “n” conexiones Bds (una por cada A-MGW que controla). En el momento en que cada A-MGW (alguna de sus UNIs) realice un primer acceso al PH, se establecerá el primer canal Bd con esa A-MGW, cursándose sobre él la conexión Bds de dicha A-MGW (entre el MGC y la MG-PH).
- b) Una única conexión Bds por MGC (Figura 6.4B): dicho MGC, junto con las “n” A-MGWs que controla (cada una de “m” UNIs¹⁴), equivaldrían a una LE-S virtual de “nxm” UNIs (cuya dirección E.164 corresponderá a la del MGC), pudiendo contener un mismo canal Bd conexiones Bdi de UNIs de distintas A-MGW¹⁵. Esta opción presenta como inconvenientes:
 - Emplea una única conexión Bds, de tasa máxima 64 kb/s (el canal Bd completo), para controlar las “nxm^p” posibles conexiones Bdi (indicando por p al número de conexiones Bdi establecidas por cada UNI, diferenciadas por su TEI).
 - La señalización PHI3 Bds debe asociar cada flujo RDSI de cada A-MGW (EI UU AdPHI2) con el canal Bd que lo transporta (EI UU RBd)¹⁶. Para indicar la A-MGW en la que se encuentra el flujo RDSI, dado que el AdPHI2 contiene SAPI, TEI y UNI, podría asignarse un identificador de UNI unívoco a cada UNI de esas A-MGWs. Sin embargo, dado que

¹³ En el escenario clásico, todas las conexiones Bdi de un mismo canal Bd deben ir destinadas a la misma LE-S. Ello, extrapolado al escenario NGN en el que cada LE-S es sustituida por una A-MGW, corresponde a que todas las conexiones Bdi de un mismo canal Bd deben ir destinadas a una misma A-MGW/MG.

¹⁴ En realidad, cada A-MGW puede terminar un número distinto de UNIs. Estamos asumiendo “m” para todas por simplicidad en los cálculos.

¹⁵ En la PHI clásica, cada canal Bd se va rellenando con conexiones Bdi, usándose un nuevo Bd cuando todos los asignados a esa LE-S no tengan capacidad. Las “n” A-MGWs actúan como una única LE-S, luego compartirán los canales Bd. Podría cambiarse este comportamiento, diseñando la MG-PH para que reserve un canal Bd independientemente por A-MGW, distinguiendo éstas por su IP, pero ello no resulta necesario.

¹⁶ Conforme a la notación empleada en el Apéndice, se denota por AdPHI2 al campo de dirección PHI2 (SAPI, TEI, UNI) y por RBd al número de referencia de los canales Bd.

el AdPHI2 también es transportado en el campo de dirección PHI2, sólo se dispone de 16 bits para el identificador de UNI, lo cual puede resultar insuficiente¹⁷.

Por estos motivos, considero más adecuada la solución “a)”, por lo que se asumirá que, de cara a la PHI, cada A-MGW corresponde a una LE-S (Figura 6.5)¹⁸.

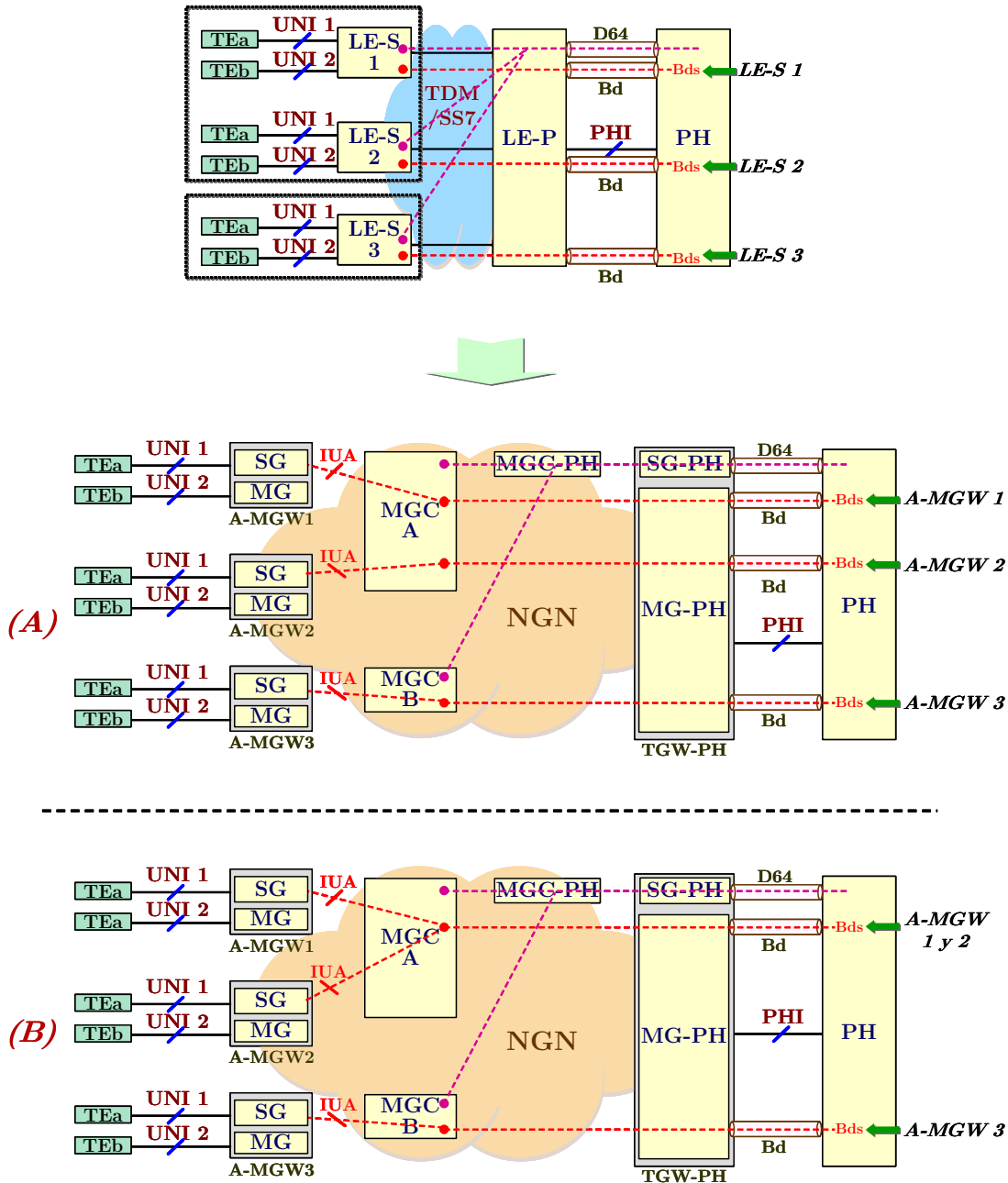


Figura 6.4: Escenarios de migración de la PHI a NGN conforme a los canales Bds

¹⁷ Una central normal LE suele contener entre 20000 y 50000 líneas. Si un MGC sustituye a varias LEs, controlaría un número de UNIs muy superior a $2^{16} = 65536$.

¹⁸ Ante llamadas entrantes, el MGC determinará la A-MGW de la conexión Bds empleada a partir de la dirección E.164 de UNI llamada contenida en el EI Cd (PHI3 Bds SETUP). El mensaje IUA hacia esa A-MGW tendrá el IID de esa UNI.

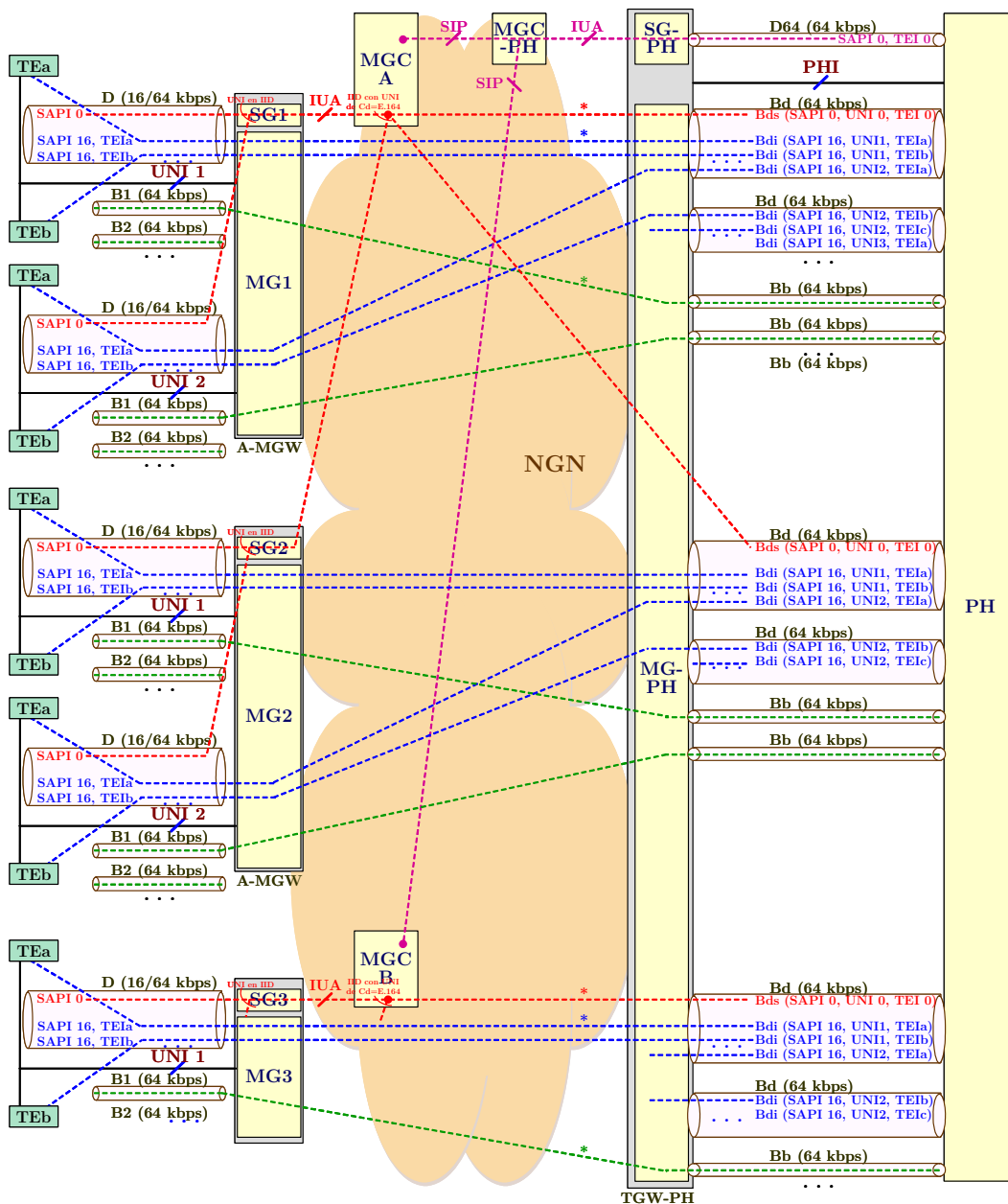


Figura 6.5: Estructura de canales de la PHI migrada a NGN con un Bds por A-MGW

La Figura 6.3 deja sin determinar los protocolos a emplear para la comunicación de la MG-PH con el MGC y la MG, dado que existen múltiples opciones. Estas opciones se proponen y comparan en los siguientes subapartados.

6.2.1.1 Posibles protocolos para transportar la señalización PHI3 Bds entre la MG-PH y el MGC

Por los mismos motivos que en el escenario clásico (Figura III.3), la señalización PHI3 Bds (PHI) debe ser transportada entre el manejador NGN-PH (MG-PH) y cada MGC, lo cual tampoco es contemplado en ninguna especificación NGN. Dada la gran similitud entre los protocolos PHI2 y PHI3 [ETS 300 099] con Q.921 y Q.931, respectivamente, con las ligeras diferencias resumidas en el Apartado III.1,

para dicha comunicación pueden plantearse diversas opciones, esquematizadas en la Figura 6.8 y evaluadas a continuación (todas ellas transportan hasta el MGC los datos -mensajes PHI3- de las tramas PHI2). Para evaluar estas opciones resulta importante notar que la conexión Bds es única por cada A-MGW, común para las conexiones Bdi de todas sus UNIs, motivo por el que los mensajes PHI2 de la conexión Bds, y al igual su tramo IP, no necesitan transportar el campo AdPHI2 específico de cada conexión Bdi (éste sólo se indica en el mensaje PHI3 Bds SETUP):

a) RawFR_s (Figura 6.8A): este protocolo presentaría el mismo formato de trama que RawFR (Apartado 4.4.2), pero los cuatro octetos de su campo de dirección serán usados para transportar el ID de la A-MGW a la que está asociada la conexión Bds transportada por estos mensajes intercambiados con el MGC¹⁹ (cada MGC controla diversas A-MGWs; el MG-PH necesita este ID para determinar por que conexión Bds debe cursar hacia el PH cada trama RawFR_s que reciba del MGC²⁰). Resulta imprescindible que este ID de la A-MGW sea único para todas las pasarelas controladas por el mismo MGC, lo cual puede lograrse de dos modos:

- Obligando a que sea el MGC quien asigne el ID a cada una de sus A-MGWs en el momento en que éstas se registren vía MeGaCo²¹.
- Dado que cada conexión Bds sólo puede estar asociada a una A-MGW, puede usarse el identificador del canal Bd (PRA y número de canal en la PHI) que alberga dicha conexión Bds como identificador de la A-MGW²².

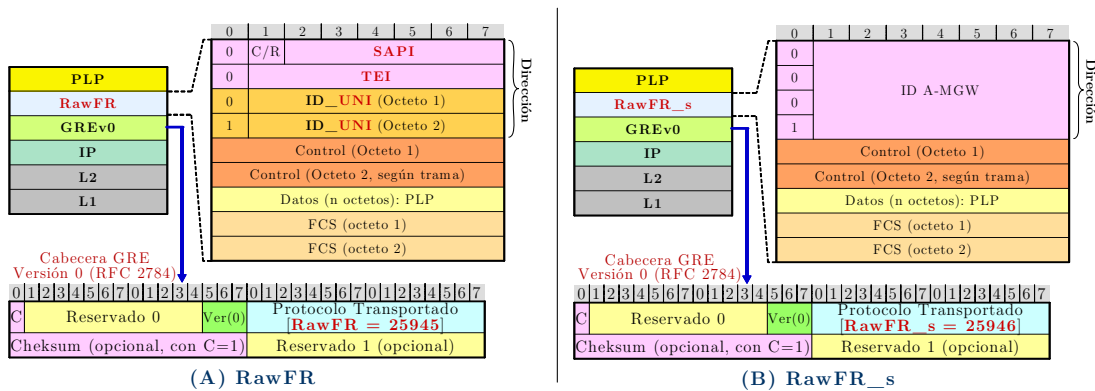


Figura 6.6: Modificación del protocolo RawFR para conexiones Bds

¹⁹ Esto es posible gracias a que los mensajes PHI2 de las conexiones Bds siempre presentan AdPHI2 0 (UNI 0, TEI 0, SAPI 0), luego no necesita ser transportado en la red IP al ser conocido.

²⁰ La MG-PH no puede determinar la conexión Bds a partir del EI “identificador de llamada” PHI3 Bds, puesto que no interpreta esta señalización (y su MGC-PH tampoco). El MGC no necesita este ID A-MGW dado que podrá determinar la A-MGW a partir de la dirección E.164 de la UNI indicada en el EI PHI3 Bds Cg (llamadas salientes) o Cd (llamadas entrantes).

²¹ Si se eliminase el bit EA de extensión del campo de dirección RawFR, podrían usarse sus cuatro octetos para albergar como ID de la A-MGW su propia dirección IPv4, lo que garantizaría la unicidad del identificador. La dirección E.164 A-MGW puede tener una longitud no conocida a priori que podría superar los cuatro octetos, por lo que no es una buena candidata a ser usada como ID de la A-MGW.

²² Podrían destinarse dos octetos para identificar la PRA y uno para identificar el canal Bd dentro de ella, quedando libre el cuarto octeto del campo de direcciones.

La asociación en el MG-PH entre cada ID A-MGW y su Bds se realizará mediante MeGaCo. Esta nueva interpretación del campo de dirección conlleva la necesidad de definir un nuevo protocolo, que podrá ser identificado en GREv0 usando, por ejemplo, 25946 como valor del campo “tipo de protocolo transportado” (RawFR modificado para conexión Bds, valor no reservado para ningún otro protocolo en [IANA EtherType]), Figura 6.6B.

- b) IUA_s (Figura 6.8B): dada la similitud entre Q.921 y PHI2 (Figura III.5), el protocolo IUA también resulta válido para encapsular los mensajes PHI3. Sin embargo, por el mismo motivo que en RawFR_s, es necesario transportar un ID de la A-MGW a la que está asociada la conexión Bds transportada por estos mensajes intercambiados con el MGC. Consecuentemente, IUA_s reutiliza el formato de trama IUA, usando el campo IID para transportar el ID de la A-MGW, no necesitando hacer uso del parámetro DLCI (Figura 6.7B). Para diferenciar las tramas IUA e IUA_s, se deberá asociar a éste último un nuevo valor para el campo SCTP “Identificador de protocolo encapsulado” del chunk “DATA” ([IANA SCTP] reserva el valor 1 para IUA, pudiendo usar para IUA_s un valor aun no asignado, tal como el 45).

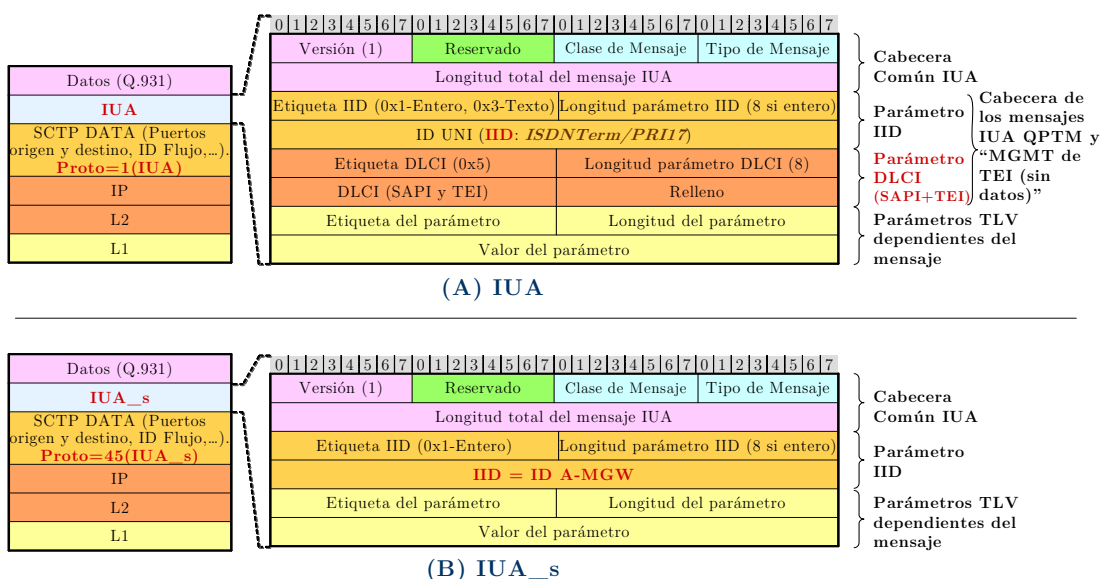


Figura 6.7: Modificación del protocolo IUA para conexiones Bds

Si bien el uso de IUA_s es posible, debe notarse que esta comunicación entre MG-PH y MGC para el transporte de los mensajes PHI3 (PHI), presenta relevantes diferencias frente a la comunicación entre MG y MGC para el transporte de los mensajes Q.931 (UNI RDSI). IUA está específicamente diseñado para soportar el transporte de Q.931 cuando un MGC controla múltiples MGs²³ y donde cada MG puede poseer varias UNIs con múltiples TEs²⁴ (ofreciendo la concentración hasta el MGC de los flujos de señalización SAPI 0 procedentes de los distintos TEs de sus diversas MGs). En cambio, esta situación no coincide con la de la PHI. En ésta:

²³ Los mensajes IUA [RFC 4233] ASPTM y ASPSM permiten, por ejemplo, la redundancia de MGCs, de modo que ante el fallo de uno pueda informarse fácilmente a todas las MGs de su nuevo MGC.

²⁴ Por ello, los mensajes IUA QPTM (para el transporte de Q.931) necesitan transportar en su cabecera el DLCI e ID de la UNI, y existen mensajes IUA MGMT para informar al MGC sobre el estado de los TEIs.

- Sólo existe una MG-PH y un terminal, el PH (siempre con TEI 0 en las conexiones PHI2 Bds, aun cuando pueden usarse varias PRAs en modo NFAS).
- Puede haber múltiples MGCs, debido a que el MGC no es el controlador de la MG-PH (mientras que sí lo es de las MGs).

Consecuentemente, el uso de IUA_s, además de requerir modificar la implementación de IUA, ofrecería una solución poco eficiente en este escenario. La adaptación de IUA (destinado a un entorno multi-MG y multi-TE) a este escenario mono-MG y mono-TE se traduciría en la definición de un protocolo completamente nuevo, cuando ya existen protocolos que permiten transportar eficientemente PHI3. Consecuentemente, considero que el diseño y uso de IUA_s no resulta una solución conveniente.

Este análisis realizado para el transporte de PHI3 Bds no es trasladable a PHI3 D64 donde, tal como recomienda la ETSI, sí resulta adecuado el uso de IUA. En el canal D64, si bien es cierto que sólo hay una MG-PH y un terminal (PH), el MGC-PH sí es el controlador de la MG-PH y es necesario transportar el ID UNI (PRA PHI) en la cabecera de los mensajes IUA QPTM²⁵, correspondiendo así a un uso natural de IUA.

- c) XOT/TCP (Figura 6.8C): aunque la cabecera de encapsulación XOT [RFC 1613]²⁶ fue definida para transportar los mensajes PLP sobre redes IP, puede aplicarse igualmente para transportar la señalización PHI3, al garantizar:
- Un transporte fiable: mediante el uso de TCP (o con SCTP para dar mayor fiabilidad al transporte de la señalización PHI3) como protocolo de transporte.
 - La delimitación de los mensajes PHI3: usando el campo de longitud XOT para indicar la longitud de su mensaje PHI3²⁷.

De cara a la MG-PH, si bien los MGCs quedan diferenciados por su dirección IP, para identificar la A-MGW a la que está asociada cada conexión Bds, el MGC usará un puerto TCP distinto

²⁵ Adviértase que aunque en los mensajes PHI3 D64 siempre se usa SAPI 0 TEI 0, sí resulta necesario transportar en IUA el ID de la UNI que posee el canal D64 (si bien este canal es único y común para todas las PRAs, puede usarse un segundo canal D64 de backup en modo NFAS, debiendo indicar en que PRA se encuentra).

²⁶ Observese que XOT, al igual que GREv0, no es un protocolo (no define ningún mensaje para, por ejemplo, la negociación inicial de los parámetros tales como el tamaño máximo de ventana para el número de secuencia/asentimiento), sólo una cabecera de encapsulado.

²⁷ Si bien con el campo “Longitud total” de IP y “data offset” de TCP se conoce la longitud total del campo de datos TCP, el campo de longitud de la cabecera XOT permite separar los mensajes PHI3 en el flujo TCP (esto es, se tendrá una cabecera XOT por cada mensaje PHI3, pudiendo transportarse en un mismo datagrama IP múltiples mensajes PHI3 o fragmentos de estos).

para cada una su A-MGWs²⁸. La MG-PH contendrá el servidor TCP, escuchando en un único puerto todas las conexiones PLP/XOT/XOT de los distintos MGCs²⁹.

Con ello, si bien el uso de XOT no resulta recomendable para transportar la señalización Q.931 en la UNI RDSI dado que se pierden las ventajas que ofrece IUA (concentración de flujos SAPI 0, ...), en el caso de PHI3 Bds dichas ventajas resultan innecesarias (tal como antes se indicó al justificar por que IUA_s no resulta recomendable), por lo que XOT representa una solución satisfactoria.

- d) HDLCPW [RFC 4618; RFC 4349] (Figura 6.8D): aunque los HDLCPWs permiten emular circuitos PHI2 (las tramas PHI2 presentan formato HDLC, Figura III.5), no resultan adecuados para encapsular los mensajes PHI3 Bds hasta el MGC dado que ello obligaría a la MG-PH (PE) a analizar los campos de la parte útil de las tramas PHI2 (para separar las conexiones Bds, a enviar al MGC, de las Bdi, que deben enviarse a la MG³⁰), lo cual contradice el funcionamiento de encapsulación transparente (interfaz a interfaz) de los HDLCPWs. No obstante, la técnica de los HDLCPWs sí puede resultar útil para transportar todas las tramas PHI2 (de conexiones Bds y Bdi) hasta la MG, tal como se evaluará en el siguiente subapartado (Figura 6.9).

En cuanto a los FRPWs [RFC 4591; RFC 4619], tal y como están definidos en la normalización actual, sólo soportan circuitos permanentes PVCs, no conmutados SVCs, lo cual supone una limitación. En cualquier caso, nunca resultarían adecuados para esta aplicación dado que basan su comportamiento en el formato del campo de dirección LAPF (DLCI, y bits de control FECN, BECN, DE, D/C y C/R), el cual no coincide con el de PHI2 (Figura III.5).

- e) TDMPW (Figura 6.8E)³¹: de los diferentes tipos de TDMPWs, los:
- Transparentes (SATOIP [RFC 4553; Y.1453], TDMoIP AAL1 sin SDT [RFC 5087; Y.1453]): no resultan adecuados en general dado que obligarían a extender la PHI física completa a un único MGC, cuando aquí sólo se pretende enviar a cada MGC las conexiones Bds de las A-MGWs que controla.

²⁸ Si se emplease SCTP, se establecería una asociación SCTP única entre cada MGC y la MG-PH, asignándose un flujo SCTP distinto (con su ID de flujo) a cada A-MGW.

²⁹ [RFC 1613] normaliza el puerto 1998 para los mensajes XOT/PLP, recogido por [IANA Port] para UDP/TCP. Para PHI3/XOT deberá usarse un puerto distinto, entre los aún no asignados en [IANA Port] (e.g., 1232).

³⁰ La PHI es terminada en la TGW-PH, esto es, SG-PH (canal D64) y MG-PH (canales Bd y Bb). Así pues, la MG-PH termina el nivel físico de cada canal Bd. Consecuentemente, para que el HDLCPW hasta el MGC sólo contenga las tramas PHI2 de las conexiones Bds (SAPI 0, LIC 0), la MG-PH debería analizar el campo de dirección de las tramas PHI2 para discriminarlas.

³¹ Recuérdese que para el uso de TDMPWs es requisito imprescindible que los PEs (sus NSPs) incluyan soporte del formato de trama física RDSI BRI/PRI. Asumiremos dicha condición satisfecha dado que los PEs se ubican en las AGWs encargadas de terminar las interfaces RDSI.

- No transparentes (CESoPSN [RFC 5086; Y.1453], TDMoIP AAL1 SDT [RFC 5087; Y.1453], TDMoIP AAL2 [RFC 5087; Y.1452; Y.1414]): sólo permitirían enviar al MGC determinados canales Bds completos de la PHI, por lo que tampoco resultan adecuados para encapsular hasta el MGC sólo los mensajes PHI3 de las conexiones Bds (el MGC recibiría también las conexiones de paquetes Bdi). No obstante, el uso de estos TDMPWs sí puede resultar válido si se establecen con la MG, tal como se evaluará en el siguiente subapartado (Figura 6.10).

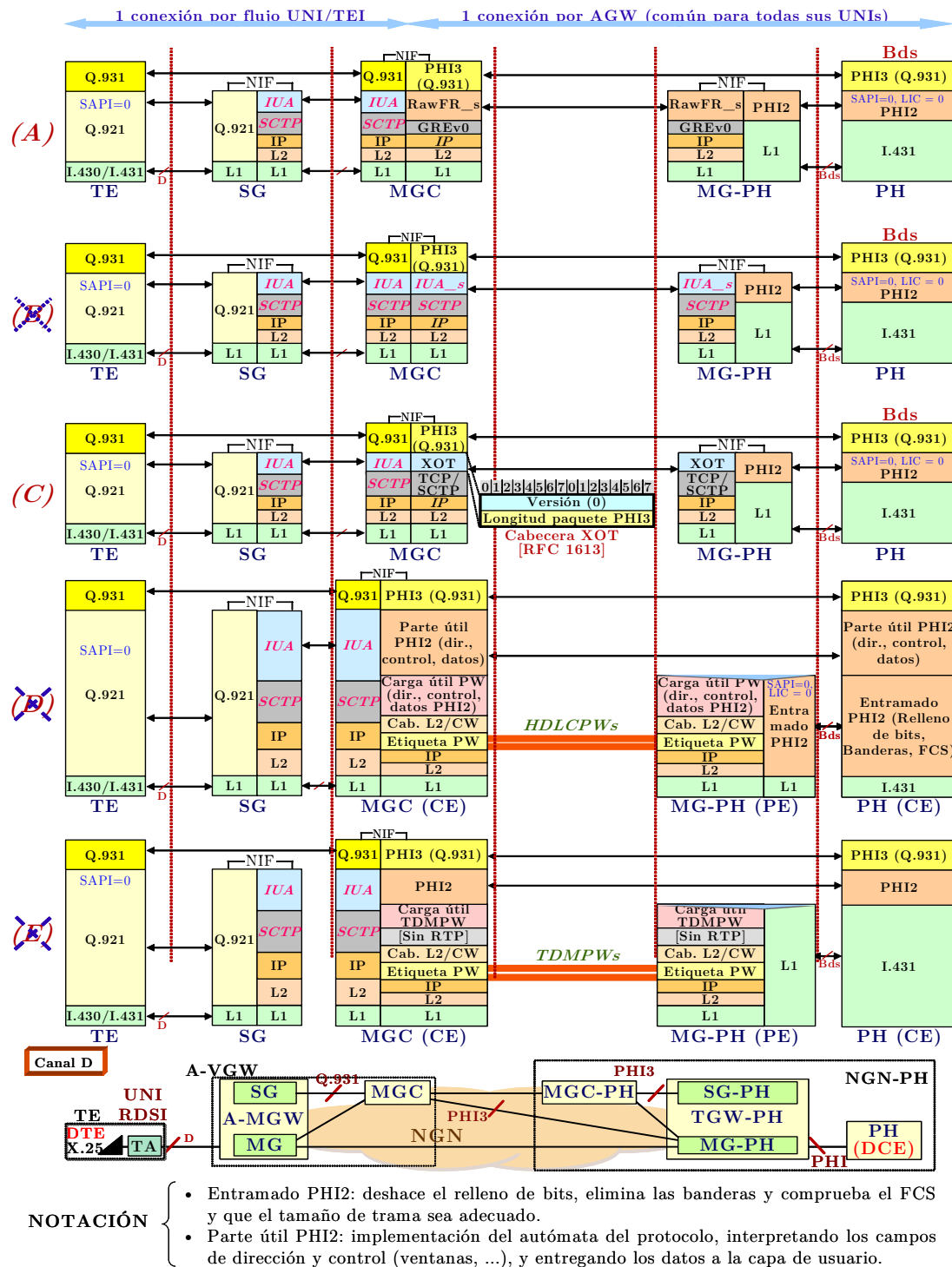


Figura 6.8: Protocolos para el transporte sobre IP de los mensajes PHI3 de la conexión Bds PHI en el modo paquete por canal D

6.2.1.2 Posibles protocolos para el transporte de los mensajes PLP entre la MG y la MG-PH

Aprovechando la similitud entre los protocolos PHI2 y Q.921, pueden plantearse múltiples soluciones para el intercambio de los paquetes PLP en canal D (tramas p)³² entre cada MG y el manejador NGN-PH (MG-PH), algunas de ellas sí recogidas en las especificaciones NGN. A continuación se evalúan las más relevantes, cada una de las cuales satisface los requisitos de fiabilidad y delimitación de paquetes exigidos para el transporte de los mensajes PLP [X.25]:

- a) RawFR (Figura 6.11A): opción propuesta por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] para el transporte de datos (PLP) hasta el PH, tal como se evaluó en el Apartado 4.4.2.
- b) IUA (Figura 6.11B): aunque ésta también es una opción propuesta por la ETSI para el intercambio de paquetes entre el terminal RDSI y el PH (Apartado 4.4.1), no resulta aplicable bajo la arquitectura distribuida del NGN-PH dado que MG (controlada por su MGC) y MG-PH (controlada por su MGC-PH) presentarían arquitecturas de protocolos simétricas, mientras que IUA es asimétrico (requiere ser intercambiado entre una MG y un MGC/AS que termine el nivel de red, PLP en este caso)³³.
- c) XOT/TCP (Figura 6.11C): la cabecera XOT [RFC 1613] fue diseñada expresamente para el transporte de mensajes PLP sobre redes IP, ofreciendo la fiabilidad (mediante el uso de TCP) y delimitación de mensajes PLP (mediante el campo de longitud de la cabecera XOT) necesarios, por lo que representa una opción adecuada en este escenario³⁴. La MG_PH actuará de servidor TCP, escuchando en el puerto 1998, normalizado por [RFC 1613; IANA Port], las conexiones PLP/XOT/TCP de las distintas MGs.
- d) HDLCPWs (Figura 6.11D): tal como se insinuó en el Apartado 6.2.1.1, pueden ser usados transportando hasta la MG (A-MGW) todas las tramas PHI2 de los canales Bd asignados a esa A-MGW, sin que el MG-PH (PE) analice dichas tramas. La MG discriminará las tramas PHI2³⁵, extrayendo (Figura 6.9):
 - Conexiones Bdi (SAPI 16): que cursará hasta los terminales RDSI por las UNIs pertinentes.

³² Adviértase que TE RDSI y PH están pensados para ser el lado de usuario de cara a Q.931, pero respecto a PLP son DTE y DCE, respectivamente.

³³ Si bien [RFC 2719] menciona que, potencialmente, los protocolos SigTran podrían ser usados en interfaces simétricas SG-SG o MGC-MGC (Apartado 3.2.2), esto no resulta aplicable a IUA, dado su diseño asimétrico.

³⁴ Recuérdese que la máquina de estados Q.921, encargada de la asignación de los TEIs, es implementada en la AGW.

³⁵ La MG terminaría las conexiones de enlace tanto Q.921 como PHI2, por lo que mientras la MG-PH actúa de PE, la MG actuaría de CE respecto al HDLCPW. Por este motivo, al contrario de lo que sucedía en la MG-PH en su comunicación con el MGC (Apartado 6.2.1.1), la MG sí puede discriminar las tramas Q.921 en función de su SAPI, sin que ello vaya en contra del funcionamiento de encapsulación transparente de los HDLCPWs.

- Conexión Bds (SAPI 0, única por A-MGW, existente sólo en uno de los diversos HDLCPWs establecidos con cada A-MGW): cursando los mensajes PHI3 hasta el MGC mediante IUA. Consecuentemente, la A-MGW establecerá una única asociación SCTP con su MGC para transportar mediante IUA tanto la señalización Q.931 (desde SG) como PHI3 Bds (desde MG). Para permitir al MGC discriminarlas, dado que la conexión Bds siempre emplea identificador de UNI 0 (en el campo AdPHI2), basta asignar a las UNIs RDSI un identificador “>0” (transportado en el parámetro IID de IUA).

La asignación en la MG del HDLCPW por el que cursar cada flujo de paquetes de canal D (Bdi's) de las distintas UNIs, y la conexión Bds, será controlada mediante contextos MeGaCo.

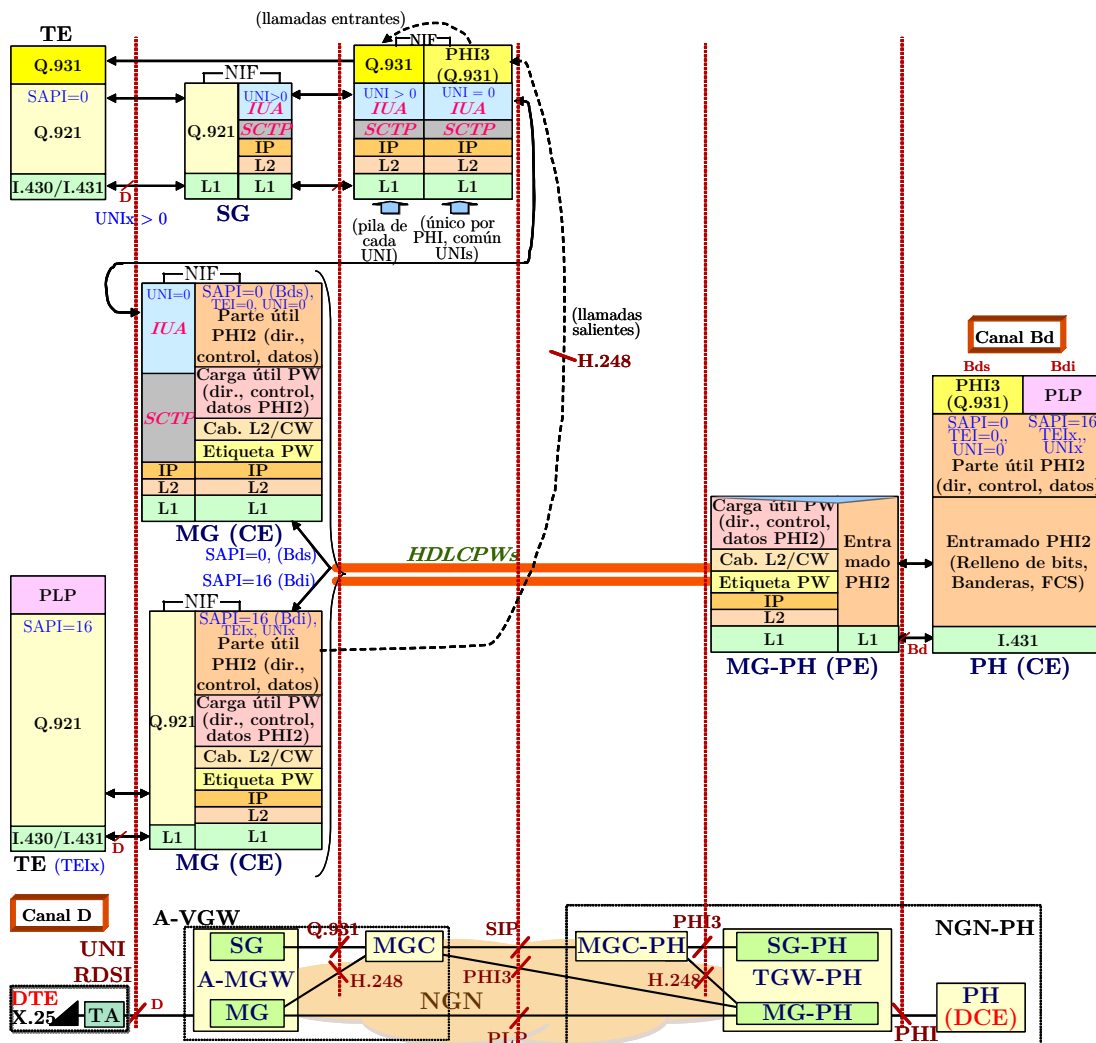


Figura 6.9: Soporte del modo paquete en canal D mediante HDLCPWs

- e) TDMPWs no transparentes (Figura 6.11E): tal como se adelantó en el Apartado 6.2.1.1, pueden ser usados para enviar determinados canales Bd completos (conexiones Bdi y Bds) hasta la MG (A-MGW)³⁶. Entre los distintos tipos de TDMPWs no transparentes, los:

³⁶ En este tipo de emulación de canales TDM, la fiabilidad y delimitación de paquetes requerida por PLP es aportada por el nivel de enlace (PHI2 en Bd, LAPB en B/Bb), transportado transparentemente sobre el canal TDM.

- Estáticos (CESoPSN, TDMoIP AAL1 SDT): no permiten modificar el número de canales Bd a transportar una vez establecido el PW, por lo que no resultan eficaces para este uso (para cada A-MGW sólo se emplea una conexión Bds, pero el número de canales Bd de la PHI asignados a cada A-MGW va modificándose dinámicamente para adaptarse al número de conexiones Bdi requerido).
- Dinámicos (TDMoIP AAL2): permiten modificar dinámicamente el número de canales Bd a transportar a cada A-MGW, por lo que resultan adecuados.

Consecuentemente, se establecerán uno o varios³⁷ TDMPWs TDMoIP AAL2 entre la MG-PH y cada MG (Figura 6.10). La MG analizará las tramas PHI2 de los distintos canales Bd del TDMPW y, para aquel canal que transporte la conexión Bds (una por A-MGW), la separará de las conexiones Bdi de igual manera a la antes indicada para los HDLCPWs. Igualmente, la asignación en la MG del TDMPW por el que debe cursarse cada flujo de paquetes de canal D (Bdi's) de las distintas UNIs, y la conexión Bds, será controlada mediante contextos MeGaCo.

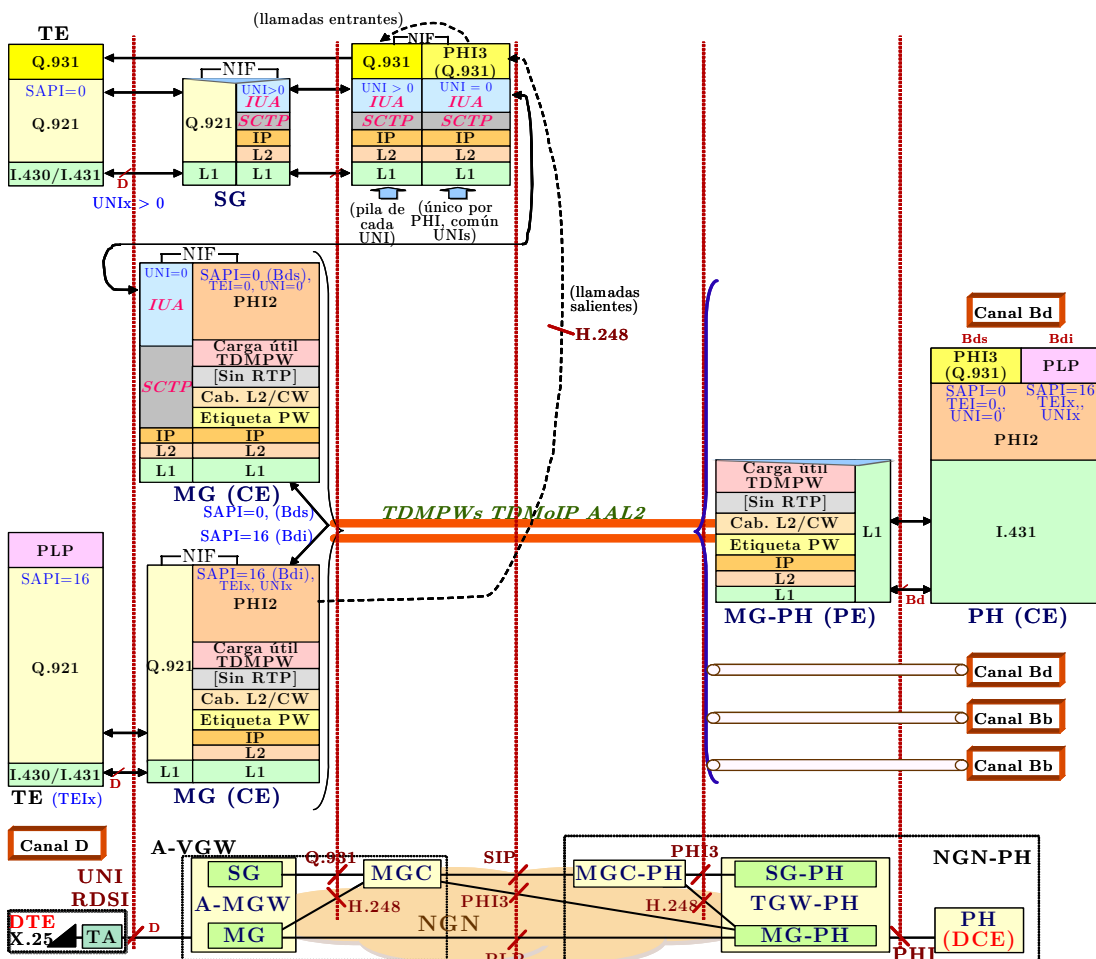


Figura 6.10: Soporte del modo paquete en canal D mediante TDMPWs TDMoIP AAL2

³⁷ Por los mismos motivos de eficiencia justificados en el Apartado 5.1.1.1, asumiremos directamente el uso de un mismo TDMPW para concentrar múltiples llamadas mono y multicanal, hasta completar la capacidad del TDMPW. Cada TDMPW TDMoIP AAL2 tiene capacidad para 248 canales TDM (número máximo de CIDs disponibles), luego si el número de canales Bd/Bb asociados a llamadas de paquetes entre una A-MGW y el NGN-PH es superior, habrá que establecer múltiples TDMPWs entre ellos.

La cabecera opcional RTP no será empleada, dado que la carga útil TDMPW (tramas PHI2) no tiene requisitos de tiempo real³⁸. Los TDMPWs transportarán los distintos canales de forma transparente, sin aplicar sobre ellos ningún tipo de procesamiento (de forma similar al PT RTP “CLEARMODE”).

Respecto al uso de estos TDMPWs para llamadas multicanal, el TDMPW extiende parte del nivel físico PHI entre MG y MG-PH. Consecuentemente, es necesario que el TDMPW respete la estructura TSSI³⁹. Dado el análisis realizado para los servicios en modo circuito en el Apartado 5.1.1.1, para que un TDMPW pueda cursar llamadas multicanal, el formato de su carga útil deberá corresponder a alguno de los propuestos en dicho apartado (en modo VoIP o un CID por llamada con PT en UUI). De este modo, si se desea usar un mismo TDMPW para cursar todas las llamadas de paquetes, mono y multicanal, por canal D y B, será necesario usar TDMPWs con dichos formatos de carga útil (si no se desearan soportar llamadas multicanal, bastaría el formato de carga útil básico definido por [RFC 5087]⁴⁰).

f) RTP/UDP/IP (Figura 6.11F): de forma similar a los TDMPWs, un flujo RTP con PT CLEARMODE puede ser usado para enviar un canal Bd completo (conexiones Bdi y Bds) hasta la MG (A-MGW). Si bien esta opción es posible, para llamadas de paquetes tanto por canal D como B⁴¹, no resulta de interés porque frente a los métodos basados en:

- Transporte de los mensajes PLP (RawFR, XOT, HDLCPW): el transporte de los canales TDM ofrecido por esta opción resulta menos eficiente, dado que consume un mayor ancho de banda (envía el relleno de bits, la banderas HDLC, el CRC, ...).
- Transporte de los canales TDM (TDMPW): esta propuesta requiere establecer un flujo RTP por cada canal Bd (para las llamadas por canal B, sería un flujo RTP por cada llamada). Sin embargo, el uso de PWs permite concentrar múltiples llamadas de paquetes sobre un mismo PW, lo que en este escenario representa una ventaja importante dado que cualquier llamada de paquetes de una AGW siempre va dirigida al mismo PH del operador⁴². Asimismo, los TDMPWs permiten prescindir de la cabecera RTP (aprovechando que el número de secuencia también se encuentra en la CW), prescindiendo de su información temporal, innecesaria en este tipo de llamadas, con el consecuente ahorro de ancho de banda.

³⁸ La secuencialidad será ofrecida por la CW, la cual contiene el mismo número de secuencia que tendría la cabecera RTP.

³⁹ Tal como se justificará en el Apartado 6.2.2, el servicio 2x64, y con él la estructura RDTD, carecen de sentido en llamadas de paquetes o tramas, por lo que omitiremos su estudio.

⁴⁰ Los canales Bd son independientes, sin requisitos de estructura TSSI o similar entre ellos.

⁴¹ Para las llamadas de paquetes por canal B, podrá usarse igualmente un flujo RTP para transportar un canal B/Bb (llamadas monocanal, con PT CLEARMODE) o los “N” canales B/Bb de una llamada Nx64 (llamadas multicanal, con el PT basado en estructuras básicas definido en el Apartado 5.1.1.2).

⁴² En las llamadas en modo circuito, cada AGW puede comunicarse con todas las demás, luego la eficiencia de usar TDMPW o RTP entre dos AGWs dependerá del volumen de llamadas en modo circuito entre ambas.

En resumen, el uso de RTP no ofrece ninguna ventaja frente a los otros métodos. Por dicho motivo, para el resto de arquitecturas de protocolos de paquetes y tramas analizadas en este capítulo, en las que se proponga el uso de TDMPWs AAL2, se omitirá la representación de esta propuesta de emulación de canales TDM mediante flujos RTP/UDP/IP. La arquitectura MeGaCo que sería necesaria para este mecanismo de emulación de canales TDM (Bd o B/Bb) mediante flujos RTP/UDP/IP es similar a la planteada en el Apartado 5.1.2.2.

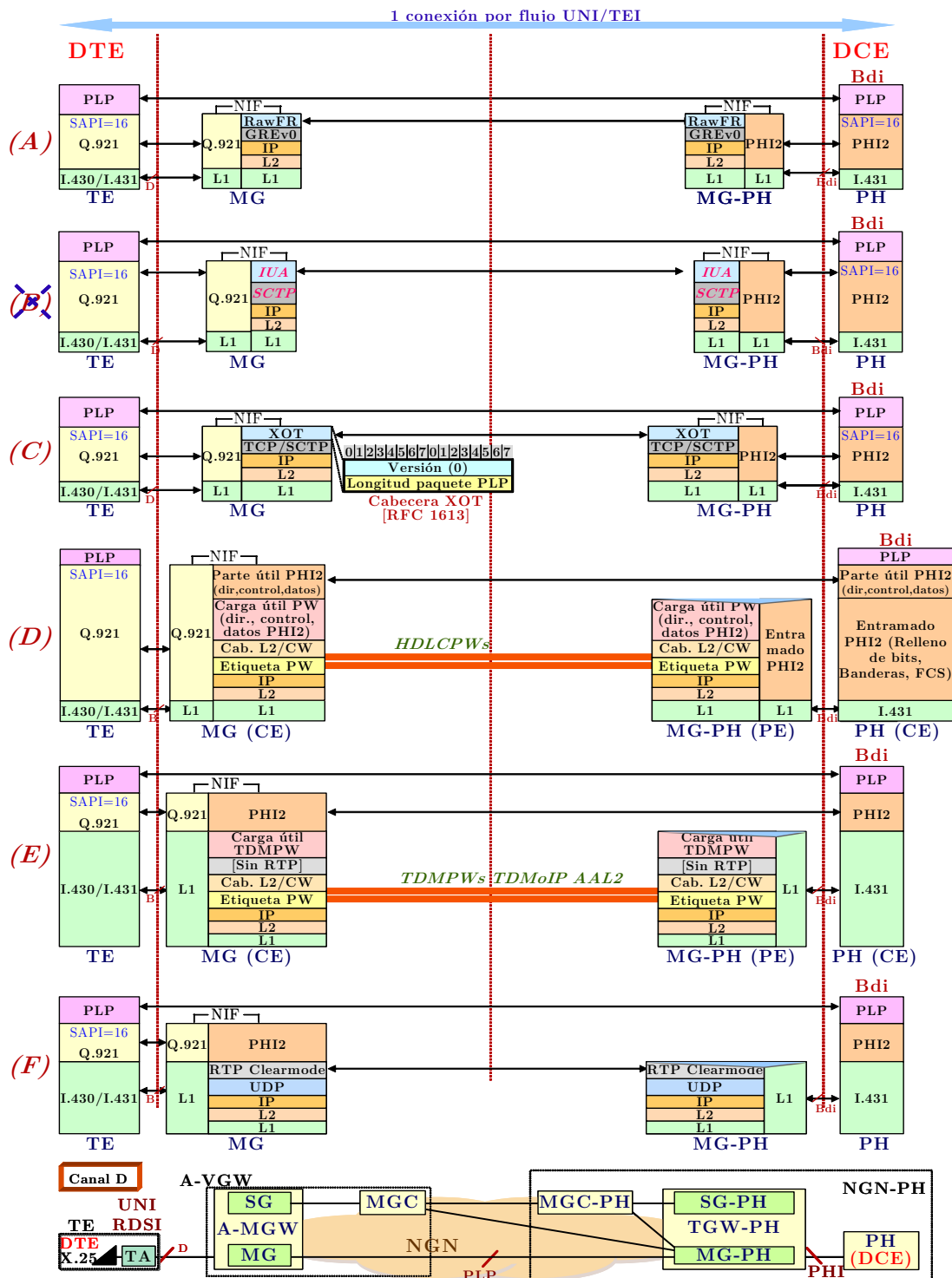


Figura 6.11: Mecanismos para el transporte sobre la red IP de los paquetes PLP en el modo paquete por canal D

En los distintos métodos propuestos⁴³, el campo de datos de las tramas PHI2 Bdi (mensajes PLP) es transportado hasta las MGs. Respecto al campo de dirección AdPHI2 (contiene explícitamente la UNI y TEI -SAPI 16- donde debe entregarse el mensaje PLP de cada trama PHI2), es llevado hasta la MG en los mecanismos RawFR, HDLCPW y TDMPW, pero no en XOT. Consecuentemente, para asociar los flujos UNI RDSI con los Bdi, la MG deberá actuar de forma distinta en uno u otro caso.

6.2.2 Arquitecturas de protocolos para el soporte del modo paquete en canal B

El acceso en modo paquete por canal B no es contemplado por ninguna de las especificaciones NGN, por lo que no se dispone de ninguna base de partida. Apoyándonos en las arquitecturas de protocolos empleadas en el escenario clásico para este acceso (Figura III.4), aplicables independientemente de que el acceso se realice de forma transparente (caso A) o no (caso B), podemos plantear las siguientes arquitecturas de protocolos entre la pasarela de acceso A-MGW y el manejador NGN-PH:

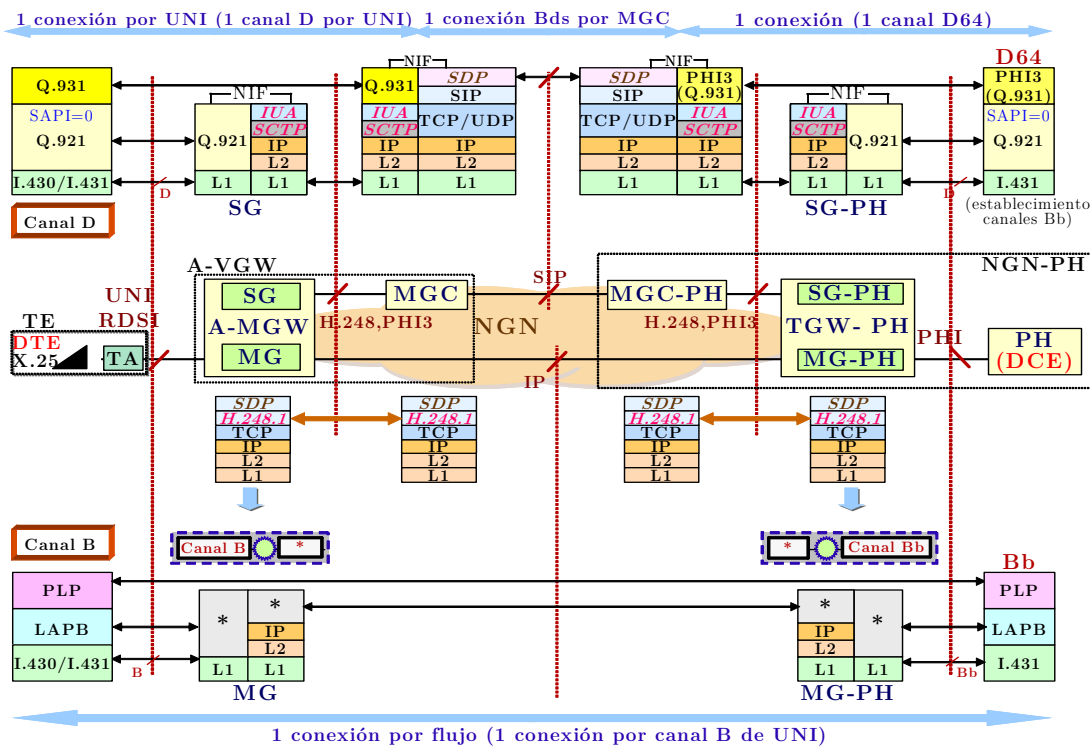


Figura 6.12: Soporte NGN del modo paquete en canal B

De igual modo que en las llamadas en modo paquete por canal D, la señalización PHI3 D64, empleada para establecer cada canal Bb, será siempre transportada hasta el MGC-PH mediante IUA. La señalización de llamada Q.931/PHI3 D64 será transportada entre MGC-PH y MGC mediante SIP. El MGC-PH realiza tanto la correspondencia PHI3-SIP (a partir de la correspondencia Q.931-SIP [TS 183 036]) como la correspondencia E.164-URI SIP [RFC 3824; RFC 3761; RFC 5526]. A diferencia de lo que

⁴³ Todos ellos satisfacen la estructura de servicio UDS exigida por los servicios en caso B.

sucede en el acceso por canal D, en éste la señalización PHI3 D64 para las llamadas entrantes se traduce en señalización Q.931 en la UNI RDSI, necesaria para reservar los canales B⁴⁴.

La Figura 6.12 deja sin determinar los protocolos a emplear para el transporte de los mensajes PLP entre MG y MG-PH. Dadas las características de los protocolos LAPB y PLP [X.25], pueden plantearse diversas opciones, respetando siempre los requisitos de fiabilidad y delimitación de paquetes exigidos por PLP [X.25] (al igual que en el Apartado 6.2.1.2 para el canal D, el protocolo IUA queda descartado dado que no es aplicable a esta comunicación simétrica):

- a) RawFR_B y RawFR_m (Figura 6.15A): basándose en que LAPB y LAPF son protocolos HDLC con igual juego de tramas, este protocolo presentaría el mismo formato de trama que RawFR, pero cuyo campo de dirección transporta el campo de dirección LAPB (primer octeto y, en caso de dirección extendida SABME, también el segundo octeto) y el identificador del canal Bb de la PHI implicado en la llamada (tres octetos, dos para identificar la PRA y otro para el número del canal⁴⁵), Figura 6.13B.⁴⁶

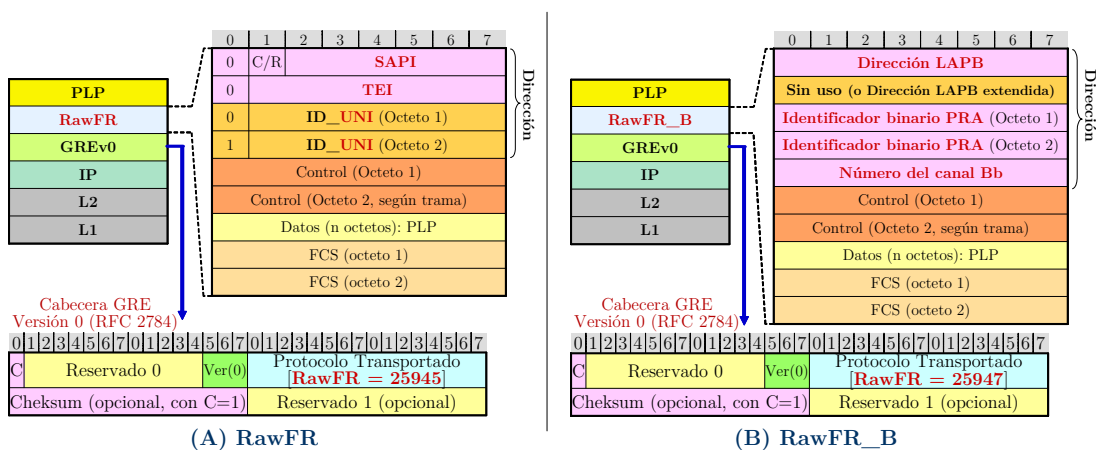


Figura 6.13: Modificación del protocolo RawFR para canal B

Este nuevo protocolo podría ser identificado en GREv0 usando, por ejemplo, 25947 como valor del campo “tipo de protocolo transportado” (RawFR modificado para canal B), no asignado actualmente a ningún protocolo [IANA EtherType].

⁴⁴ En el acceso por canal D, la señalización PHI3 D64 sólo alcanzaba al MGC, para establecer los canales Bd, pero no alcanzaba la UNI RDSI, dado que el canal D siempre está establecido. La señalización Q.931 de la UNI RDSI procedía de la señalización PHI3 Bds.

⁴⁵ La PHI soporta multi-PRA. Para ello, el EI PHI3 CI (Identificación del canal) contiene un octeto con el “Identificador binario de la PRA implicada” y un octeto con el “Número del canal Bb (o Bd) de esa PRA” referenciado. En las llamadas multicanal, el EI CI lleva el identificador de los diversos canales implicados (un octeto para cada uno). Esta propuesta requerirá ampliar la correspondencia Q.931-SIP [TS 183 036] para que este EI CI sea transportado del MGC-PH al MGC mediante SIP, de modo que ambos conozcan la identificación del canal PHI, usada para crear la terminación MeGaCo RawFR_B.

⁴⁶ Esta propuesta requiere modificar la implementación del protocolo RawFR, ampliando a cinco octetos el tamaño de su campo de dirección y eliminando su bit EA.

Para el soporte de las llamadas de paquete multicanal, si bien podría usarse el conjunto de canales Bb de la PHI (indicado a MGC y MGC-PH mediante el EI PHI3 D64 “CI”) para identificar la llamada multicanal, dado que éste número es variable obligaría a ampliar el campo de dirección RawFR a un número de octetos no fijo. En su lugar, creo más adecuado asignar un ID a cada llamada multicanal. Para transportar dicho ID en la cabecera RawFR, será necesario definir la modificación RawFR_m (Figura 6.14B)⁴⁷.

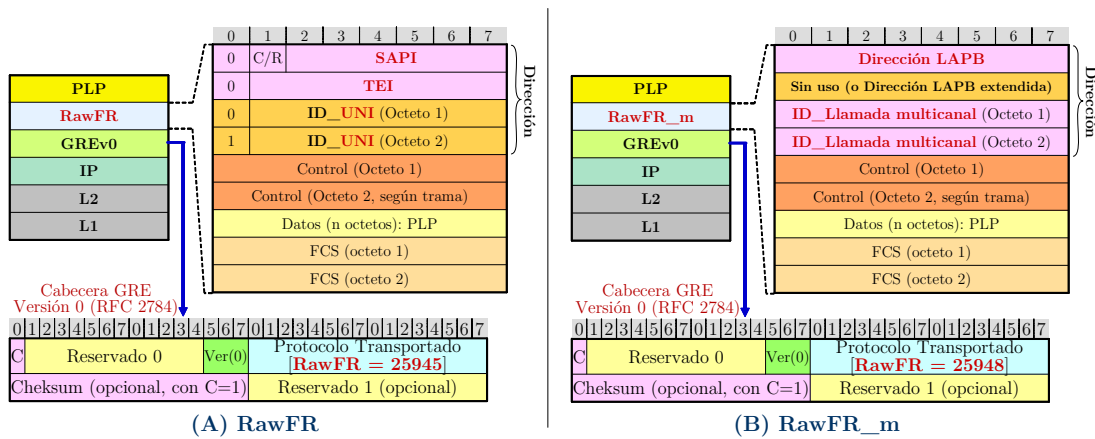


Figura 6.14: Modificación del protocolo RawFR para llamadas multicanal

El transporte de los “N” canales sobre un único flujo RawFR_m no incumple la estructura de servicio TSSI exigida por los servicios portadores RDSI multicanal (Apartado 2.1.1) debido a que estamos tratando con llamadas multicanal de paquetes (no de voz), en las que se envían tramas LAPB a nivel de enlace. El requisito TSSI se refiere exclusivamente al nivel físico, el cual está siendo terminado completamente en la MG/MG-PH (bajo esta solución RawFR), luego sólo afecta a la UNI/PHI, satisfaciéndose por tanto con independencia del protocolo usado en el tramo IP⁴⁸. Para un adecuado funcionamiento sí será necesario que este protocolo IP garantice la secuencialidad, lo cual es aportado en RawFR mediante el número de secuencia N(S) del campo de control de las tramas I en las que viajan los mensajes PLP.

Respecto al servicio 2x64 [I.231.5], además de la estructura TSSI, requiere la estructura RDTD. Aplicada a una llamada de datos, la estructura RDTD se traduciría en que un terminal de paquetes necesitase cursar datos (tramas LAPB) sobre dos canales “en paralelo”, lo cual tiene poco sentido para llamadas de paquetes. Consecuentemente, parece sensato afirmar que el servicio 2x64 no está pensado para llamadas de datos (fue definido pensando en llamadas de voz en estéreo), por lo que lo desecharemos de nuestro estudio en general.

⁴⁷ La figura propone usar 16 bits para identificar la llamada multicanal (permitiría $2^{16} = 65536$ llamadas multicanal por A-MGW, lo que parece suficiente).

⁴⁸ La terminación de LAPB en las pasarelas también justifica el cumplimiento de la estructura de servicio UDI, la estructura “integridad a 8 kHz” exigida para las llamadas en modo paquete caso A (transparente), y la estructura UDS exigida para las de caso B.

Este razonamiento es igualmente aplicable a la PHI, para cuyos servicios multicanal también es necesario garantizar la estructura TSSI⁴⁹.

- b) XOT (Figura 6.15B): al igual que en el acceso por canal D, XOT puede ser usado para transportar los mensajes PLP de los canales B. La MG_PH podrá usar el mismo puerto TCP 1998 para recibir las conexiones PLP/XOT/TCP de las distintas MGs relativas a llamadas de paquetes tanto de canal D (SAPI 16) como de canal B.

Por los mismos motivos indicados para RawFR, esta propuesta satisface la estructura TSSI exigida por los servicios portadores multicanal. Asimismo, el número de secuencia de la cabecera TCP permitirá que las tramas LAPB sean entregadas en orden al otro extremo.

- c) HDLCPWs (Figura 6.15C): se establecerá un HDLCPW entre MG y MG-PH por cada canal B de alguna UNI de esta A-MGW asociado a una llamada en modo paquete.

Si bien aquí MG y MG_PH no terminan completamente el nivel LAPB, sus tramas sí son extraídas del nivel físico y analizadas para interpretar algunos de sus campos. Consecuentemente, siguen siendo aplicables los motivos indicados para RawFR que justifican que esta propuesta satisface la estructura TSSI exigida por los servicios portadores multicanal. Asimismo, el número de secuencia de la cabecera HDLCPW permitirá que las tramas LAPB sean entregadas en orden al otro extremo.

- d) TDMPWs (Figura 6.15D): completando la propuesta realizada para los canales Bd (Apartado 6.2.1.1), el mismo TDMPW TDMoIP AAL2 establecido para estos entre MG y MG-PH se utilizará también para transportar los canales Bb de las llamadas de esta A-MGW en modo paquete⁵⁰.

Respecto al uso de estos TDMPWs para llamadas multicanal, el TDMPW extiende parte del nivel físico PHI entre MG y MG-PH. Consecuentemente, es necesario que el TDMPW respete la estructura TSSI⁵¹. Dado el análisis realizado para los servicios en modo circuito en el Apartado 5.1.1.1, para que un TDMPW pueda cursar llamadas multicanal, el formato de su carga útil deberá corresponder a alguno de los propuestos en dicho apartado (en modo VoIP o un CID por llamada con PT en UUI). De este modo, coincidiendo con lo indicado para las llamadas por canal D, si se desea usar un mismo TDMPW para cursar todas las llamadas de paquetes, mono y multicanal, por canal D y B, será necesario usar TDMPWs

⁴⁹ No debe olvidarse que la PHI no es más que un uso extendido de las UNIs RDSI, exigiéndosele las mismas características a sus servicios.

⁵⁰ Estos TDMPWs AAL2 permiten transportar canales Bd/Bb de distintas UNIs (de la misma A-MGW), resultando idóneos para esta aplicación.

⁵¹ Previamente ya se indicó que el servicio 2x64, y con él la estructura RDTD, carecen de sentido en llamadas de paquetes o tramas.

con dichos formatos de carga útil (si no se desearan soportar llamadas multicanal, bastaría el formato de carga útil básico definido por [RFC 5087]).

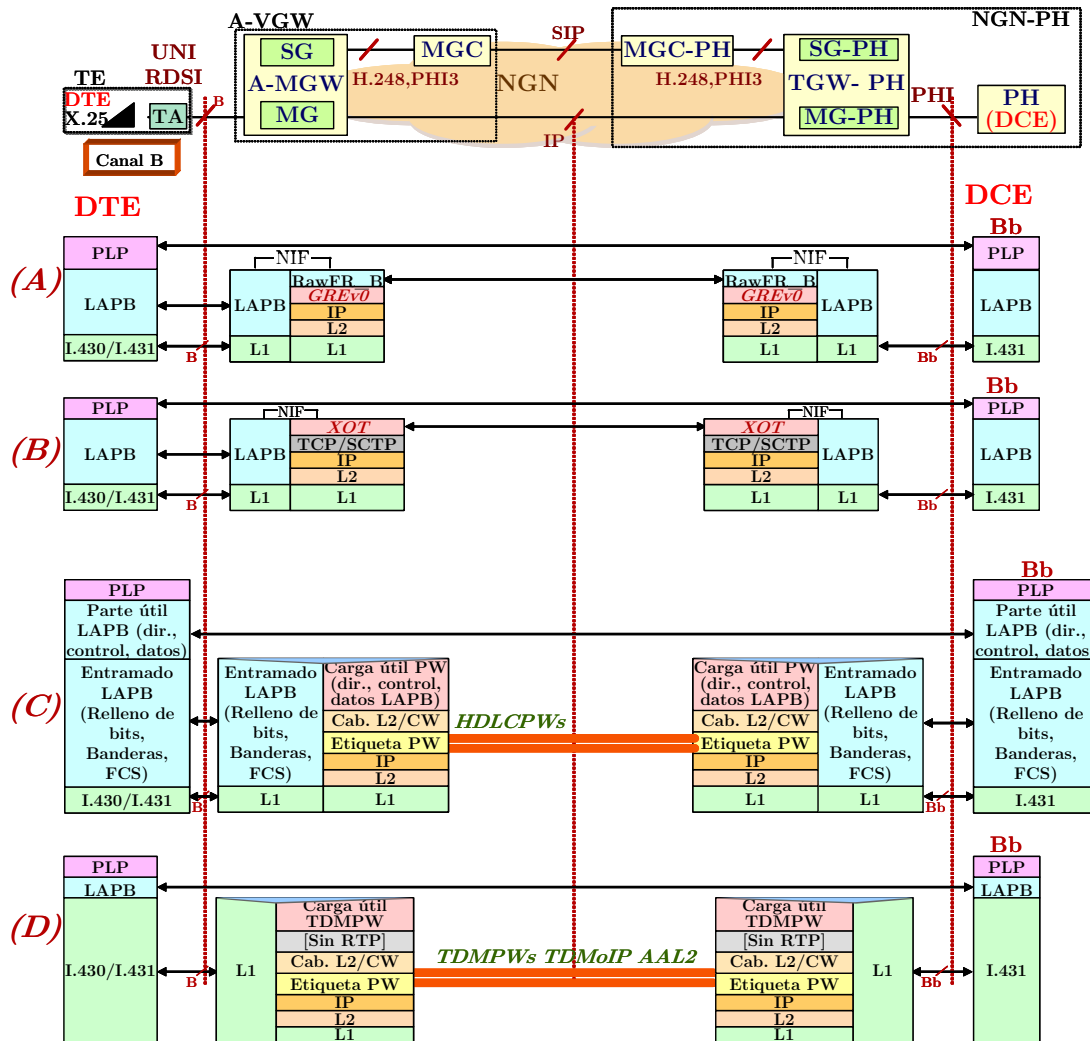


Figura 6.15: Mecanismos para el transporte sobre la red IP de los paquetes PLP en el modo paquete por canal B

Debe observarse como en las soluciones:

- RawFR_B y XOT: cada pasarela termina el nivel de enlace LAPB de la UNI RDSI/PHI, lo que no correspondería directamente al acceso clásico en modo paquete por canal B, ni transparente (caso B)⁵² ni no transparente (caso A)⁵³.
- HDLCPWs y TDMPWs: corresponderían al acceso clásico en modo paquete por canal B transparente o caso A (el nivel de enlace LAPB completo, incluyendo sus tramas RR o RNR, iría de TE RDSI a PH).

⁵² Por ejemplo, las tramas RR/RNR que envía el terminal RDSI no llegan al PH. Únicamente llegarán los mensajes PLP, transportados como contenido de las tramas I y UI.

⁵³ En éste, la MG (LE-S) debería incorporar al PH localmente, terminando también los mensajes PLP.

Sin embargo, ello no supone problema por los siguientes motivos:

- Tal como se comentó anteriormente (Apartado 6.2.1.2), la arquitectura interna de la red (implementando el PH de forma local o remota) es transparente para el terminal RDSI, con tal de conservar la UNI y las características del servicio demandado a la red⁵⁴. El terminal RDSI no notará diferencia según su enlace LAPB lo esté terminando la MG (y ésta interprete o reenvíe los mensajes PLP), o lo esté terminando remotamente el PH.
- Salvo en la señalización Q.931 (en concreto, en el mensaje SETUP), cuando un terminal RDSI accede al modo paquete por canal B, se comporta de igual modo lo haga bajo caso A (transparente) o caso B (no transparente)⁵⁵, tal como se indica en el Apéndice.

Consecuentemente, todas estas propuestas son adecuadas para emular el modo paquete por canal B, y son válidas tanto para el caso A como el B, pudiendo emplearse una misma arquitectura NGN para ambos. La única consideración especial que requiere esta simplificación es la necesidad de que ante una llamada transparente (caso A con BC en modo circuito) se permita al MGC/MGC-PH que interprete el EI Q.931/PHI3 LLC (que según [Q.931] sería intercambiado extremo a extremo transparentemente a la red) para que pueda determinar que se trata de una llamada de paquetes (o tramas), actuando en consecuencia (indicando a la MG/MG-PH que realice el transporte conforme a alguna de las arquitecturas de protocolos de Figura 6.15). Ello no alteraría la correspondencia Q.931-SIP propuesta por [TS 183 036], que seguiría siendo válida.

En cuanto a ambas soluciones basadas en pseudocables, cada PW puede transportar los datos de varias UNIs de una A-MGW y a cada A-MGW sólo le llegará un flujo Bds (una conexión Bds por A-MGW). Teniendo en cuenta que cada canal Bd de la PHI sólo contiene flujos Bdi de UNIs de una misma MG (LE-S), como principal diferencia entre ambas soluciones encontramos la siguiente:

- HDLCPWs (Figura 6.16): para cada A-MGW (MG), debe establecerse un HDLCPW por cada Bd asociado a dicha MG (yendo el flujo Bds sólo en uno de dichos HDLCPWs), al igual que un HDLCPW por cada Bb en modo paquete. El MGC-PH, basándose en la señalización PHI3 D64⁵⁶, usará MeGaCo para indicar a la MG-PH (PE) qué HDLCPWs establecer con cada A-MGW, así como el canal Bd o Bb que debe transportar cada uno de ellos.

⁵⁴ Todas las soluciones propuestas cumplen la estructura de servicio “integridad a 8 kHz” exigida para las llamadas en modo paquete caso A (transparente), y la estructura UDS exigida para las de caso B.

⁵⁵ En la RDSI clásica, la definición de los casos A y B fue consecuencia de la necesidad de dar soporte al modo paquete reutilizando las LEs ya existentes (caso A, acceso transparente a la LE), además de mediante las nuevas LEs ya dotadas de soporte integrado para este modo (caso B, acceso no transparente). Tras la migración a la NGN, las LEs serán reemplazadas por nuevos equipos (AGWs y TGWs), de modo que ambos casos A y B podrán ser emulados mediante una misma arquitectura NGN, transparentemente al usuario RDSI.

⁵⁶ Recuérdese que en la PHI, el establecimiento de cada canal Bd se realiza mediante la señalización PHI3 D64 (la señalización PHI3 de la conexión Bds se emplea entre LE-S y PH para acordar por qué canal Bd transportar cada flujo RDSI de canal D SAPI 16).

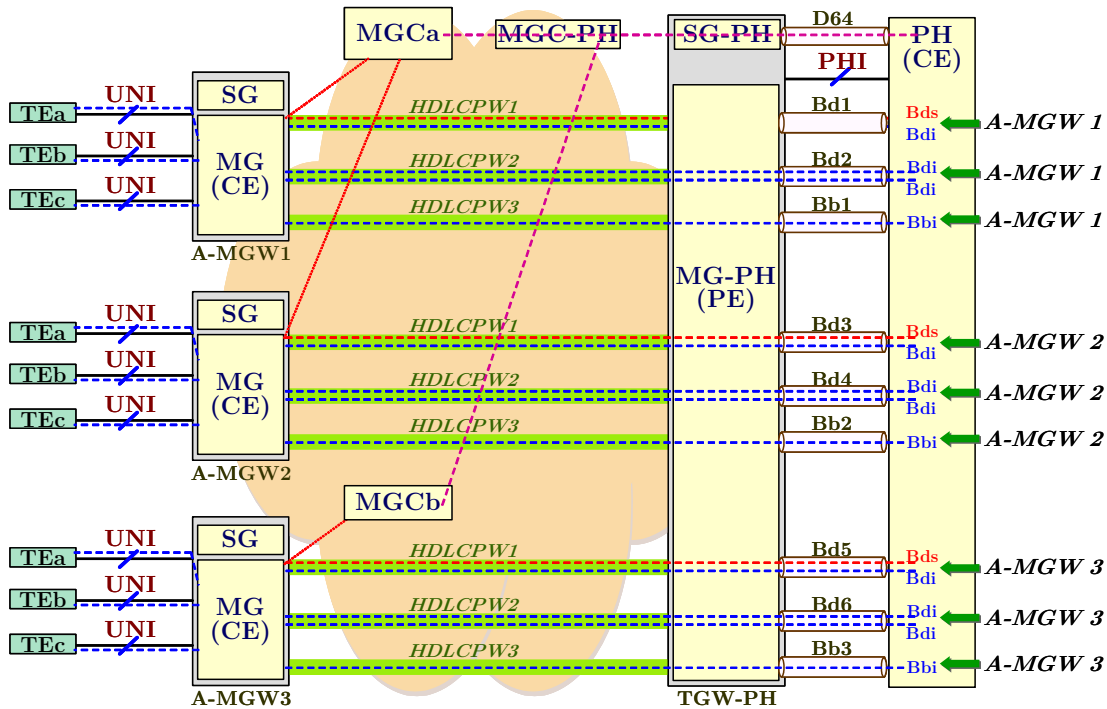


Figura 6.16: Transporte de canales Bd y Bb a la MG mediante HDLCPWs

- TDMPWs TDMoIP AAL2 (Figura 6.17): debe establecerse uno o varios TDMPWs por cada A-MGW (MG)⁵⁷, pudiendo transportar cada uno tanto los canales Bd (sólo uno contendrá la conexión Bds) como Bb asociados a las llamadas de paquetes de dicha A-MGW. El MGC-PH, basándose en la señalización PHI3 D64, usará MeGaCo para indicar a la MG-PH (PE) qué canales Bd y Bb debe encapsular cada TDMPW establecido con una A-MGW.

Tal y como ya se ha indicado, en la emulación del modo paquete en canal D o B mediante HDLCPWs (emula el nivel de enlace HDLC transparentemente a los CEs) o TDMPWs (emula el nivel físico, luego también transporta transparentemente el nivel de enlace), las tramas PHI2⁵⁸ (modo paquete en canal D, Figura 6.11D/E) o LAPB (canal B, Figura 6.15C/D) están siendo transportadas extremo a extremo (de TE a PH) sobre la red IP. Para que ello sea viable, es necesario que el retardo de transporte entre TE y PH no exceda el valor de los temporizadores T1 LAPB [X.25] o T200 PHI2/LAPD [ETS 300 099; Q.921 (I.441)] (período de tiempo desde que se envía una trama I hasta que se recibe la trama que la asiente, transcurrido el cual comenzaría el procedimiento de recuperación), que suele estar en torno a los 2.5 s. Si modelamos la red IP mediante tres conmutadores, con una distancia aproximada de propagación de 10⁶ m, se obtiene que para una tasa de transmisión en la red IP de 1 Mbps, el tiempo que transcurre entre el envío de una trama I y la recepción de su trama de asentimiento tendría un valor aproximado de 0.001 s, muy inferior por tanto al valor de los temporizadores T1/T200. Consecuentemente, podemos concluir que los temporizadores de las tramas de nivel de enlace no suponen ningún problema para el uso de HDLCPWs o TDMPWs.

⁵⁷ Cada TDMPW TDMoIP AAL2 tiene capacidad para 248 canales TDM (número máximo de CIDs disponibles), luego si el número de canales Bd/Bb asociados a llamadas de paquetes entre una A-MGW y el NGN-PH es superior, habrá que establecer múltiples TDMPWs entre ellos.

⁵⁸ Todas las tramas del nivel de enlace, incluyendo las tramas RR, RNR o REJ.

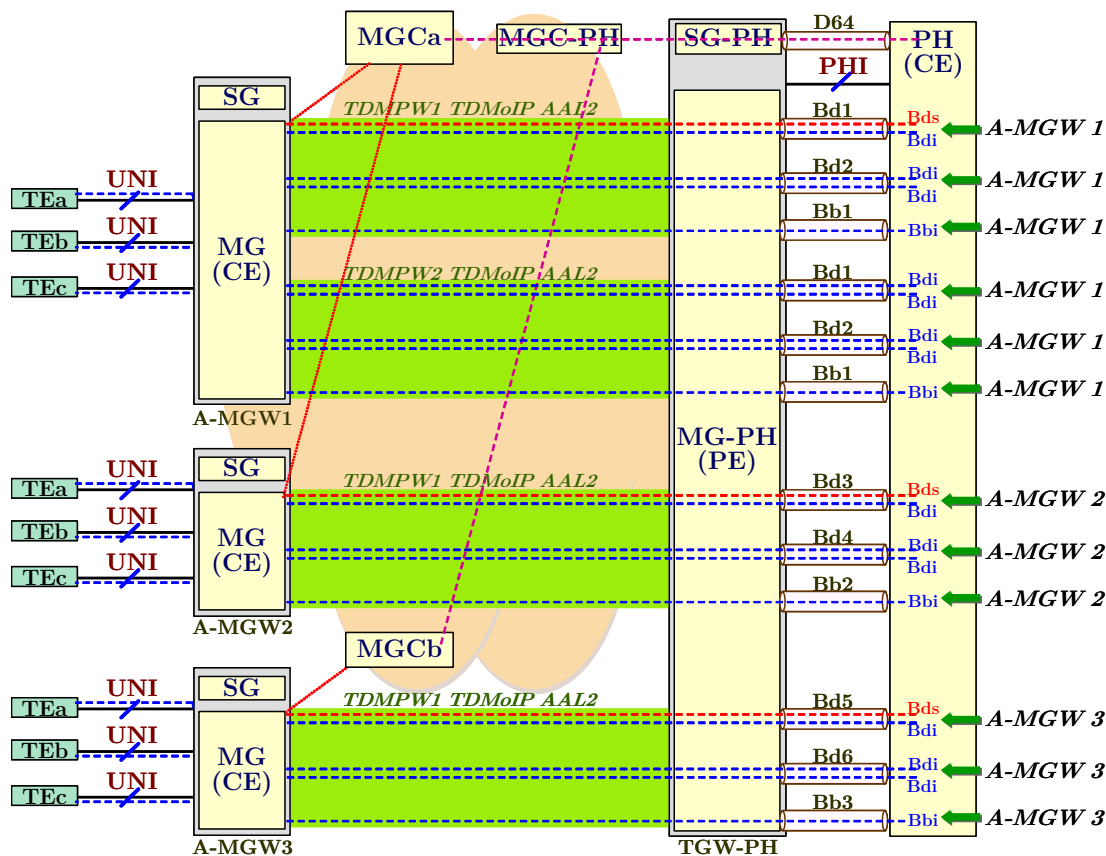


Figura 6.17: Transporte de canales Bd y Bb a la MG mediante TDMPWs TDMoIP AAL2

6.2.3 Arquitectura MeGaCo para el soporte del modo paquete

Este apartado ofrece la arquitectura MeGaCo necesaria para dar soporte al servicio en modo paquete, por canal D o B RDSI, basándose en las distintas alternativas de protocolos anteriormente analizadas⁵⁹. Dadas sus diferencias, se presentarán inicialmente los aspectos comunes, y en los siguientes subapartados se detallará la arquitectura concreta para cada protocolo:

- a) Terminaciones MeGaCo monoflujo sin multiplex: tal como ya se indicó en el Apartado 5.1.2, el perfil ETSI_ARGW sólo contempla terminaciones monoflujo⁶⁰ y sin multiplex. En gran

⁵⁹ Tal como se acordó en el Estado del Arte (Apartado 3.2.2), el uso de MeGaCo estará limitado a la MG (canales B y flujos de canal D con SAPI > 0), ajeno a la SG (flujo de canal D con SAPI 0).

⁶⁰ Recuérdese que dentro del mismo descriptor “Media” de una terminación MeGaCo pueden definirse múltiples descriptores de tren o Stream’s, identificados por un StreamID (cada Stream contendrá sus propios descriptores “LocalControl”, “Local” y “Remote”). El StreamID permite saber qué flujos de medios del contexto están interconectados; los trenes (ubicados en distintas terminaciones, las cuales están asociadas en el mismo contexto) con el mismo StreamID se conectan. Dentro de una terminación no puede aparecer dos veces el mismo “StreamID”. Todos los StreamIDs que pertenecen a la misma terminación (se encuentran en el mismo descriptor “Media”) comparten el mismo descriptor “TerminationState”, el cual contiene las propiedades *ServiceStates* (estado “en/fuera de servicio” de la terminación), *EventBufferControl* (uso de una cola para el procesamiento de eventos) y aquellas que no son propias de los trenes de medios. Consecuentemente, el uso de una terminación con múltiples Stream’s deberá usarse para reunir flujos con características comunes.

medida, ETSI_ARGW impone estas restricciones dado que sólo contempla terminaciones MeGaCo para llamadas de circuito por canal B monocanal. El uso de PWs para las llamadas de paquetes en canal D, así como el soporte de las llamadas multicanal, lleva de forma natural al uso de terminaciones multiplexoras multiflujo. Consecuentemente, en este apartado se ofrecerán soluciones que respeten los requisitos de ETSI_ARGW, pero también se mostrarán soluciones alternativas multiflujo con multiplex que, aún no respetándolos, podrían resultar útiles.

Independientemente de que se use una solución monoflujo/multiflujo con/sin multiplex, los parámetros (dirección IP, SAPI, TEI, ...) que deberá usar MeGaCo para caracterizar⁶¹ sus flujos serán los mismos. La diferencia se encontrará en la forma en que MeGaCo modela dichos flujos.

- b) Terminación física de canal D RDSI: con carácter general, será necesario crear en la MG una terminación física de canal D para detectar las llamadas de paquetes salientes por dicho canal D (Figura 6.20A): estas llamadas pueden realizarse sin el uso previo de Q.931⁶² por lo que, para que la emulación NGN sea transparente al usuario, será necesario configurar en cada terminación física de canal D el descriptor MeGaCo “Events” (luego independientemente de los descriptores “Media”) para que actúe del siguiente modo:

1º Inicialmente, cada terminación física de canal D de la MG (A-MGW) monitorizará los flujos de paquetes LAPD SAPI 16 (tramas p) para todos los TEIs.

2º Ante una nueva llamada de paquetes en un canal D por determinado TEI (mensaje LAPD SABME), la terminación física de canal D enviará al MGC un comando *notify*, indicándole la UNI, TEI y SAPI 16 de la llamada (Figura 6.20B). Estos datos serán usados posteriormente por el MGC para determinar el EI UU AdPHI2 del mensaje PHI3 Bds SETUP que enviará hacia el PH (Figura 6.20F)⁶³.

3º El MGC aplicará un comando *modify* sobre el descriptor “Events” de la terminación física de canal D implicada para que deje de monitorizar el TEI de dicha llamada, evitando así que la MG continúe enviando notificaciones al MGC para las subsiguientes tramas

Por claridad, en este capítulo se usará el término Stream para hacer referencia a “flujos MeGaCo” (atributo de una terminación), evitando confundirlos con los flujos de paquetes.

⁶¹ Al igual que se usó en el Apartado 5.1.2, diremos que un flujo del lado UNI/PHI queda “caracterizado” por aquellos parámetros del flujo que permiten a MeGaCo determinar con qué flujo del lado IP debe ser asociado, o viceversa.

⁶² El terminal RDSI que desee establecer una llamada en modo paquete por canal D no requiere hacer uso de la señalización Q.931, enviando directamente tramas p (SAPI 16) sobre el canal D.

⁶³ El NGN-PH necesita este AdPHI2 para crear la nueva conexión Bdi asociada a esta nueva llamada de paquetes. En consecuencia, es necesario que la MG envíe al MGC un comando *notify* ante cualquier nueva llamada de paquetes saliente.

de esa llamada. Una vez finalice la llamada por ese TEI, el MGC deshará este cambio para que la terminación física de canal D de la MG vuelva a monitorizar el TEI. Los TEIs no monitorizados por la terminación física de canal D corresponderán pues a llamadas de paquetes en curso.

4º A consecuencia de la notificación recibida, el MGC continuará el establecimiento de la llamada hacia el NGN-PH (Figura 6.20C).

Para el canal D64 de la PHI, al contrario que en las UNIs RDSI, no hay ningún motivo que justifique la necesidad de implicar a MeGaCo⁶⁴.

c) Control y gestión del estado de las interfaces físicas de la PHI: dado que la PHI corresponde a un conjunto de PRAs RDSI, su estado puede ser controlado y gestionado mediante los mismos procedimientos propuestos para las UNIs RDSI en el Apartado 4.2.2.3, con los siguientes matices:

- Dado que aquí sólo son dos los equipos implicados (TGW-PH y MGC-PH), el uso de la interfaz de gestión (e.g., SNMP) podría resultar más apropiado. No obstante, MeGaCo seguiría siendo útil para controlar los problemas que se produzcan en las interfaces físicas en tiempo de ejecución (por ejemplo, ante el desbordamiento de la memoria tampón en la interfaz PHI por una excesiva tasa de llegada de mensajes IP, la MG-PH deberá poner fuera de servicio los canales afectados, informando al MGC-PH).
- Puesto que la PHI está conformada por PRAs, no existiendo interfaces básicas, la des/activación de la interfaz física carece de sentido en la PHI.

d) Patrón de nombrado para las terminaciones MeGaCo de las interfaces:

- UNI RDSI: se aplicará el patrón propuesto por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.2.2.1) para las terminaciones físicas UNI RDSI, incluyendo los canales D:

```

ba                               <cana1D, cana1B[1,2]>
/ <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> /
pra                               <cana1D[1,2], cana1B[1-15,17-31]>

```

Cuadro 6.1: Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI en modo paquete

Cuando, en las llamadas por canal D, sea necesario crear una terminación efímera específica para el SAPI 16 (con objeto de diferenciarla de las terminaciones de tramas) o, incluso, para un determinado TEI, deberá ampliarse el patrón para los canales D al siguiente⁶⁵:

⁶⁴ Respecto a las llamadas de usuario, la PHI no equivale a las UNIs RDSI. En la PHI, el canal D64 no transporta información de usuario, ésta sólo se cursa por los canales Bd/Bb.

⁶⁵ Alternativamente a la indicación del SAPI y TEI en el nombre de la terminación, podría usarse en su lugar un ID (e.g., Eph_ba/bastidor/tarjeta/puerto/D/1234), e indicar el SAPI y TEI a que está asociada la terminación dentro de su descriptor Media, bien mediante propiedades MeGaCo en el subdescriptor

```

    ba
Eph_ / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> / <canalD> / <SAPI [16]> / <TEI [0-
pra / <canalD [1,2]> / 126]>

```

Cuadro 6.2: Patrón de nombrado extendido para terminaciones efímeras UNI RDSI

Este patrón corresponde al que ya se propuso en la evaluación de la propuesta de [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] para el soporte de los modos paquete en canal D realizada en el Apartado 3.3.2.3 (Cuadro 3.5).⁶⁶

En el caso de las llamadas multicanal soportadas mediante una única terminación RDSI, se usará el patrón definido en el Cuadro 5.4 (e.g., *ba/bastidor/tarjeta/puerto/B1,B5,B8*).

- PHI: dado que esta interfaz corresponde en realidad a un conjunto de PRAs RDSI, puede reutilizarse el anterior patrón de nombrado aplicando pequeñas adaptaciones⁶⁷:

```

                                <canalBd [1-15,17-31]>
pra / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> /
                                <canalBb [1-15,17-31]>

```

Cuadro 6.3: Patrón de nombrado para terminaciones físicas PHI

```

                                Bds (SAPI 0)
Eph_ / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> / <canalBd [1-15,17-31]> /
pra /                                Bdi's (SAPI 16)

```

Cuadro 6.4: Patrón de nombrado para terminaciones efímeras PHI

En caso de requerir una terminación efímera por cada conexión Bdi o flujo AdPHI2 (SAPI 16, UNI, TEI, esto es, flujo de una llamada de paquetes RDSI por canal D) en un canal Bd, será necesario recoger estos parámetros en el patrón, pudiendo usar como identificador de la UNI RDSI el nombre de la terminación MeGaCo de dicha UNI (al igual que ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] recomendaba para el IID de IUA, Apartado 4.2.2.1):

LocalControl, o bien en la descripción SDP de los subdescriptores Local/Remote (descripción SDP que requeriría ser definida, no estando soportada, siquiera, por la propuesta el borrador [taylor-sdp-tdm-01]). Considero que la indicación en el patrón de nombrado resulta más sencilla y fácil de implementar.

⁶⁶ Si para el patrón de nombrado de los flujos SAPI/TEI (terminaciones efímeras) se usase una simple extensión del patrón de los canales D (terminaciones físicas), e.g., “*ba-pra/bastidor/tarjeta/puerto/canalD/SAPI/TEI*”, se condicionaría el uso de los comandos MeGaCo. Por ejemplo, no sería correcto aplicar el comando *subtract* sobre todos los contextos (“*”) usando como nombre de terminación “*ba-pra/bastidor/tarjeta/puerto/**”, pues ello incluiría a las terminaciones físicas de canal D o B, que podrían estar en el contexto nulo (luego no estaría permitido que se les aplicase ese comando). Para evitar este problema, es una buena práctica distinguir el nombre de las terminaciones físicas y efímeras en el nivel más alto de la jerarquía (tal como hace, por ejemplo, [TS 129 232]/C.6.1.3), criterio bajo el que hemos añadido el prefijo “**Eph_**” (pudiendo aplicar, por ejemplo, el comando *subtract* sobre el nombre “**Eph_pra/***”).

⁶⁷ Recuérdese que en ninguna propuesta es necesario crear una terminación MeGaCo para el canal D64, luego no se recoge en el patrón.

Eph_pra/<bastidor> / <canalBd Bdi [ba,pra]/<bastidor>/<tarjeta>/<tarjeta>/<puerto> [1-15,17-31]> (SAPI16) / a/<puerto>/<ID UNI RDSI> / <TEI [0-126]>

Cuadro 6.5: Patrón de nombrado para conexiones Bdi PHI

En el caso de las llamadas multicanal soportadas mediante una única terminación PHI, será necesario permitir que el patrón recoja los distintos canales Bb implicados en la llamada, e.g., *ba/bastidor/tarjeta/puerto/Bb1,Bb5,Bb8*.⁶⁸

- IP (RawFR, XOT, HDLCPW, TDMPW, IUA): al igual que se indicó en el Apartado 5.1.2 para el modo circuito, se respetará el patrón de nombrado sugerido por [TS 183 002 v3.3.1] (Apartado 4.2.2.2), recomendando que el patrón recoja explícitamente el tipo de protocolo al que corresponde la terminación, e.g.:

ephemeral/HDLCPW/<cadena de caracteres alfanuméricos o "/">

- e) Coordinación en la identificación de las interfaces/canales en la PHI entre IUA (canal D64), MeGaCo y PHI3 D64/Bds: dado que la PHI puede constar de varias PRAs controladas por un canal D64 común (modo NFAS), pueden aplicarse directrices similares a las propuestas para las UNIs RDSI (Apartados 3.3.4.2 y 4.2.3):

- Provisionar en MG-PH y MGC-PH el anterior patrón de nombrado para las terminaciones MeGaCo de canales PHI Bd/Bb. Igual que en el Apartado 3.3.4.2, aconsejo que esta patrón de nombrado siga la misma numeración de canales Bd/Bb establecida en el EI PHI3 CI (contiene el ID binario PHI3 de la PRA y el número del canal), permitiendo al MGC-PH correlacionar de forma inmediata la identificación de los canales entre dicho EI y el nombre de las terminaciones.
- Emplear dicho patrón para el IID de IUA. Debe advertirse que en el IID de IUA sólo es necesario identificar la interfaz (UNI RDSI o PRA PHI), no el flujo concreto. Consecuentemente, el IID de IUA seguirá el siguiente patrón, perfectamente codificable en los 32 bits de los que dispone dicho campo:

```

          ba
UNI RDSI (D): .....
          pra / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto>
          .....
PRA PHI (D64): pra

```

Cuadro 6.6: Formato del campo IID IUA en la MG y MG-PH

- Respecto a las propiedades MeGaCo propuestas para las UNIs RDSI, en el caso de la PHI:

⁶⁸ Esta opción requiere que todos los canales Bb pertenezcan a la misma PRA de la PHI, cuestión no abordada en [ETS 300 099]/D (ver Apéndice) y sujeta a criterios de implementación.

- ▶ *assocd* (nombre MeGaCo de la PRA que contiene el canal D64): el canal D64 siempre estará, en general, en la misma PRA.
- ▶ *interfaceid* (ID binario PHI3 de la PRA en que se encuentra la terminación que posee esta propiedad): todas corresponden a interfaces de un mismo equipo, la MG-PH.
- ▶ *callnumber* (número RDSI de la PRA): el PH dispondrá de una única dirección E.164, común para todas sus PRAs.

En resumen, en lugar de crear estas propiedades, dado que sólo existe una pasarela (TGW-PH), parece más razonable provisionar al MGC-PH con estos parámetros.

- De forma particular para la PHI, será necesario que el MGC-PH conozca la relación entre cada RBd (usado en la señalización PHI3 D64/Bds) y el nombre MeGaCo de la terminación de canal Bd correspondiente, de modo que pueda aplicar mediante MeGaCo las operaciones demandadas por la señalización PHI3. El MGC-PH dispone de esta relación dado que:
 - ▶ Tal como se ha indicado antes, el patrón de nombrado MeGaCo, usado por el MGC-PH para crear en la MG-PH las terminaciones PHI, debe seguir la misma numeración de canales Bd/Bb establecida en el EI PHI3 “CI”; asimismo, el MGC-PH conoce el ID binario PHI3 de cada PRA que pueda referenciar el EI PHI “CI”: así pues, dado un canal Bd/Bb referenciado en el EI CI, el MGC-PH conoce el nombre de la terminación MeGaCo de dicho canal.
 - ▶ MGC-PH (y MGC) conocen la relación entre el RBd y la identificación PHI3 de dicho canal Bd: en el proceso de establecimiento de cada canal Bd, el MGC-PH recibe los EIs PHI3 D64 “CI” y “UU RBd” en el mensaje SIP PHI3 D64 CONNECT (llamadas salientes, Figura 6.20D) o SETUP (llamadas entrantes, Figura 6.21A).
- f) Descripción SDP de los medios (subdescriptores “Local/Remote” del descriptor “Media”) en las terminaciones MeGaCo de las interfaces UNI RDSI: para las llamadas en modo circuito, los Apartados 4.3.1.1 y 5.1.2 justificaban la necesidad de incluir la descripción SDP de los medios en las terminaciones MeGaCo del lado RDSI. Trasladando este análisis a las llamadas en modo paquete, se tiene que en:
- Modo paquete en canal B: conforme define [X.31/I.462], los equipos terminales X.25 pueden ser adaptados a la RDSI para realizar llamadas por canal B bajo:
 - ▶ Caso B (no transparente): la adaptación de velocidad, hasta completar los 64 kb/s, se realizará mediante el relleno con banderas entre tramas LAPB [X.31/I.462]/12.3.2. En este caso, el quinto octeto del EI BC [Q.931] puede omitirse, no siendo necesario transportar en Q.931 ninguna información de velocidad del equipo X.25.

- ▶ Caso A (transparente): la adaptación de velocidad puede realizarse mediante el relleno con banderas entre tramas LAPB o, alternativamente, mediante el método [X.30], el cual requiere que la señalización Q.931 transporte la velocidad de datos usada por el DTE X.25. Consecuentemente, será necesaria la inclusión del quinto octeto del EI BC y, en el método X.30, también se requerirá, al menos, el octeto 5a.

Bajo esta situación, queda justificada la necesidad de que en la terminación MeGaCo del lado RDSI, el MGC incluya la descripción SDP de los medios procedentes de la UNI RDSI⁶⁹, de forma que la MG puede procesarlos adecuadamente⁷⁰.

- Modo paquete en canal D: si bien también podrían describirse los medios en SDP, en este caso puede prescindirse de ello, dado que a partir del nombre de la terminación, la MG sabe que se trata de una llamada en canal D (en el que no existen adaptaciones de velocidad u otros parámetros de capa 1 que hubiese que indicar a la MG) y de paquetes (SAPI 16), con lo que, respetando la asignación de SAPIs de [Q.921 (I.441)], conoce que el protocolo de red es PLP.

Al igual que sucedía para las llamadas en modo circuito (Apartados 4.3.1.1 y 5.1.2), ni SDP [RFC 4566] ni [TS 183 036] contemplan la descripción SDP para las terminaciones RDSI. [bo-megaco-isdn-data; bo-megaco-isdn-01] (Apartado 3.3.2.3) plantean un ejemplo de descripción SDP para una terminación de canal D, pero que tampoco resulta útil⁷¹. Consecuentemente, propongo usar la sintaxis planteada por los borradores [taylor-sdp-tdm-01] y [taylor-sdp-tdm-00] (para las llamadas multicanal), tal como ya se indicó para las llamadas en modo circuito (Apartado 5.1.2). Un posible ejemplo de descripción de medios, bajo este borrador, para la terminación RDSI de una llamada de paquetes por canal D sería el siguiente:

```
MEGACO/1.0 [123.123.123.4]:55555 (MGC -> MG)
Transaction = 12 {
  Context = 2000 {
    Modify = ba/bastidor1/tarjeta2/puerto3/canalD {
      Media { Stream = 1
        {
```

⁶⁹ Alternativamente a esta descripción SDP podría plantearse el uso de propiedades MeGaCo, pero dado que son características de los medios, considero más adecuado el uso de SDP.

⁷⁰ Para el caso B, dado que para modo paquete sólo se tiene una posible adaptación de velocidad, cabría plantearse que, en lugar de incluir esta descripción SDP en la terminación del lado RDSI, la MG dedujese que se trata de este tipo de acceso (modo paquete con adaptación X.31) a partir de las características de la terminación del lado IP. Sin embargo, ello no es viable dado que en el lado IP se usan tecnologías (como TDMPW) que son válidas para llamadas tanto de voz como de paquetes. En cualquier caso, para el caso A (recuérdese que en el lado IP se usa la misma arquitectura para ambos casos A y B), en caso de la adaptación X.30, siempre será necesaria la descripción SDP.

⁷¹ El ejemplo solamente se centra en indicar el TEI y SAPI del flujo de canal D a que corresponde la terminación (el cual hemos propuesto recogerlo en el nombre de la terminación), sin mencionar nada del canal B, que es donde realmente es necesaria esta descripción SDP.

```

Remote { v=0
        c=TDM NUL --
        m=application 1 PKT/TDM octet-stream
        a=netprof:X25P/Q921
} } } } } }

```

Para las terminaciones MeGaCo de las interfaces PHI en la MG-PH, se tiene que en la PHI todas las llamadas son de paquetes (no de voz ni tramas), pudiendo ser en modo circuito (caso A) o en modo paquete (caso B), empleándose una señalización PHI3 D64 distinta para ambos, como corresponde al funcionamiento Q.931. Las llamadas por:

- Canal B RDSI se cursarán por canal Bb PHI (tanto en caso A como en B), sólo soportándose en ambos la adaptación de velocidad X.31 de relleno con banderas [ETS 300 099]/5.1.1.
- Canal D RDSI: se cursarán por canal Bd PHI (caso B), multiplexándose varias llamadas por cada canal D conforme define [ETS 300 099].

Consecuentemente, para las terminaciones del lado PHI no será necesario incluir la descripción SDP de los medios, dado que la MG-PH ya conoce su formato a partir del nombre de la terminación (canal Bb de 64 kb/s con tramas LAPB, o canal Bd de 64 kb/s con multiplexión PHI2 Bds).

- g) En el escenario clásico, cada LE accede a un único PH, aquel que da acceso a la red de paquetes del operador. Por extensión, en la NGN cada AGW/MGC accederá a un único NGN-PH. Asimismo, podrá asumirse que la dirección IP de la MG-PH y el MGC-PH se encuentra provisionada en los MGCs. En las MGs, podrá estar también provisionada (como propone ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1]), o configurada vía MeGaCo.

Observando el esquema de la Figura 6.5, puede apreciarse como en el transcurso de cada llamada de paquetes saliente o entrante por canal D o B, es necesario que los equipos implicados tomen diversas decisiones de encaminamiento⁷². Para cada una de las soluciones propuestas, se garantizará que, con ayuda de la arquitectura MeGaCo, sea posible resolver todas esas decisiones. Para ello, en las soluciones propuestas se ha contemplado que:

- Para ambos sentidos de la llamada, los contextos MeGaCo pueden discriminar los mensajes recibidos del lado IP basándose en la información contenida en éstos.
- MGC y MGC-PH han podido obtener previamente esos “datos de discriminación”, necesarios para crear los contextos. Estos datos han podido ser obtenidos a partir de las señalizaciones Q.931, PHI3 y SIP (parámetros propios de la llamada) o a partir de MeGaCo (parámetros decididos unilateralmente por MG o MG-PH, y trasladados a la otra a través de sus MGC's mediante SIP; e.g., puerto TCP en XOT).

⁷² Por ejemplo, en una llamada entrante el MGC-PH debe determinar el MGC al que enviarle los mensajes SIP consecuencia de la señalización PHI3 D64.

6.2.3.1 Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en el protocolo RawFR

La Figura 6.18 ofrece una arquitectura que satisface las restricciones de ETSI_ARGW (monoflujo sin multiplex), mientras que la Figura 6.19 ofrece una alternativa multiflujo con multiplex para las llamadas por canal D o por canal B multicanal. A continuación se analiza el comportamiento y ventajas de ambas para cada tipo de acceso en modo paquete:

- a) Modo paquete en canal D, en la MG: si se emplea la solución:
- Monoflujo (Figura 6.18): para cada canal D en el lado RDSI, se creará⁷³:
 - ▶ Una terminación física, mantenida en el contexto nulo, que gestione el canal D completo y envíe al MGC un comando *notify* cuando detecte un flujo SAPI 16 por un determinado TEI de llamada no activa.
 - ▶ Una única terminación efímera para las distintas llamadas de paquetes realizadas sobre dicho canal D (gestionará los flujos SAPI 16 por los TEIs con llamadas en curso⁷⁴, mientras que la terminación física seguirá gestionando el resto de flujos del canal D).

La terminación efímera RDSI SAPI 16 se asociará en un contexto con una terminación efímera RawFR, encargada de transportar hasta la MG-PH los flujos de paquetes de sólo ese canal D⁷⁵ (su descriptor SDP Remote contendrá la IP de la MG-PH). Estas terminaciones RawFR se caracterizarán por el ID de la UNI⁷⁶ del canal D al que corresponden y por el valor SAPI 16 (ambos transportados en el campo AdPHI2 de la cabecera RawFR). Estos parámetros (TEI, SAPI, UNI) son conocidos en la MG e informados al MGC mediante IUA (llamadas entrantes, Figura 6.21B) o mediante el comando MeGaCo *notify* (llamadas salientes, Figura 6.20B).

⁷³ Tal como se ha discutido y concluido en la lista de correo [LIST_IETF_MEGACO], MeGaCo [H.248.1] permite que un mismo medio sea gestionado por dos o más terminaciones, con el requisito de que se emplee un patrón de nombrado apropiado para dichas terminaciones.

⁷⁴ Adviértase que es una terminación para todos los flujos de paquetes (SAPI 16) del mismo canal D (luego, para todos los TEIs de llamadas en curso). Esto es posible dado que el TEI viaja en la cabecera RawFR, y todos los flujos de paquetes SAPI 16 del mismo canal D (con diferente TEI) siguen el mismo camino (origen dicho canal D y destino el PH).

⁷⁵ Estas terminaciones RawFR son necesarias porque, además de contener la dirección IP de la MG-PH, permiten indicar el destino de cada flujo de canal D RDSI. A los flujos SAPI 16 se les asocia como destino la MG-PH, mientras que los flujos SAPI 0 son dirigidos al MGC (sin contexto MeGaCo). Si bien podría plantearse usar provisionamiento para indicar el destino según el SAPI, el establecimiento de estas asociaciones es precisamente la finalidad de MeGaCo, por lo que resulta la solución más adecuada.

⁷⁶ El ID de la UNI (identificador de la interfaz RDSI) es transportado tanto en la cabecera IUA (campo IID) como en la cabecera RawFR (campo AdPHI2), usándose para el mismo el nombre de la terminación MeGaCo de la UNI (Apartados 4.2.2.1 y 4.4.2).

Dado que todas las terminaciones efímeras RawFR SAPI 16 tienen el mismo destino (MG-PH), podría plantearse usar una única terminación RawFR común para todos los canales D. Sin embargo, ello provocaría que el tráfico recibido del lado IP fuese enviado por todas las terminaciones efímeras de canal D, lo cual no es lo esperado. Por otro lado, también podría plantearse que, en lugar de crear una terminación efímera SAPI 16 por canal D, se sacase la terminación física de canal D del contexto nulo, asociándola con la terminación RawFR. Sin embargo, esto llevaría a la solución multiflujo, a continuación analizada.

- Multiflujo (Figura 6.19): por cada canal D de la A-MGW por el que se estén cursando llamadas de paquetes (SAPI 16) se creará un contexto constituido por:
 - ▶ Una terminación física de canal D: contendrá un Stream para todas las llamadas de paquetes (SAPI 16) que se estén cursando por dicho canal.
 - ▶ Una terminación efímera RawFR, la cual contendrá un único Stream asociado al Stream de paquetes (SAPI 16) de la terminación física de canal D. Al recibir un mensaje RawFR, la MG determinará la terminación RawFR a la que pertenece por la UNI y SAPI 16 de su campo AdPHI2.

b) Modo paquete en canal D, en la MG-PH: si se emplea la solución:

- Monoflujo (Figura 6.18): para cada canal Bd de la PHI, se crearía una:
 - ▶ Terminación física: mantenida en el contexto nulo. Esta terminación será necesaria para detectar las nuevas llamadas entrantes en cada canal Bd, informando al MGC-PH del AdPHI2 (y canal Bd) de dicha llamada.
 - ▶ Terminación efímera única para todas sus conexiones Bdi: asociada en un contexto con una terminación efímera RawFR, caracterizada por la dirección IP de la A-MGW a la que pertenece este canal Bd, así como por el AdPHI2 de cada uno de los flujos de paquetes cursados por este canal Bd.
 - ▶ En su caso, otra terminación efímera para la conexión Bds SAPI 0 (sólo en los canales Bd que contengan la conexión Bds de su A-MGW): el MGC-PH conocerá el canal Bd en el que crear esta terminación Bds a partir del RBd de la señalización PHI3 D64 (Figuras 6.20D y 6.21A)⁷⁷.

La terminación Bds estará asociada en un contexto con una terminación efímera que usará protocolo RawFR_s (Figura 6.6B). Dicha terminación RawFR_s estará caracterizada por la dirección IP del MGC que controla la A-MGW a que está vinculado este canal Bd (necesaria para diferenciar las distintas MGCs, y obtenida por el MGC-PH a partir de los propios mensajes SIP en las llamadas salientes o de la dirección llamada E.164 A-MGW en las llamadas entrantes), así como por el ID de la A-MGW a la que corresponde este

⁷⁷ Recuérdese que el MGC-PH conoce la relación entre cada RBd y la terminación MeGaCo de canal Bd correspondiente.

flujo de señalización (necesario para poder determinar la conexión Bds a que corresponde, dado que un mismo MGC controla varias A-MGWs). La gestión de dicho ID A-MGW puede realizarse de dos formas:

- ▶ Modelarlo como una propiedad MeGaCo en la A-MGW, cuyo valor será asignado por el MGC vía MeGaCo en el momento en que se registre la A-MGW, garantizando su unicidad entre todas las A-MGWs controladas por ese MGC. El MGC indicará dicho ID al MGC-PH mediante SDP/SIP (SIP INVITE en llamadas salientes y SIP RESPONSE en las entrantes) en el proceso de establecimiento del primer canal Bd con esa A-MGW. Esta posibilidad es la recogida en las Figuras III.6 y III.8.
- ▶ Usar para este ID A-MGW el identificador (PRA y número de canal en la PHI) del primer canal Bd asociado a esa A-MGW (que contiene la conexión Bds). El MGC-PH enviará dicho ID (EI PHI3 D64 "CI" del canal Bd) al MGC (para que este pueda añadirlo en el campo de dirección de las tramas RawFR_s que él envía hacia la MG-PH) mediante SDP/SIP (SIP RESPONSE en llamadas salientes y SIP INVITE en las entrantes), en el proceso de establecimiento de ese primer canal Bd.

En ambos casos, el MGC-PH usará dicho ID A-MGW para caracterizar la terminación efímera RawFR_s en la MG-PH.

Podría modelarse que la terminación física de canal Bd se encargase de las conexiones Bdi, saliendo pues del contexto nulo y asociándose con la terminación efímera RawFR que transporta dichas conexiones. Sin embargo, ante un canal Bd con conexión Bds, esto llevaría a la solución multiflujo, expuesta a continuación.

- Multiflujo (Figura 6.19): difiere de la solución monoflujo en que las terminaciones físicas de canal Bd serán asociadas directamente con la terminación efímera RawFR. Asimismo, para el canal Bd que contiene la conexión Bds de la A-MGW a la que está vinculado dicho canal, se crearán dos Stream's en su terminación física, uno para la conexión Bds (con SAPI0 y asociado con la terminación efímera RawFR_s) y otro para las distintas conexiones Bdi (con SAPI 16 y asociado con la correspondiente terminación efímera RawFR).

En ambos casos, debe notarse que la creación de las terminaciones efímeras (o Streams) RawFR es posible gracias a que el MGC-PH conoce:

- Dirección IP de la A-MGW asociada al canal Bd: el MGC-PH dispone de la dirección E.164 de la A-MGW (como Cg en la cabecera del mensaje SIP INVITE para el establecimiento de su conexión Bds en llamadas salientes, o en el EI Cd del mensaje PHI3 D64 SETUP para llamadas entrantes). A partir de dicha dirección E.164, el MGC-PH obtendrá la dirección IP de la A-MGW consultando un servidor DNS⁷⁸.

⁷⁸ Esta misma dirección E.164 A-MGW es usada por el MGC-PH para determinar, en las llamadas entrantes, el MGC al que debe enviar el mensaje SIP INVITE. En las llamadas entrantes por canal B el MGC será determinado por la dirección E.164 de la UNI llamada. De igual modo, esta dirección E.164 UNI es usada

- Flujos AdPHI2 a asignar a cada canal Bd: MGC y MGC-PH son informados del RBd asignado por el PH a cada canal Bd en el momento de establecerlo (EI PHI3 D64 RBd, Figuras III.6, 6.20D y 6.21A). Sin embargo, el canal Bd por el que cursar cada flujo de paquetes AdPHI2, siempre elegido por el PH, sólo es informado al MGC (no al MGC-PH) y sólo en las llamadas salientes (EI PHI3 Bds RBd, Figuras III.6 y 6.20E)⁷⁹. Por ello, para las:
 - Llamadas salientes: el MGC, que dispone del RBd por el que cursar el flujo AdPHI2, lo indicará al MGC-PH en SDP mediante un mensaje SIP UPDATE.
 - Llamadas entrantes: la MG-PH recibirá del PH el SABME (Figura 6.21C) por determinado canal Bd. La terminación física de dicho canal Bd enviará un comando *notify* al MGC-PH indicándole tanto la terminación de canal Bd por el que ha entrado el mensaje (queda indicado por el propio nombre de la terminación que envía el *notify*) como su AdPHI2 (indicado como parte del evento notificado). Al igual que en la UNI RDSI, el descriptor “Events” encargado de monitorizar estos eventos será modificado para que sólo notifique al MGC-PH llamadas (mensajes SABME) por este canal Bd con otro AdPHI2.

A raíz de ello, el MGC-PH podrá crear (para el primer flujo por ese canal Bd) o modificar en la MG-PH la terminación efímera RawFR asociada con la terminación efímera SAPI 16 de ese canal Bd, añadiéndole ese flujo AdPHI2.

- c) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG: basta crear una terminación física para cada canal B que curse una llamada de paquetes, asociada en un contexto con una terminación efímera RawFR_B (Figura 6.13B), caracterizada por el identificador del canal Bb de la PHI (dado que la PHI es multi-PRAs, esté constará del ID de interfaz PRA de la PHI y del número de canal Bb dentro de ella) que cursará el tráfico de este canal B. Esta solución es posible gracias a que el MGC conoce el identificador del canal Bb de la PHI al recibirlo, vía SIP (RESPONSE en llamadas salientes e INVITE en las entrantes), en el EI PHI3 D64 CI.
- d) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG-PH: al igual que en la MG, se creará una terminación física para cada canal Bb que curse llamadas, asociada en un contexto con una terminación efímera RawFR_B caracterizada por el identificador de ese canal Bb de la PHI (ID de la PRA y número de canal Bb, conocido por el MGC-PH al recibirlo en el EI PHI3 D64 “CI”). Dado que los canales Bb de la PHI tienen un identificador único, no es necesario incluir la dirección IP de la A-MGW en la caracterización de la terminación RawFR (aunque, obviamente, dicha dirección estará en la descripción de los medios de la terminación para indicar el destinatario).

por el MGC, en las llamadas entrantes por canal D, para determinar la A-MGW con la que debe comunicarse.

⁷⁹ En las entrantes, el PH comienza a enviar directamente por el Bd que decida (sin comunicarlo mediante PHI3 Bds), debiendo estar la MG preparada para recibir mensajes PHI2 SABME por todos los canales Bd establecidos. El MGC-PH no recibe la señalización PHI3 Bds.

- e) Modo paquete en canal B multicanal (caso A), en la MG/MG-PH: si se emplea la solución:
- Monoflujo (Figura 6.18): aprovechando el hecho de que, desde el punto de vista del nivel de enlace, un servicio portador RDSI con “N” canales B/Bb equivale funcionalmente a un servicio portador monocanal de tasa Nx64 (tal como se evaluó en el Apartado 5.1.1.1), se creará una única terminación física en el lado RDSI que representa a dicho conjunto de canales.
 - Multiplex (Figura 6.19): se creará una terminación física independiente para cada canal B/Bb, multiplexándolas en un único flujo mediante una terminación multiplexora Nx64K.

En ambos casos, se asociará el flujo multicanal con una única terminación efímera RawFR_m (Figura 6.14B), caracterizada por el ID asignado a la llamada multicanal. Este identificador requiere ser único entre las llamadas multicanal de una misma A-MGW⁸⁰, por lo que puede ser asignado por la MG (llamadas entrantes) o la MG-PH (llamadas salientes), siendo indicado al MGC o MGC-PH, respectivamente, vía MeGaCo, y enviado al otro controlador en SDP mediante el mensaje SIP RESPONSE.

Como comparación entre ambas soluciones MeGaCo multi y monoflujo, creo que la opción multiflujo facilita el control al emplear una única terminación por canal D/Bd, presentando como principal inconveniente que no satisface el perfil ETSI_ARGW, por lo que debe aconsejarse la solución monoflujo en aras de garantizar una mayor compatibilidad entre equipos de distintos fabricantes.

Partiendo de las torres de protocolos propuestas para RawFR (Figuras 6.3, 6.8, 6.11, 6.12 y 6.15), la anterior arquitectura MeGaCo (Figuras 6.18 y 6.19), y los flujos de mensajes existentes en la PHI clásica (Figuras III.6, III.8, III.9 y III.10), las Figuras 6.20, 6.21, 6.22 y 6.23⁸¹ resumen los flujos de mensajes que tendrían lugar para el establecimiento de las llamadas de paquetes por canal D y B RDSI, cuando en el tramo IP se usa RawFR⁸².

⁸⁰ Dos A-MGWs pueden usar el mismo ID de llamada multicanal, dado que la MG-PH podrá diferenciar sus mensajes RawFR_m, identificando la A-MGW a la que pertenecen, a partir de la dirección IP de la A-MGW.

⁸¹ Debe advertirse que estos esquemas no son exhaustivos, recogiendo sólo los mensajes más representativos (no están recogidos mensajes tales como Q.931 ALERTING, SIP Response 180-Ringing, ...).

⁸² En el escenario de llamada saliente por canal D (Figura 6.20), debe advertirse que a consecuencia de que en la solución propuesta el MGC actúa de “puente”, está retrasado el envío del mensaje LAPD UA de respuesta al TE RDSI (Figura 6.20G) hasta tener confirmación de que la red está preparada para cursar el mensaje PLP Restart. Ante dicho comportamiento, cabe pensar que dicho mensaje UA pueda ser enviado con un retraso excesivo. Sin embargo, ello no supone ningún obstáculo. [Q.921 (I.441)] establece que el retraso máximo con que debe llegar dicho mensaje es controlado por el temporizador T200 el cual, si bien presenta como valor habitual 1 s, puede ser modificado cuando la situación lo requiera, pudiendo acordarse entre el usuario y el lado de la red mediante el procedimiento de negociación automática basado en mensajes XID definido en [Q.921 (I.441)]/IV.

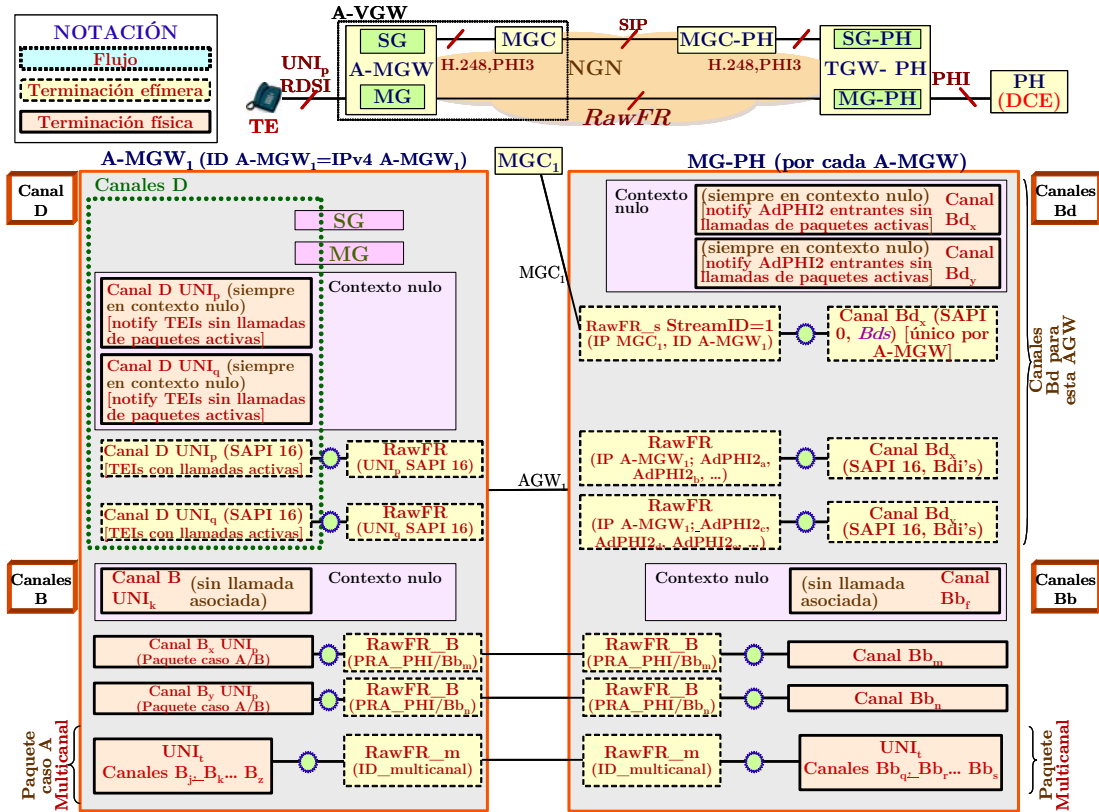


Figura 6.18: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en RawFR

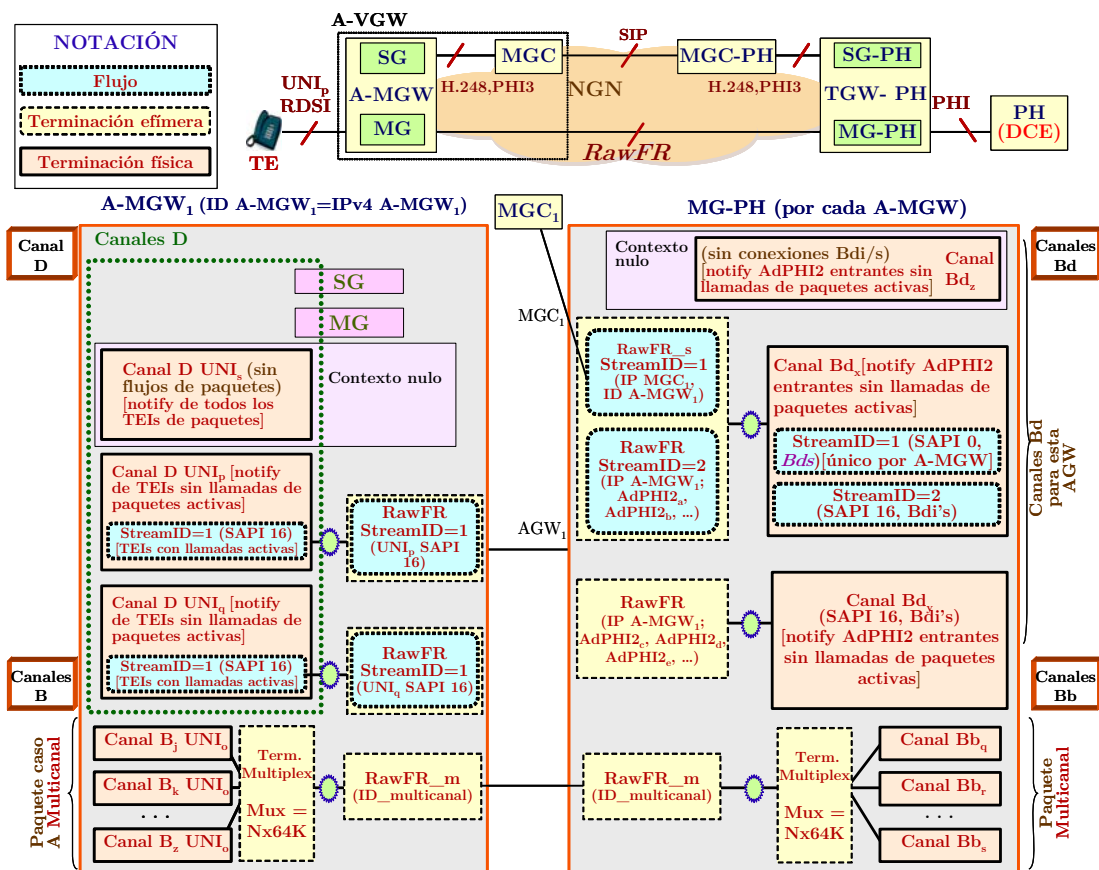


Figura 6.19: Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en RawFR

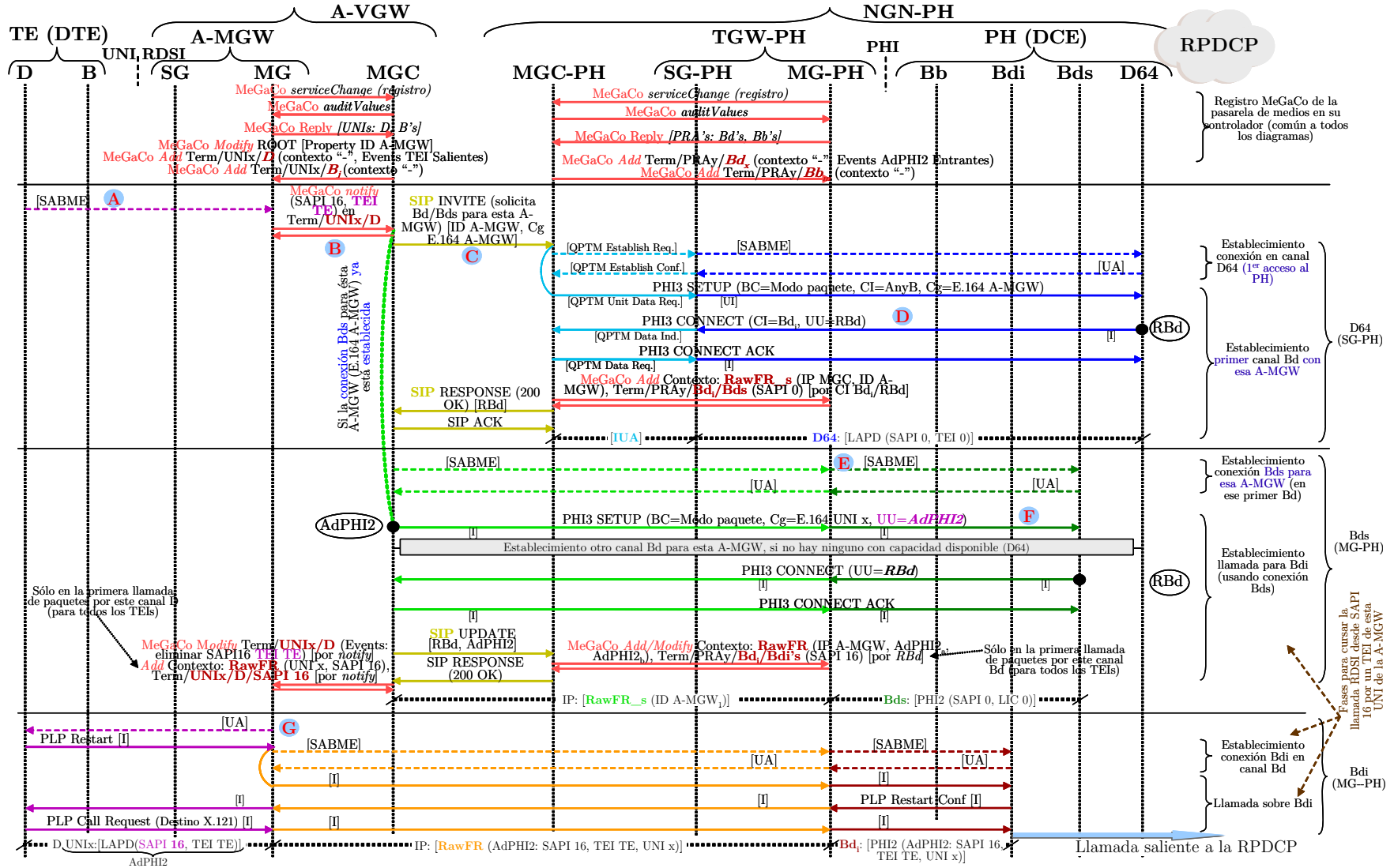


Figura 6.20: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante RawFR

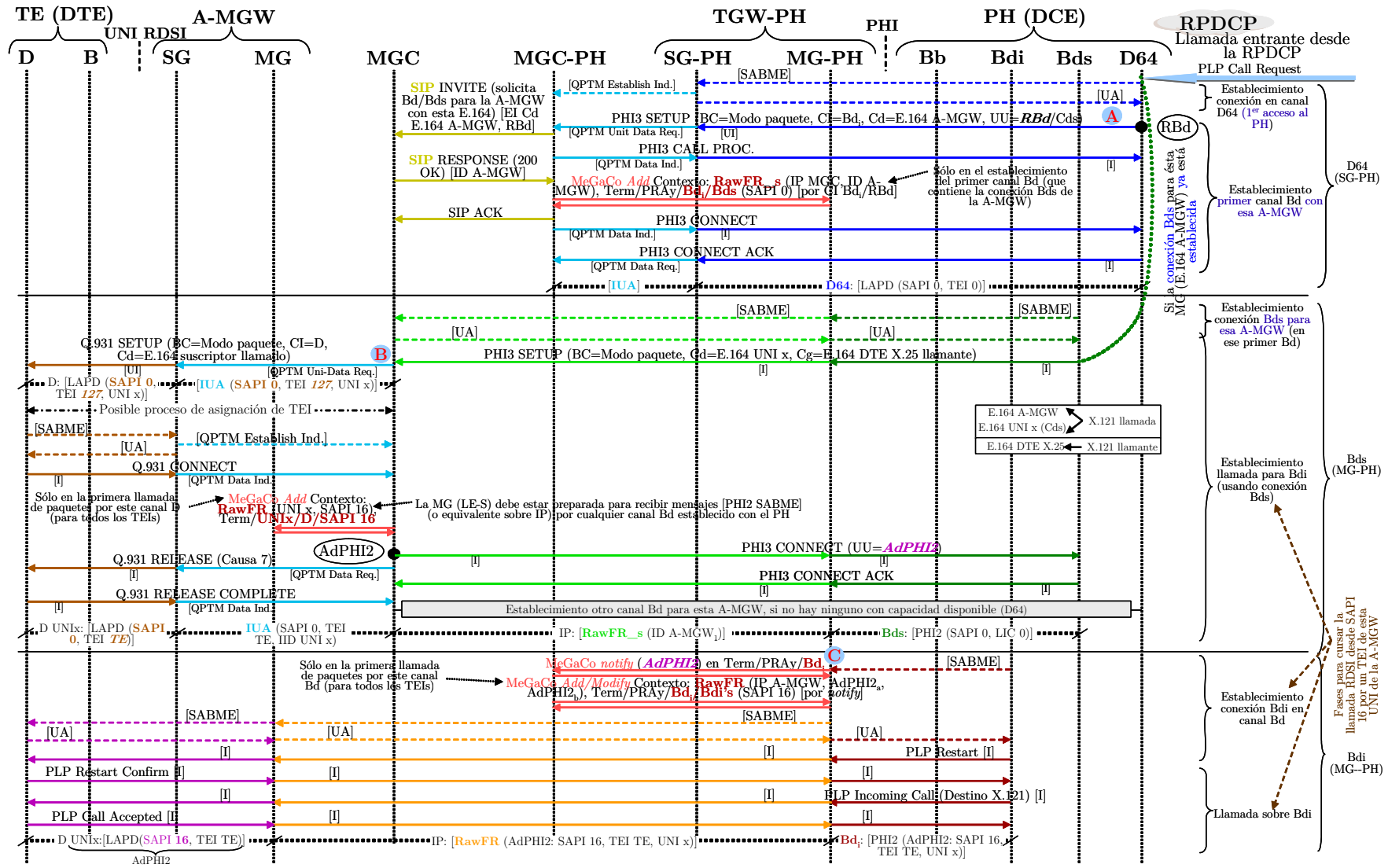
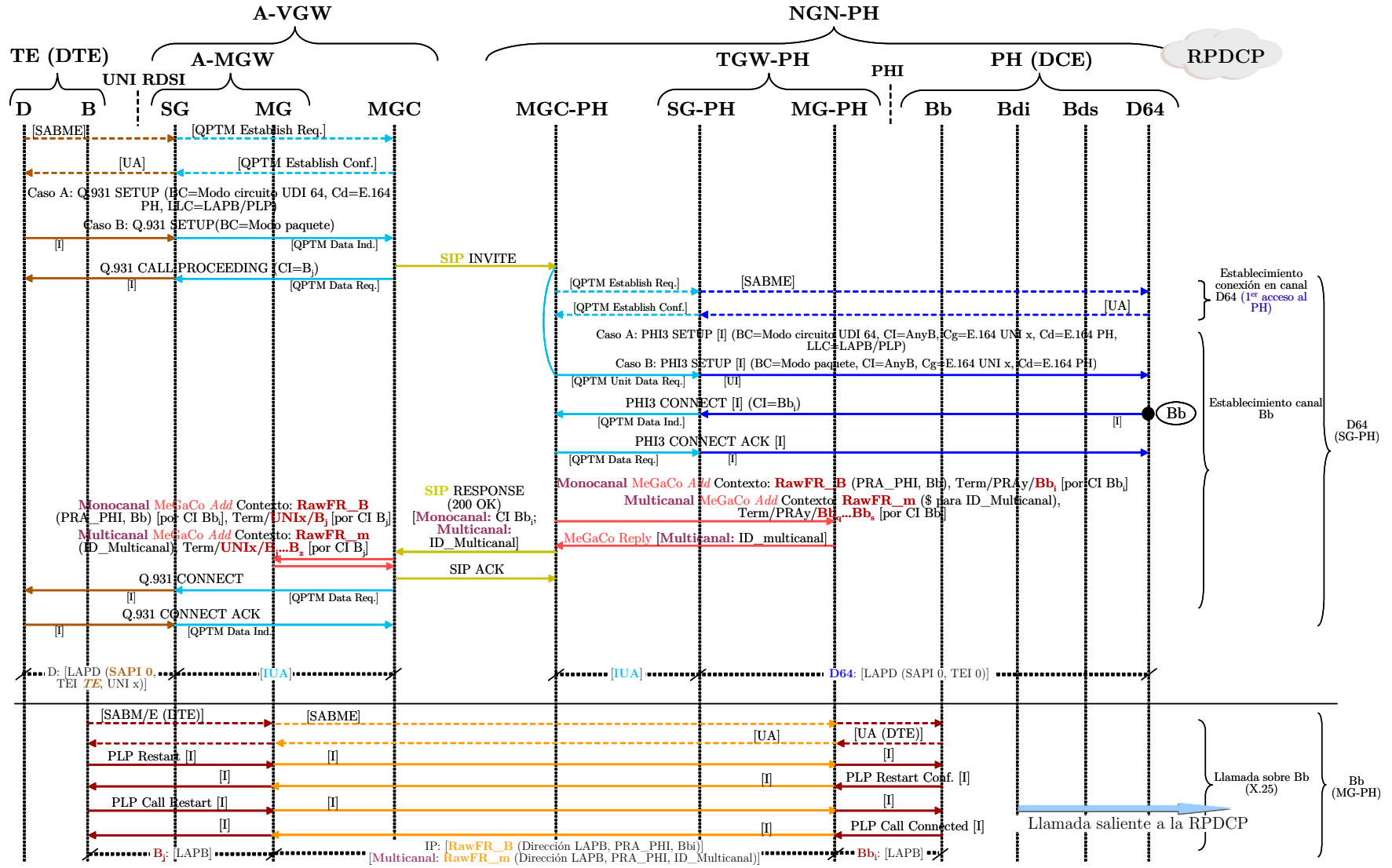


Figura 6-21: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante RawFR

Figura 6.22: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante RawFR



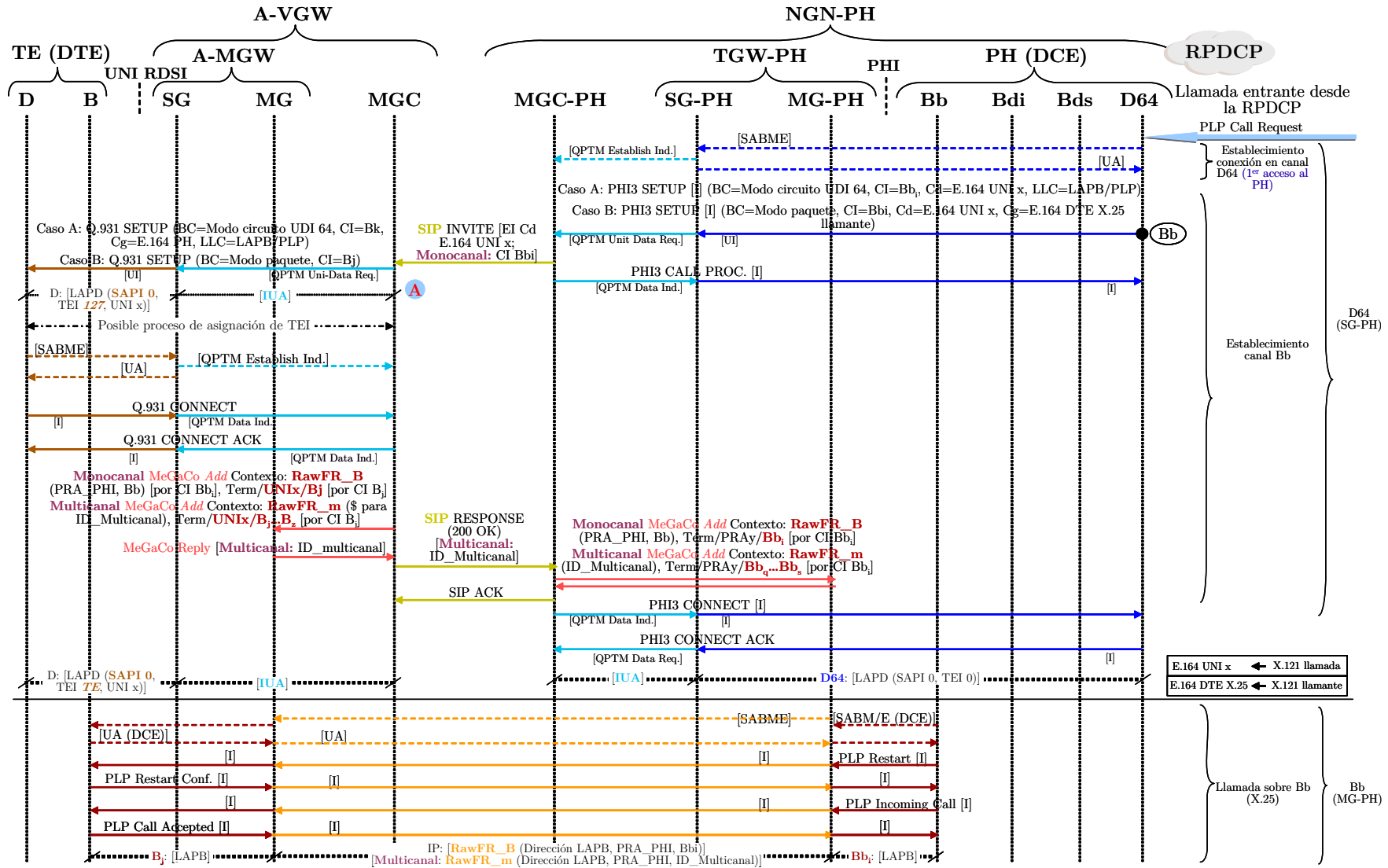


Figura 6.23: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante RawFR

6.2.3.2 Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en HDLCPWs

La Figura 6.25 ofrece una solución monoflujo sin multiplex (compatible con ETSI_ARGW) y la Figura 6.26 ofrece una alternativa monoflujo con multiplex para las llamadas por canal D o por canal B multicanal. En ambas, se establece un HDLCPW por cada Bd; dicho HDLCPW transportará múltiples flujos, posiblemente de distintas UNIs, diferenciados por su UNI/SAPI/TEI. Para las llamadas:

- a) Modo paquete en canal D, en la MG: debe tenerse en cuenta que, al aplicar HDLCPWs, la conexión Bds es transportada hasta la A-MGW, siendo responsabilidad de ésta reencaminarla hasta su MGC. Consecuentemente, si se emplea la solución:
 - Monoflujo sin multiplex (Figura 6.25): para cada canal D en el lado RDSI, se creará:
 - ▶ Una terminación física: mantenida en el contexto nulo, para notificar al MGC las nuevas llamadas de paquetes salientes.
 - ▶ Por cada flujo de paquetes (SAPI 16) que transcurra por dicho canal D, una terminación efímera, caracterizada por su UNI, TEI y SAPI 16⁸³. Esta terminación estará asociada en el lado IP con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del HDLCPW (establecido con la MG-PH⁸⁴) asociado al canal Bd que transportará este flujo de paquetes en la PHI, así como por el campo AdPHI2 que identifica dicho flujo (así pues, en el lado IP se creará una terminación efímera por cada flujo AdPHI2 transportado en cada HDLCPW).
 - ▶ Por cada A-MGW se creará un contexto constituido por dos terminaciones en el lado IP, una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del primer HDLCPW establecido con la MG-PH y el AdPHI2 0 (correspondiente a la conexión Bds) y una terminación efímera IUA caracterizada por los valores UNI 0, SAPI 0, TEI 0 (para transportar el contenido de dicha conexión hasta el MGC).
 - Monoflujo con multiplex (Figura 6.26): a diferencia del caso anterior, se creará una única terminación efímera por cada HDLCPW establecido con la MG-PH, asociada en un contexto con una terminación encargada de multiplexar (descriptor “Mux”) los distintos flujos (SAPI 0/16, posiblemente de distintas UNIs) que deben cursarse por dicho HDLCPW. Dicha terminación multiplexora presentaría las siguientes características:

⁸³ Este modelado sería similar al empleado por la Recomendación [H.248.64] para el modelado de una MG que actúa de encaminador IP: dotada de dos interfaces IP, crea en cada interfaz una terminación por cada par “(dirección IP origen, dirección IP destino)”.

⁸⁴ Recuérdese que dados dos nodos, las etiquetas de los HDLCPWs establecidos entre ellos deben ser únicas. Dado que pueden establecerse HDLCPWs con varios nodos, para determinar el HDLCPW es necesaria su etiqueta y la dirección (IP) del nodo con el que está establecido.

- ▶ Siendo “x” el número de terminaciones (flujos SAPI 16 y 0) multiplexadas, sería necesario que la salida de la multiplexión sea un canal de 64 kb/s (que es la tasa del canal Bd con que será enlazado el HDLCPW en la MG-PH). Consecuentemente, para que sea posible esta multiplexión, habría que ampliar [H.248.1] con el nuevo tipo de múltiplex 1x64⁸⁵.
- ▶ A diferencia de los ejemplos propuestos en [H.248.1]/7.1.3, este múltiplex no se basará en un formato de multitrama, sino que la multiplexión de los flujos de las distintas terminaciones se realizará en el tiempo (sobre el canal de 64 kb/s emulado por el HDLCPW), discriminándose a partir del campo de dirección AdPHI2 (al igual que las conexiones Bdi en el canal Bd).

Asimismo, si bien también sería posible una solución multiflujo con multiplex (Figura 6.27), ésta no sería soportada por la Recomendación [H.248.1].⁸⁶

En ambos casos sin o con multiplex, para que sea posible crear estos contextos para los flujos de paquetes en la MG, es necesario que el MGC conozca qué canal Bd, y con ello qué HDLCPW, será el encargado de transportar cada flujo de paquetes SAPI 16 TEI/UNI en la PHI. Para ello, se sigue el siguiente funcionamiento:

- Relación HDLCPW y canal Bd⁸⁷: cuando la señalización PHI3 D64, interpretada por MGC y MGC-PH, solicite el establecimiento de un canal Bd, el controlador solicitará a su pasarela la creación del contexto MeGaCo, estableciéndose en ese momento el HDLCPW para dicho canal. Esta relación HDLCPW/Bd será comunicada al otro controlador mediante SDP/SIP.
- Canal Bd (o HDLCPW) a asignar a cada flujo AdPHI2: para las:
 - ▶ Llamadas salientes: el MGC dispone del RBd por el que cursar el flujo AdPHI2 (a partir de los EIs PHI3 Bds RBd y AdPHI2), y con ello del HDLCPW.

⁸⁵ El tipo de múltiplex Nx64K propuesto por [H.248.1] no permite indicar un valor de “N”, sino que éste viene determinado por el número de terminaciones “Tx” indicadas en el descriptor “Mux=Nx64K(T1, T2, ..., TN)”.

⁸⁶ En el descriptor “Mux” sólo pueden indicarse terminaciones, “Mux=Nx64K(T1, T2, ..., TN)”. Si éstas terminaciones contienen varios StreamIDs, [H.248.1] no contempla la posibilidad de indicar que sólo se multiplexen algunos de ellos (no se soporta algo como “Mux=Nx64K(T1/StreamID1, T2/StreamID2, ..., TN/StreamIDN)”).

⁸⁷ No sería suficiente indicar al MGC sólo la etiqueta del HDLCPW dado que, en las llamadas salientes por canal D, el PH indica al MGC qué canal Bd debe emplear mediante el EI PHI3 Bds RBd, luego el MGC necesita conocer la relación entre dicho Bd y su HDLCPW.

- ▶ Llamadas entrantes⁸⁸: la MG-PH recibirá del PH el SABME (Figura 6.29B) por determinado canal Bd. La terminación física de dicho canal Bd enviará un *notify* al MGC-PH indicándole tanto el canal Bd por el que ha entrado el mensaje como su AdPHI2. Esta relación entre AdPHI2 y su canal Bd deberá ser enviada del MGC-PH al MGC en SDP mediante un mensaje SIP UPDATE.

Respecto a la creación del contexto con la terminación IUA para la conexión Bds de la A-MGW, en las:

- Llamadas salientes: este contexto será creado por el MGC tras el establecimiento del primer HDLCPW (para el primer canal Bd) entre esta A-MGW y la MG-PH.
- Llamadas entrantes: el contexto será creado al recibir el MGC el mensaje SIP INVITE con la solicitud de establecimiento del primer canal Bd para esta A-MGW (procediéndose al establecimiento del HDLCPW como consecuencia de la creación de dicho contexto), Figura 6.29A. Este esquema no puede aplicarse al establecimiento de los subsiguientes canales Bd, dado que en ellos ya no existe la conexión Bds. En ellos, deberá seguirse el siguiente procedimiento⁸⁹:

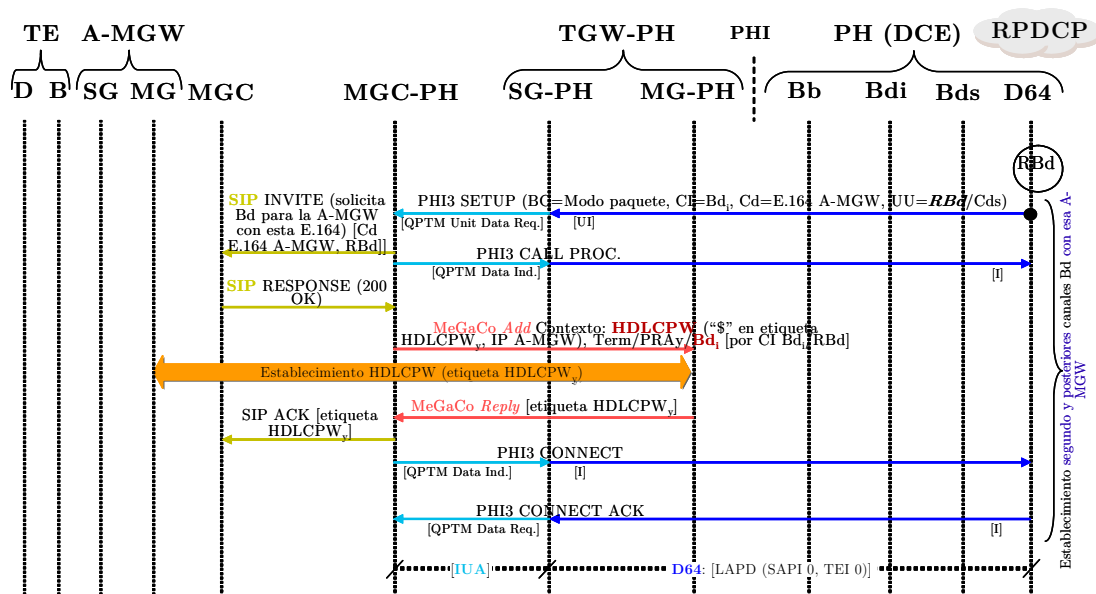


Figura 6.24: Flujo de mensajes para el establecimiento de los canales Bd segundo y subsiguientes en modo paquete por canal D mediante HDLCPWs

⁸⁸ Tal como se explicó para RawFR, en estas llamadas el PH no informa, mediante PHI3 Bds, del canal Bd por el que cursará el flujo de paquetes AdPHI2, sino que comienza a transmitir directamente por él. El MGC necesita conocer el canal Bd (su HDLCPW asociado) usado para el flujo AdPHI2, para crear su contexto en la MG.

⁸⁹ Este esquema será empleado para el segundo canal Bd (y subsiguientes) en llamadas entrantes y salientes. Debe advertirse que el mensaje PHI3 D64 SETUP es enviado del MGC-PH al PH sólo en la primera llamada salientes. Una vez establecido la conexión Bds, es el PH el responsable de determinar la necesidad de establecer un nuevo canal Bd, luego para establecer el segundo canal Bd y siguientes será siempre el PH quien envíe el mensaje PHI3 D64 SETUP.

- b) Modo paquete en canal D, en la MG-PH: por cada canal Bd de la PHI que curse llamadas de paquetes se creará un contexto constituido por (el MGC-PH conocerá la relación HDLCPW/Bd basándose al funcionamiento antes indicado):
- Una única terminación física asociada a todo el canal Bd, configurada para detectar las nuevas llamadas entrantes (mensajes SABME), enviando al MGC-PH un comando *notify* con la referencia del canal Bd por el que ha entrado el mensaje y su AdPHI2.
 - Una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del HDLCPW (establecido con la MG) asociado a dicho canal Bd.
- c) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG: basta crear una terminación física para cada canal B, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del HDLCPW (establecido con la MG-PH) asociado al canal Bb de la PHI que cursará este canal B. Esta solución es posible gracias a que el MGC conoce el HDLCPW asociado al canal Bb que cursará el tráfico de este canal B en la PHI:
- Llamadas salientes: a raíz de la solicitud de establecimiento del canal Bb por parte de la señalización PHI3 D64, el MGC-PH solicitará a la MG-PH, vía MeGaCo, el establecimiento del HDLCPW con la MG (la IP de ésta se obtiene de la dirección Cg E.164 A-MGW). La MG-PH responderá al MGC-PH con la etiqueta del HDLCPW establecido, y el MGC-PH la enviará al MGC mediante el mensaje SIP RESPONSE.
 - Llamadas entrantes: tras la solicitud Q.931 de establecimiento del canal B, el MGC solicitará a la MG, vía MeGaCo, que establezca un HDLCPW con la MG-PH, obteniendo la etiqueta de éste como respuesta. El MGC comunicará dicha etiqueta al MGC-PH en el mensaje SIP RESPONSE.
- d) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG-PH: basta crear una terminación física para cada canal Bb, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del HDLCPW (establecido con la MG) asociado a dicho canal. La relación HDLCPW/Bb es conocida por el MGC-PH a partir del proceso antes indicado para la MG (el canal Bb viene indicado en el EI PHI3 D64 CI).
- e) Modo paquete en canal B multicanal (caso A), en la MG/MG-PH: si se emplea la solución:
- Monoflujo sin multiplex (Figura 6.25): al igual que en el Apartado 6.2.3.1, se creará una única terminación física en el lado RDSI/PHI que representa al flujo de los “N” canales del servicio portador⁹⁰.

⁹⁰ Al igual que en RawFR, si se emplean HDLCPWs, la MG/MG-PH termina el nivel físico, extrayendo las tramas LAPB.

- Monoflujo con multiplex (Figura 6.26): se creará una terminación física independiente para cada canal B/Bb, multiplexándolas en un único flujo mediante una terminación multiplexora Nx64K.

En ambos casos, se asociará el flujo multicanal con una única terminación efímera caracterizada por la etiqueta del HDLCPW encargado de transportarlo. Dicho HDLCPW usará, necesariamente, un ancho de banda Nx64 kb/s.

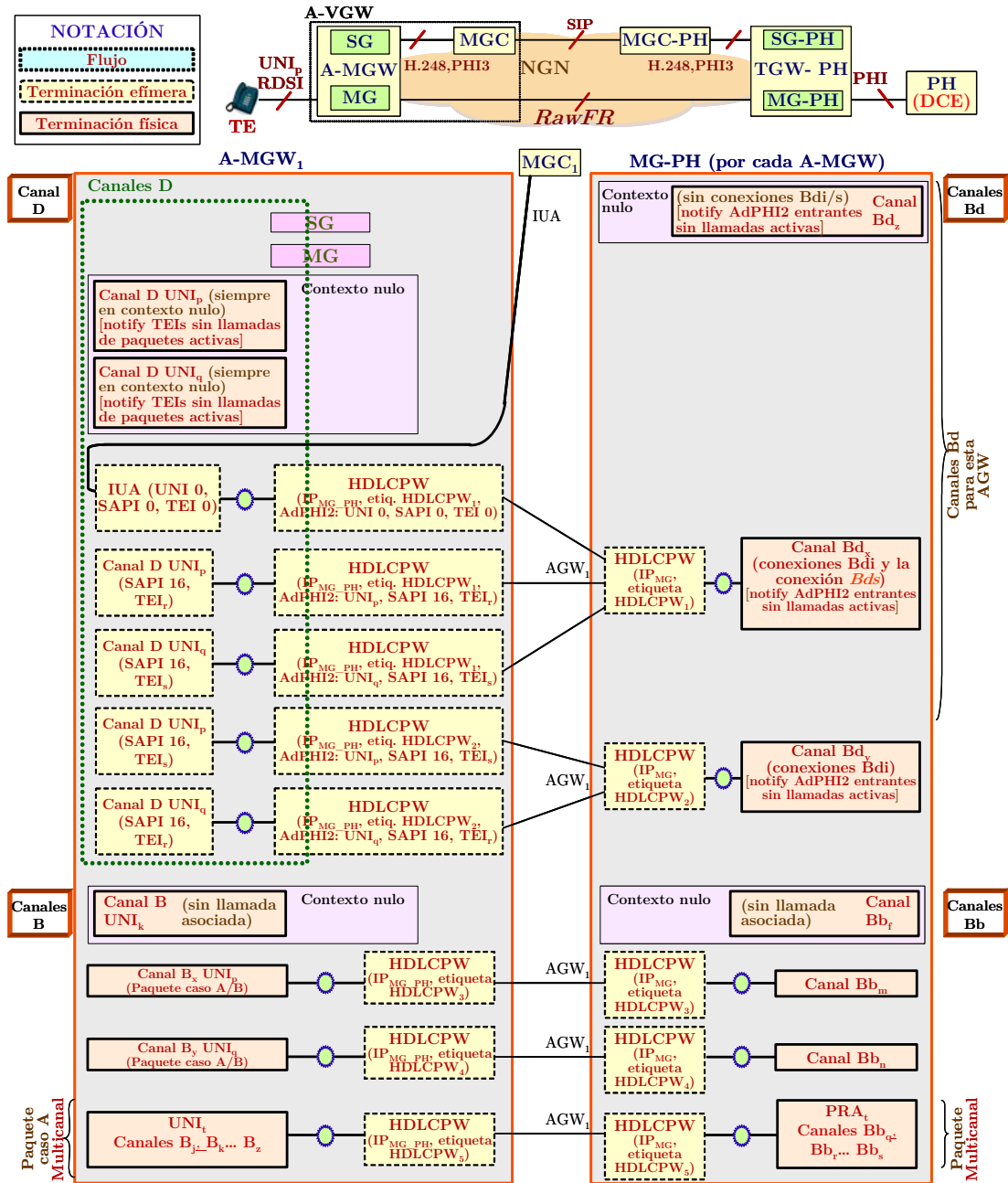


Figura 6.25: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en HDLCPWs

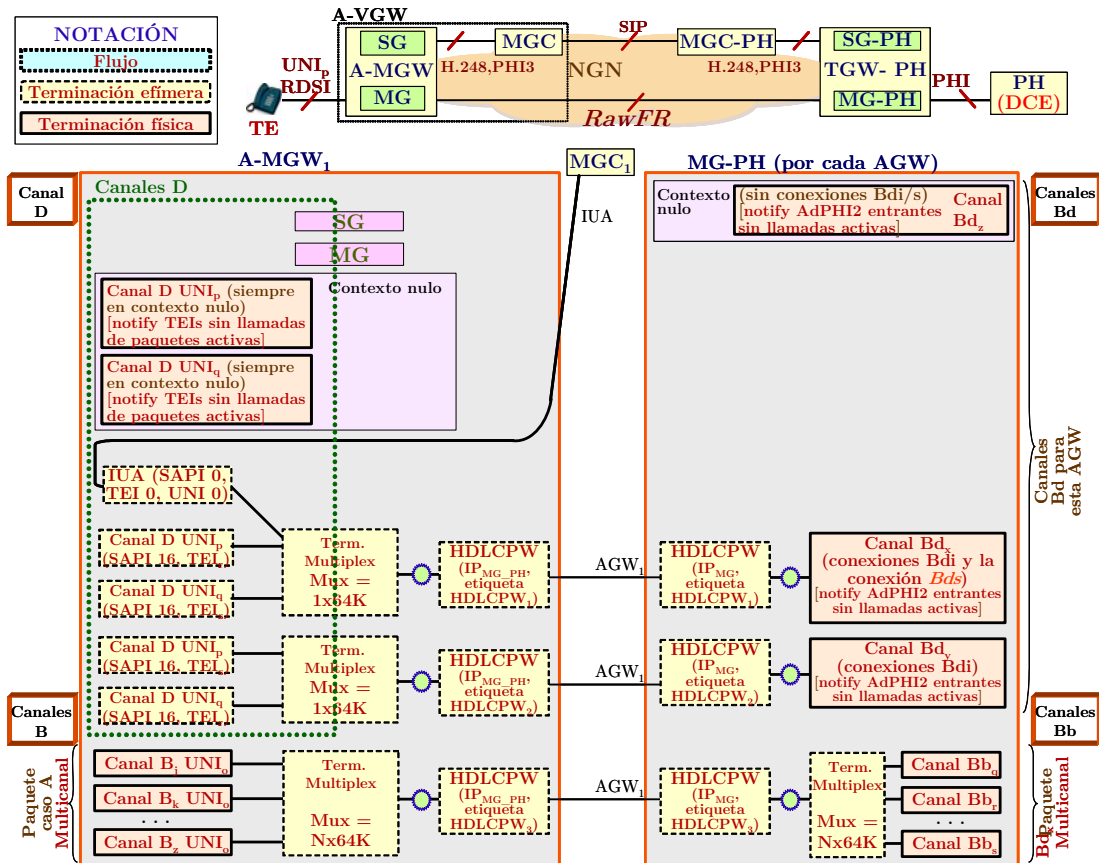


Figura 6.26: Arquitectura MeGaCo monoflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en HDLCPWs (requiere definir multiplex 1x64)

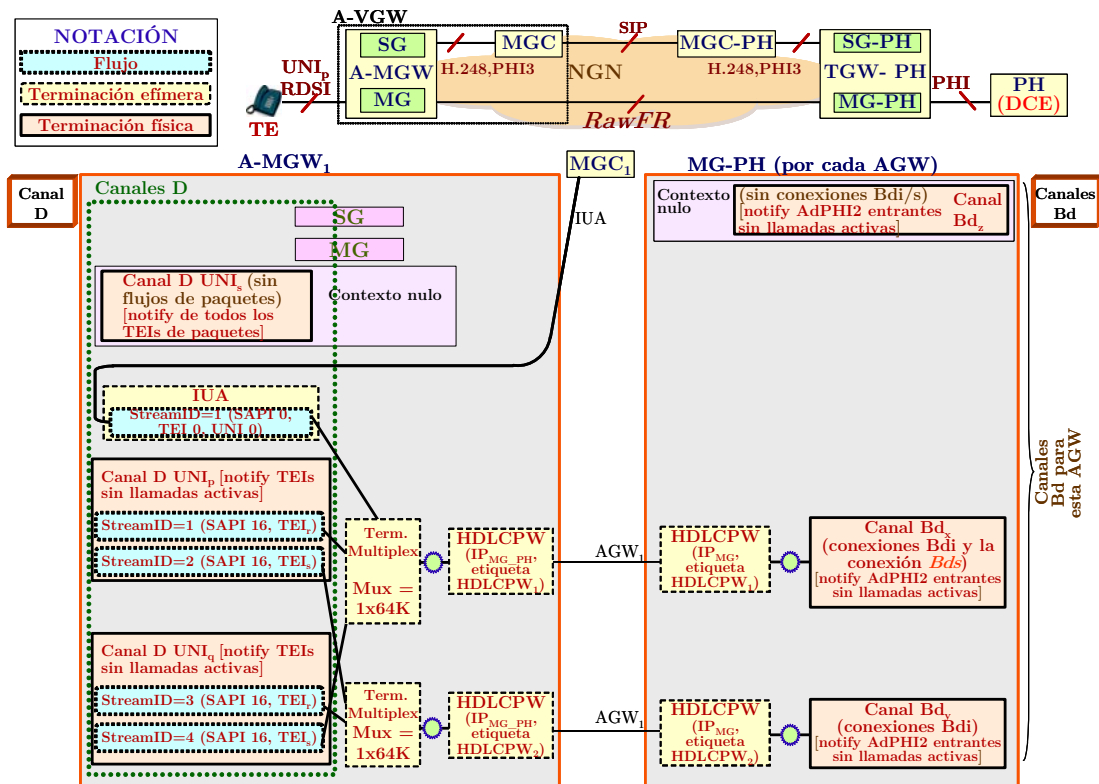


Figura 6.27: Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D basado en HDLCPWs (no soportada por H.248.1)

En lugar de realizar la distribución de flujos de canal D mediante la creación de terminaciones, podría plantearse realizarla a nivel de la descripción SDP, por ejemplo:

```
MEGACO/1 [123.123.123.1]:11111 (MG <- MGC)
Transaction = 10 {
  Context = $ {
    Add = ISDNTerm/BA17-BA18-PRI1/D/$ {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            Mode = ReceiveOnly,
            ReserveGroup = True,
            ReserveValue = True },
          Local { v=0
            c=ISDN SAPI 16 BA17
            m=data TEI 1 PLP
            v=0
            c=ISDN SAPI 16 BA17
            m=data TEI 6 PLP
            v=0
            c=ISDN SAPI 16 BA18
            m=data TEI 3 PLP
            v=0
            c=ISDN SAPI 16 PRI1
            m=data TEI 9 PLP
          } } } },
    Add = HDLCPW1 { Media { Stream = 1 { # --Descriptores Local/Remote-- } } }
  } }
```

Sin embargo, considero que esta posibilidad no resulta adecuada dado que se aleja de lo definido en [H.248.1]:

- Se estaría definiendo una terminación efímera que incluye a los canales D de varias UNIs o interfaces físicas (la cadena “BA17-BA18-PRI1” del nombre de la terminación indicaría UNI BRI 17, UNI BRI 18 y UNI PRI 1).
- Se están indicando varios flujos en el descriptor “Local”, cada uno en una sesión SDP⁹¹. Sin embargo, los flujos modelados están multiplexados en su canal D correspondiente (no se envía uno y cuando termina se pasa a otro, sino que son simultáneos, diferenciados por la cabecera de sus tramas LAPD).

Alternativamente al uso de SDP, también podría indicarse el TEI de los flujos implicados mediante propiedades MeGaCo⁹². Bajo esta opción, se crearía en la MG un único contexto en el que se incluirían todas sus interfaces RDSI (canal D) y todos los HDLCPWs establecidos con la MG-PH, realizándose la distribución de flujos mediante los parámetros MeGaCo:

⁹¹ Adviértase que [H.248.1] sólo permite una descripción de medios (m=) por sesión SDP (v=).

⁹² Ambas opciones fueron discutidas en la lista de correo [LIST_IETF_MEGACO].

```

MEGACO/1 [123.123.123.1]:11111 (MG <- MGC)
Transaction = 10 {
  Context = $ {
    Add = ISDNTermBA17/D {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            TEI=[1, 6],
            SAPI=16
          } }
    } }
    Add = ISDNTermBA18/D {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            TEI=[1],
            SAPI=16
          } }
    } }
    Add = ISDNTermBA19/D {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            TEI=[9],
            SAPI=16
          } }
    } }
    Add = HDLCPW1 {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            TEI-UNI=[1-ISDNTerm/BA17, 9-ISDNTerm/BA19],
            SAPI=16
          } }
    } }
    Add = HDLCPW2 {
      Media { Stream = 1
        {
          LocalControl {
            TEI-UNI=[6-ISDNTerm/BA17, 1-ISDNTerm/BA18],
            SAPI=16
          } }
    } }
  } }
} }

```

No obstante, al aumentar el número de terminaciones esta opción resultaría extremadamente compleja, por lo que también debe desaconsejarse.

Partiendo de las torres de protocolos propuestas para HDLCPWs (Figuras 6.3, 6.8, 6.11, 6.12 y 6.15), la anterior arquitectura MeGaCo (Figura 6.25), y los flujos de mensajes existentes en la PHI clásica (Figuras III.6, III.8, III.9 y III.10), se resumen a continuación los flujos de mensajes que tendrían lugar para el establecimiento de las llamadas de paquetes por canal D y B RDSI, cuando en el tramo IP se usan HDLCPWs (Figuras 6.28, 6.29, 6.30 y 6.31). Adviértase que los flujos de mensajes coinciden en su mayor parte entre las distintas soluciones (RawFR, HDLCPW, TDMPW, XOT), presentando ciertas discrepancias debidas principalmente a las diferencias en el modelado MeGaCo.

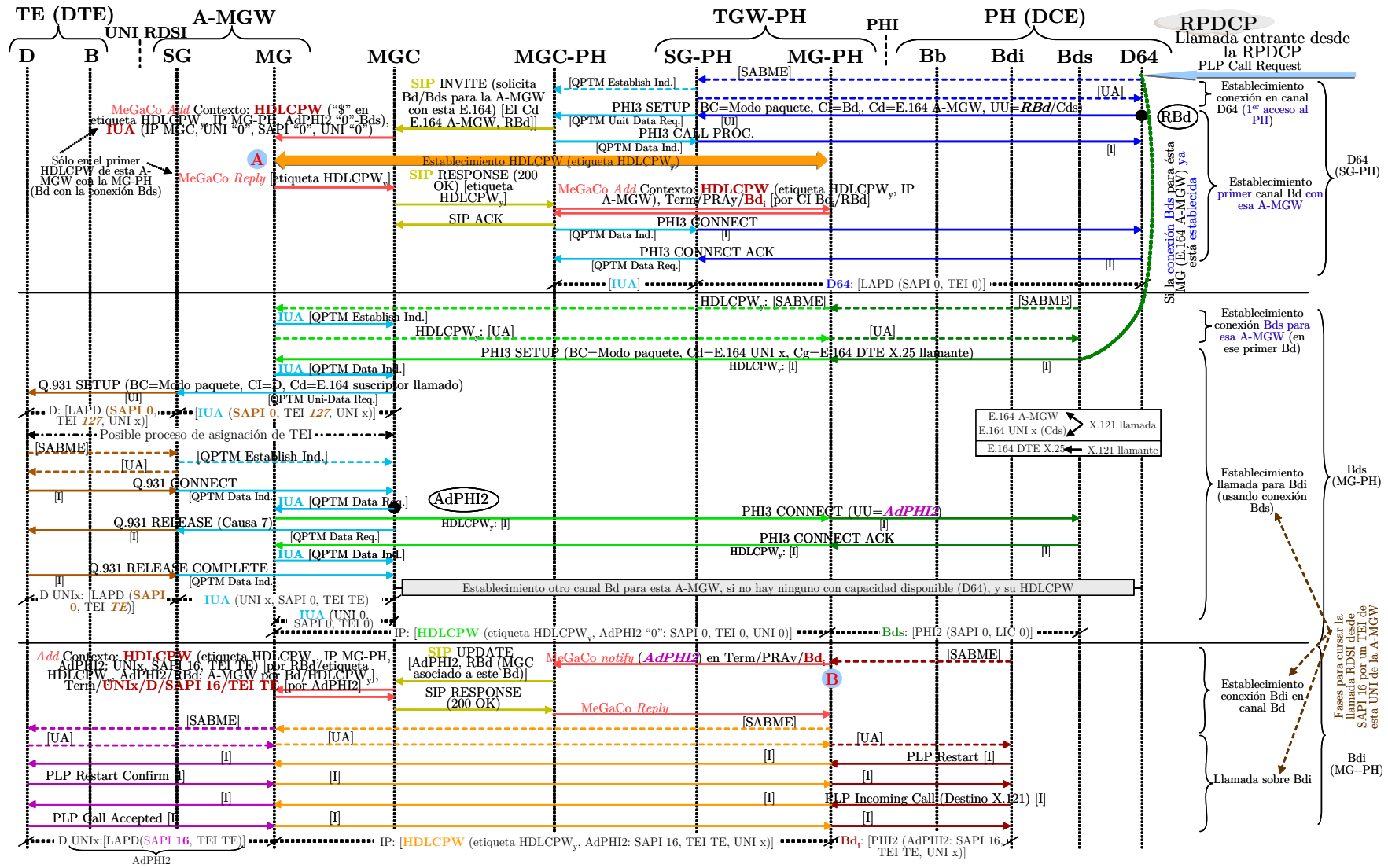
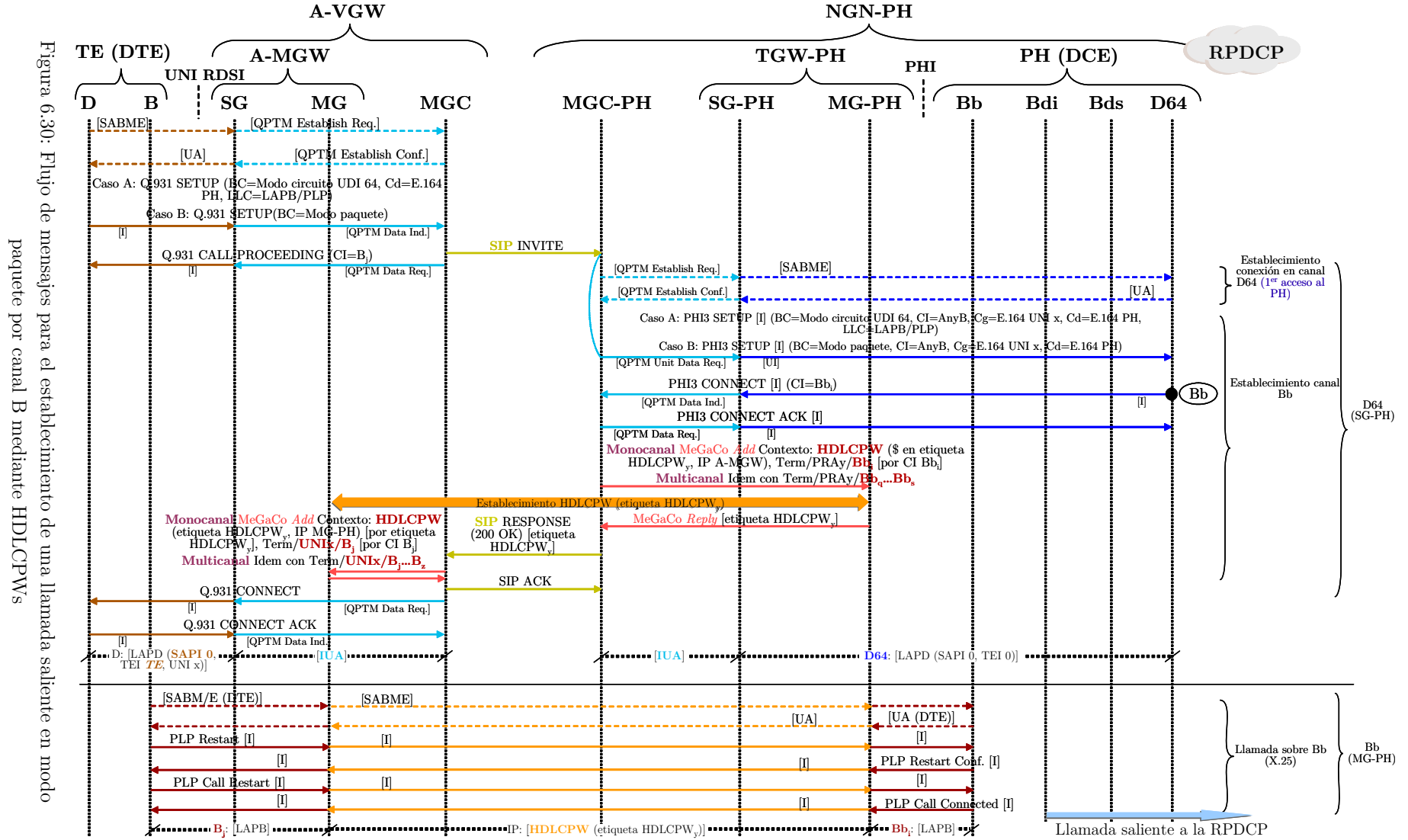


Figura 6.29: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante HDLCPWs



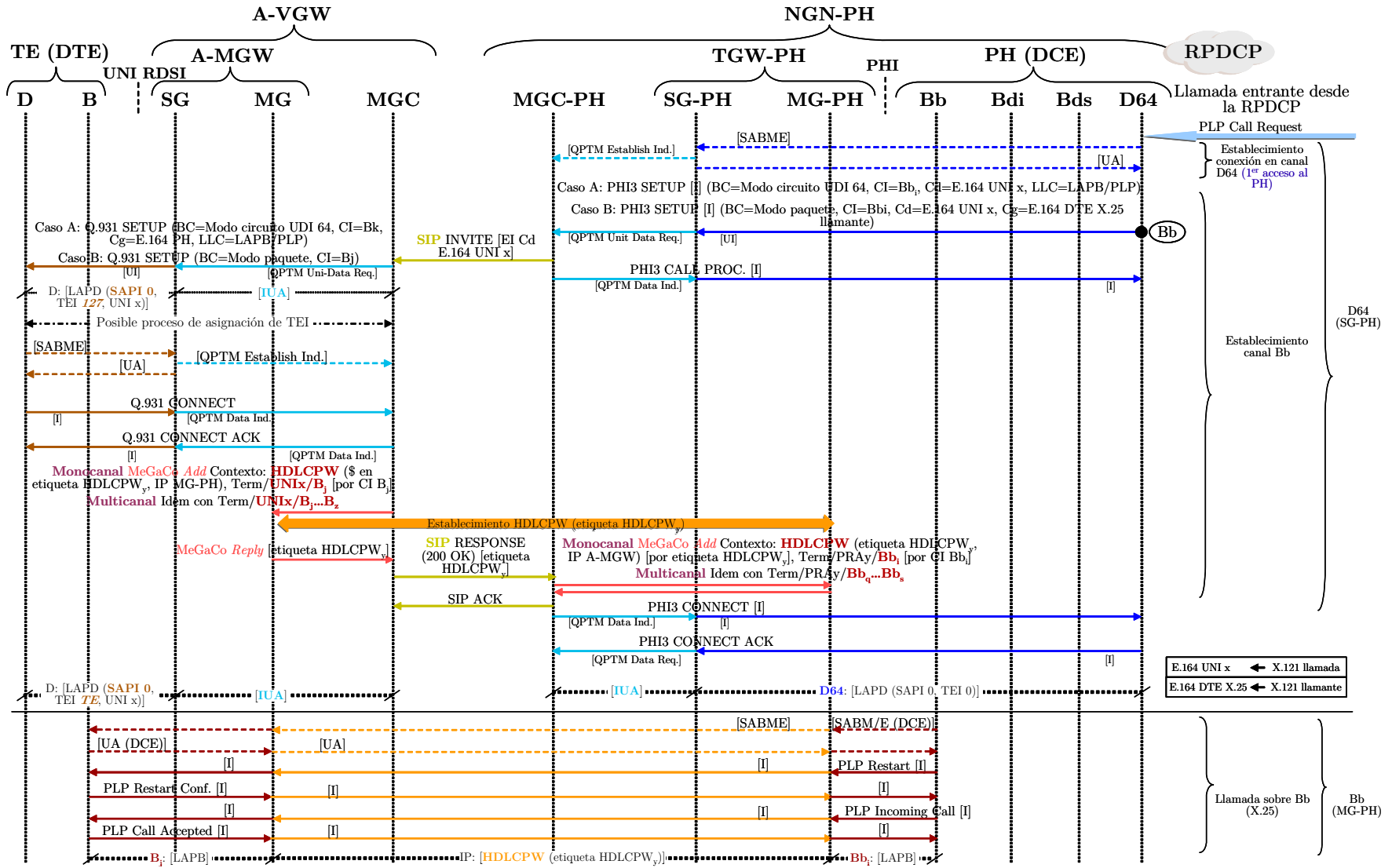


Figura 6.31: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante HDLCPWs

6.2.3.3 Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en TDMPWs

Se propone la solución monoflujo sin multiplex recogida en la Figura 6.33. Debe recordarse que cada A-MGW puede necesitar establecer varios TDMPWs TDMoIP AAL2 con la MG-PH (por la limitación a 248 CIDs en cada uno). El primer TDMPW será establecido ante la primera llamada de paquetes con esa A-MGW. Un mismo TDMPW puede transportar canales Bd y Bb vinculados a una misma A-MGW⁹³, luego puede contener flujos de paquetes tanto de canal D SAPI 16 como de canal B, y de llamadas mono y multicanal. Para las llamadas:

- a) Modo paquete en canal D, en la MG: recordando que al aplicar TDMPWs, la conexión Bds es transportada hasta la A-MGW, siendo responsabilidad de ésta reencaminarla hasta su MGC, para cada canal D en el lado RDSI se creará:
 - Una terminación física: mantenida en el contexto nulo, para notificar al MGC las nuevas llamadas de paquetes salientes.
 - Por cada flujo de paquetes (SAPI 16) que transcurra por dicho canal D, una terminación efímera en el lado RDSI, caracterizada por su UNI, TEI y SAPI 16. Esta terminación estará asociada en el lado IP con una terminación efímera caracterizada por:
 - ▶ Etiqueta del TDMPW (y la IP de la MG-PH, con la que está establecido) encargado de transportar el canal Bd responsable de cursar la conexión Bdi para este flujo de paquetes SAPI 16 en la PHI.
 - ▶ CID asignado a ese canal Bd dentro del TDMPW.
 - ▶ Campo AdPHI2 (UNI, TEI y SAPI 16) que identifica el flujo concreto de paquetes dentro de ese canal.

Así pues, en el lado IP se creará una terminación efímera por cada flujo AdPHI2 transportado dentro de cada canal (CID) de cada TDMPW.

- Por cada A-MGW se creará un contexto constituido por dos terminaciones en el lado IP. Una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del primer TDMPW establecido con la MG-PH, encargado de transportar la conexión Bds, el CID asignado al canal Bd que contiene la conexión Bds para dicha A-MGW en la PHI (canal Bd que cursa la primera llamada de paquetes con esa A-MGW), y el AdPHI2 0 (correspondiente a la conexión Bds). Y una terminación efímera IUA caracterizada por los valores SAPI 0, TEI 0, UNI 0, encargada de transportar el contenido de la conexión Bds hasta el MGC.

Para que sea posible crear estos contextos para los flujos de paquetes en la MG, es necesario que el MGC conozca qué canal Bd, y con ello qué TDMPW-CID, será el encargado de transportar cada flujo de paquetes SAPI 16 TEI/UNI en la PHI. Para ello, se sigue el siguiente funcionamiento:

⁹³ Recuérdese que todas las conexiones Bdi de un mismo canal Bd están vinculadas a una misma A-MGW.

- Relación TDMPW-CID y canal Bd: cuando la señalización PHI3 D64, interpretada por MGC y MGC-PH, solicite el establecimiento de un canal Bd, el controlador solicitará a su pasarela la creación del contexto MeGaCo, reservándose para éste un nuevo CID en el TDMPW establecido con la A-MGW (si no hay ningún TDMPW establecido con capacidad disponible, se establecerá en ese momento). Esta relación TDMPW-CID y canal Bd será comunicada al otro controlador mediante SDP/SIP.
- Canal Bd (o TDMPW-CID) a asignar a cada flujo AdPHI2: se procederá igual que se indicó para los HDLCPWs (Apartado 6.2.3.2).

Respecto al contexto con la terminación IUA para la conexión Bds de la A-MGW, en las:

- Llamadas salientes: este contexto será creado por el MGC tras el establecimiento del primer TDMPW (para el primer canal Bd) entre esta A-MGW y la MG-PH.
- Llamadas entrantes: el contexto será creado al recibir el MGC el mensaje SIP INVITE con la solicitud de establecimiento del primer canal Bd para esta A-MGW (procediéndose al establecimiento del TDMPW como consecuencia de la creación de dicho contexto), Figura 6.36A. Este esquema no puede aplicarse al establecimiento de los subsiguientes canales Bd, dado que en ellos ya no existe la conexión Bds. Para el establecimiento del segundo canal Bd (y subsiguientes), en llamadas entrantes y salientes, deberá seguirse el siguiente procedimiento⁹⁴:

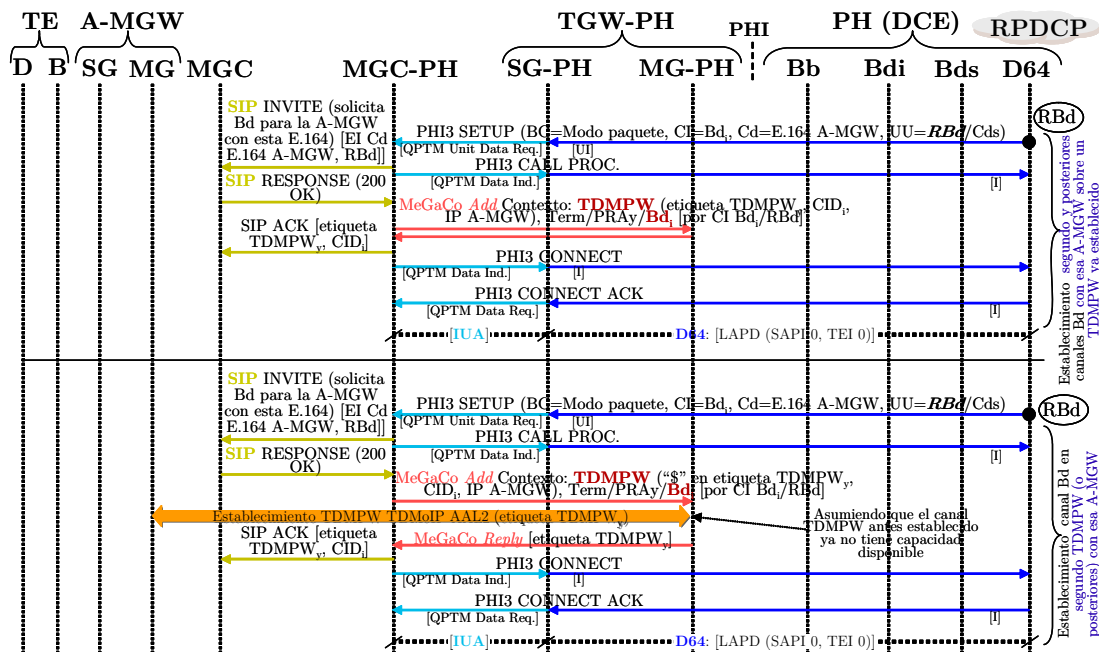


Figura 6.32: Flujo de mensajes para el establecimiento de los canales Bd segundo y subsiguientes en modo paquete por canal D mediante TDMPWs

⁹⁴ Este esquema será empleado para el segundo canal Bd (y subsiguientes) en llamadas entrantes y salientes. Debe advertirse que el mensaje PHI3 D64 SETUP es enviado del MGC-PH al PH sólo en la primera llamada salientes. Una vez establecido la conexión Bds, es el PH el responsable de determinar la necesidad de establecer un nuevo canal Bd, luego para establecer el segundo canal Bd y siguientes será siempre el PH quien envíe el mensaje PHI3 D64 SETUP.

- b) Modo paquete en canal D, en la MG-PH: por cada canal Bd de la PHI que curse llamadas de paquetes, se creará un contexto constituido por (el MGC-PH conocerá la relación entre cada canal Bd y su TDMPW-CID a partir del funcionamiento antes indicado):
- Una única terminación física asociada a todo el canal Bd, configurada para detectar las nuevas llamadas entrantes (mensaje SABME), enviando al MGC-PH un comando *notify* con la referencia del canal Bd por el que ha entrado el mensaje y su AdPHI2⁹⁵.
 - Una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del TDMPW (establecido con la MG) usada para transportar el canal Bd hasta la MG, y el CID de dicho canal Bd.
- c) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG: basta crear una terminación física para cada canal B, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del TDMPW (establecido con la MG-PH) y el CID asociados al canal Bb de la PHI que cursará este canal B. Esta solución es posible gracias a que el MGC conoce el TDMPW-CID asociado al canal Bb que cursará el tráfico de este canal B en la PHI:
- Llamadas salientes: a raíz de la solicitud de establecimiento del canal Bb por parte de la señalización PHI3 D64, el MGC-PH solicitará a la MG-PH, vía MeGaCo, la reserva de un nuevo CID en el TDMPW establecido con la A-MGW (si no hay ningún TDMPW establecido con capacidad disponible, se establecerá en ese momento). Tras ello, el MGC-PH enviará al MGC, en el mensaje SIP RESPONSE, la etiqueta del TDMPW y el CID empleado.
 - Llamadas entrantes: tras la solicitud Q.931 de establecimiento del canal B, el MGC solicitará a la MG, vía MeGaCo, la reserva de un nuevo CID en el TDMPW establecido con la MG-PH (si no hay ningún TDMPW establecido con capacidad disponible, se establecerá en ese momento). El MGC-PH enviará al MGC, en el mensaje SIP RESPONSE, la etiqueta del TDMPW y el CID empleado.
- d) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG-PH: basta crear una terminación física para cada canal Bb, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del TDMPW (establecido con la MG) y el CID asociados a dicho canal Bb. La relación TDMPW-CID y canal Bb es conocida por el MGC-PH conforme al procedimiento de asignación antes expuesto.
- e) Modo paquete en canal B multicanal (caso A), en la MG/MG-PH: en caso de soportar este tipo de llamadas, el TDMPW AAL2 empleado (en común para estas y las llamadas monocanal por canal D o B) deberá usar alguno de los formatos definidos para los servicios en modo

⁹⁵ Es necesario por igual motivo que en RawFR y HDLCPW. En las llamadas entrantes, el PH no informa, mediante PHI3 Bds, del canal Bd por el que cursará el flujo de paquetes AdPHI2, sino que comienza a transmitir directamente por él. El MGC necesita conocer el canal Bd (su TDMPW-CID asociado) usado para cursar el flujo AdPHI2 para crear su contexto en la MG.

circuito en el Apartado 5.1.1.1. En función del formato elegido, se destinará un CID a cada canal (cada uno de los “N” canales B/Bb empleados en la llamada multicanal sería transportado independientemente, como “N” llamadas monocanal diferentes) o un CID común para todos los canales de la misma llamada multicanal (viajando las muestras de los “N” canales conjuntamente, sobre estructuras básica). En la representación de la arquitectura MeGaCo de las Figuras 6.33 y 6.34 se ha optado por el uso de un CID por llamada.

También es posible una solución multiflujo con multiplex (Figura 6.34), creando en la MG:

- Una única terminación física por cada canal D, que contendrá un Stream por cada flujo concreto de paquetes (SAPI 16, TEI). Igualmente, una única terminación por cada canal B.
- Una única terminación efímera por cada TDMPW establecido con la MG-PH, la cual presentará un Stream por cada canal (CID) transportado en el TDMPW. Dicha terminación efímera TDMPW estaría asociada en un contexto con:
 - ▶ Una o varias terminaciones múltiplex 1x64: cada una estará asociada (mediante un StreamID) a un determinado canal (CID) del TDMPW⁹⁶, multiplexando los flujos de paquetes RDSI de canal D que en la PHI son transportados por el canal Bd asociado a ese CID (y, para un determinado CID por A-MGW, también el flujo IUA con el MGC para la conexión Bds). Al igual que en los HDLCPWs, esta multiplexión será temporal, dado que los distintos flujos de paquetes de canal D multiplexados deben transportarse por un mismo canal.
 - ▶ Una o varias terminaciones físicas de canal B sobre los que se están cursando llamadas de paquetes: mediante su StreamID, cada una se asignará a un CID del TDMPW.

Sin embargo, esta opción no es soportada por la Recomendación [H.248.1] (cuando se añade una terminación en un múltiplex, MeGaCo no permite indicar que sólo se multiplexen algunos de sus flujos). Asimismo, requeriría definir el nuevo tipo de múltiplex 1x64.

Partiendo de las torres de protocolos propuestas para TDMPW (Figuras 6.3, 6.8, 6.11, 6.12 y 6.15), la anterior arquitectura MeGaCo (Figura 6.33), y los flujos de mensajes existentes en la PHI clásica (Figuras III.6, III.8, III.9 y III.10), las Figuras 6.35, 6.36, 6.37 y 6.38 resumen los flujos de mensajes que tendrían lugar para el establecimiento de las llamadas de paquetes por canal D y B RDSI, cuando en el tramo IP se usan TDMPWs.

⁹⁶ [H.248.1] admite 65535 Streams por terminación, lo cual no resulta por tanto una restricción, dado que el número de Streams en cada terminación TDMPW está limitado a 248 (número máximo de CIDs disponibles).

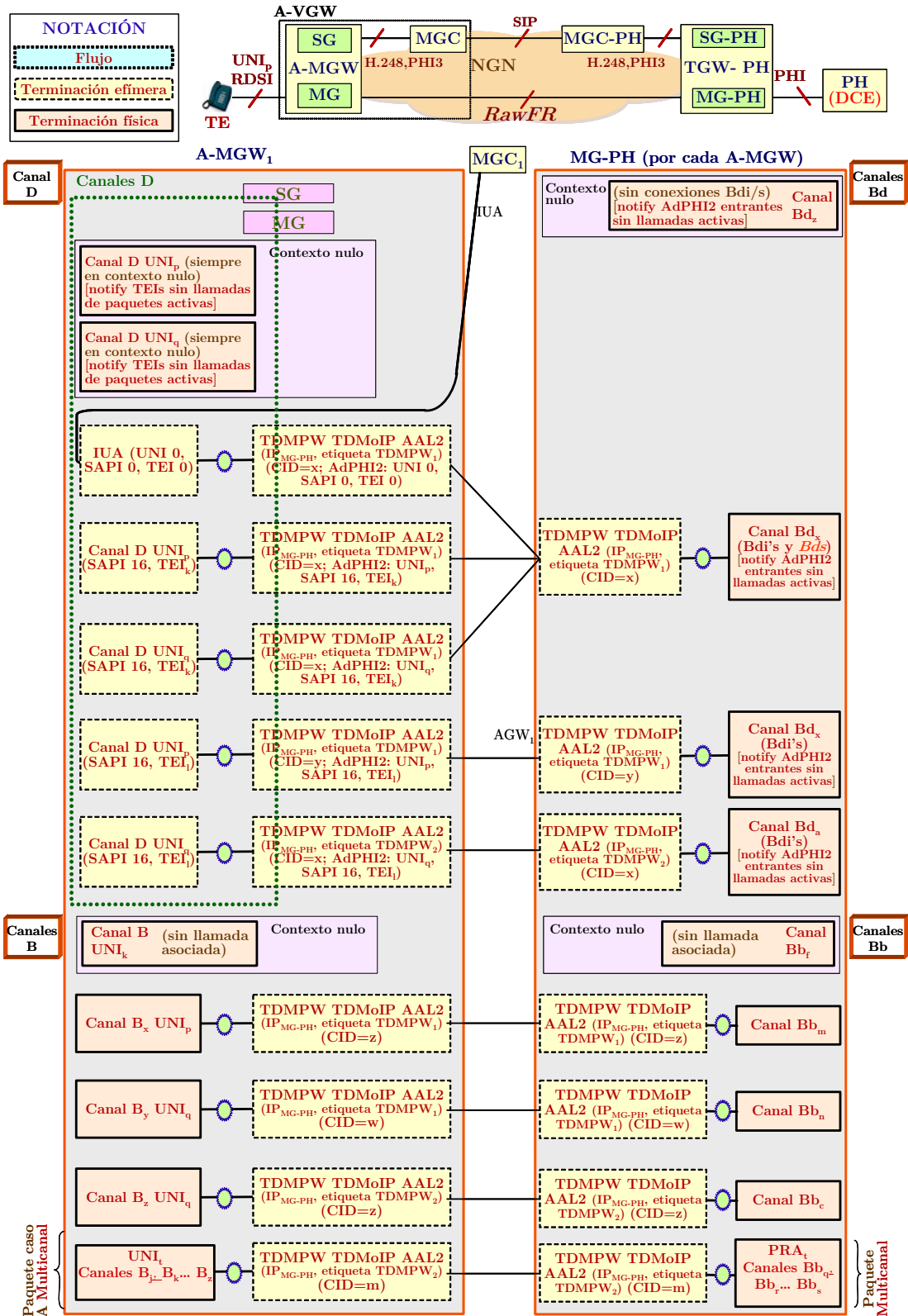


Figura 6.33: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en TDMPWs

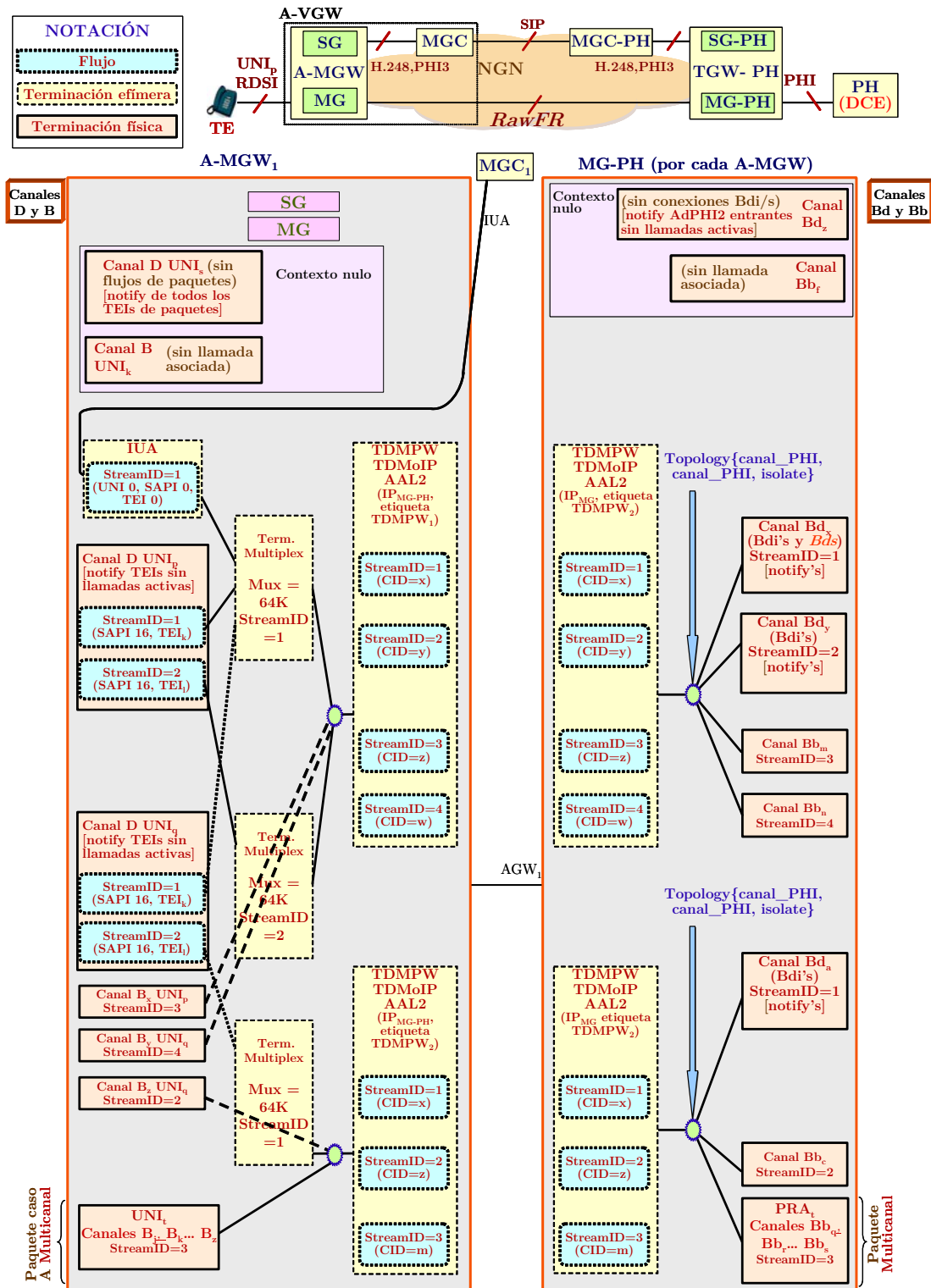


Figura 6.34: Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete basado en TDMPWs (no soportada por H.248.1)

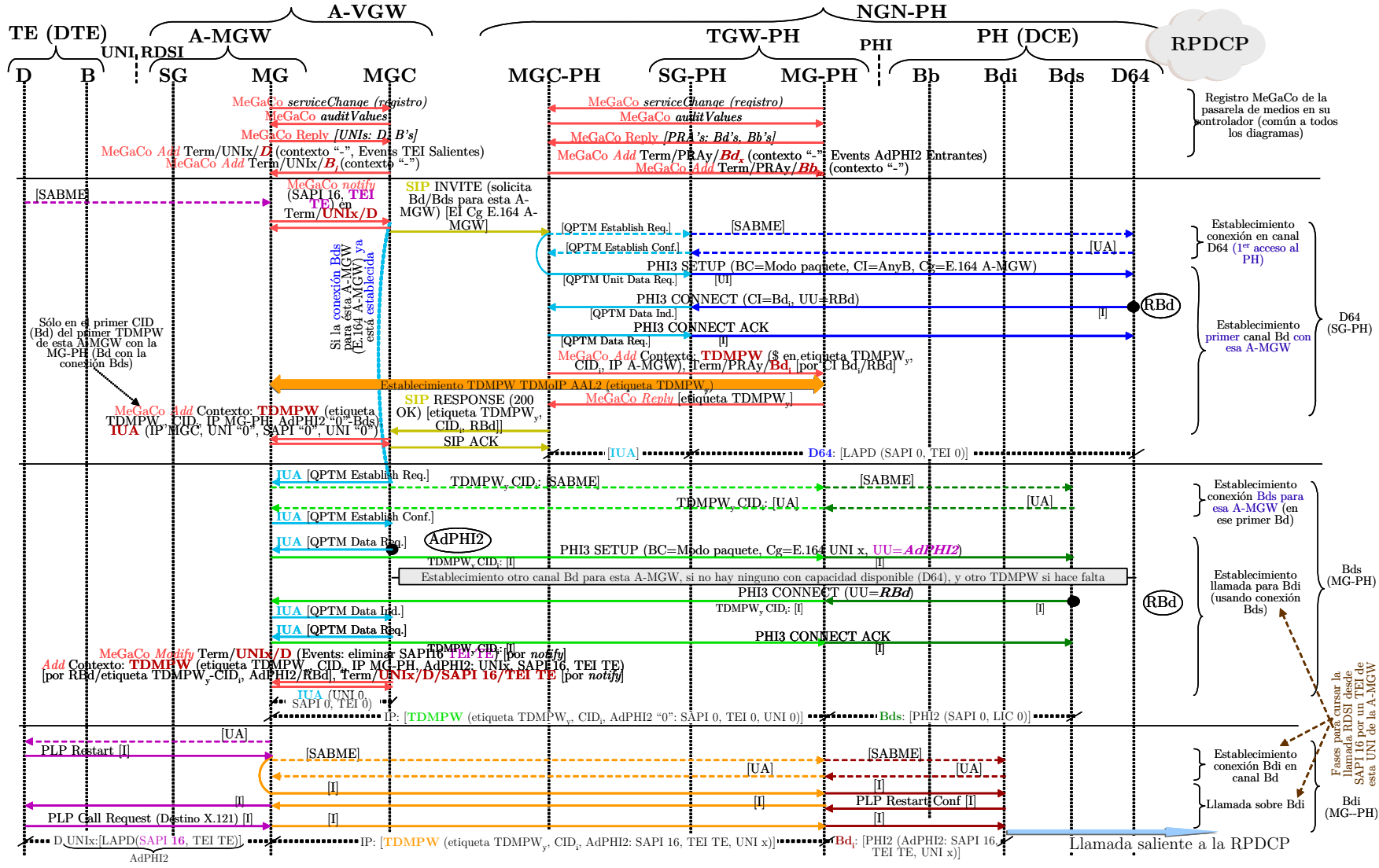


Figura 6.35: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante TDMPW

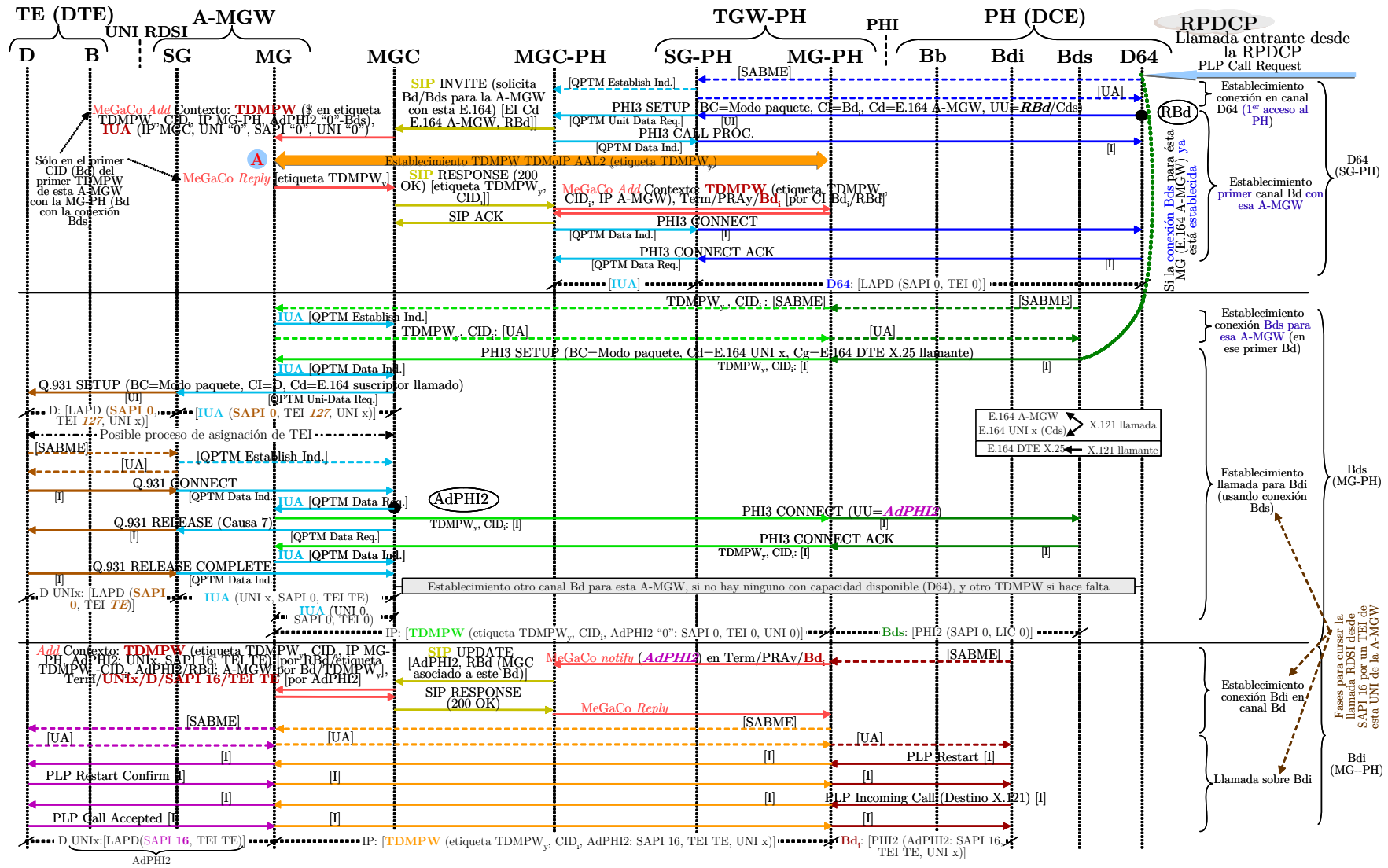
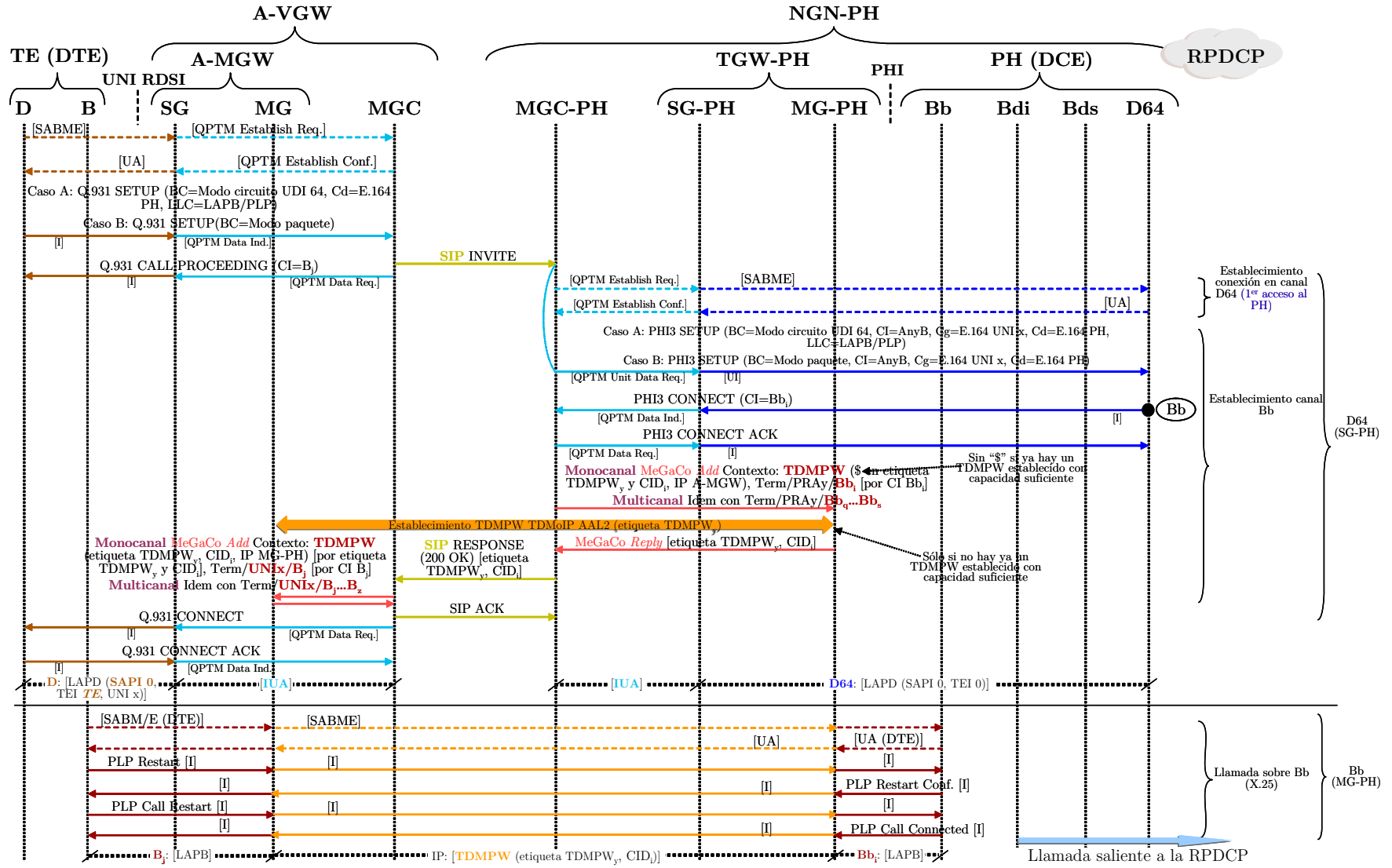


Figura 6-36: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante TDMPWs

Figura 6.37: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante TDMPWs



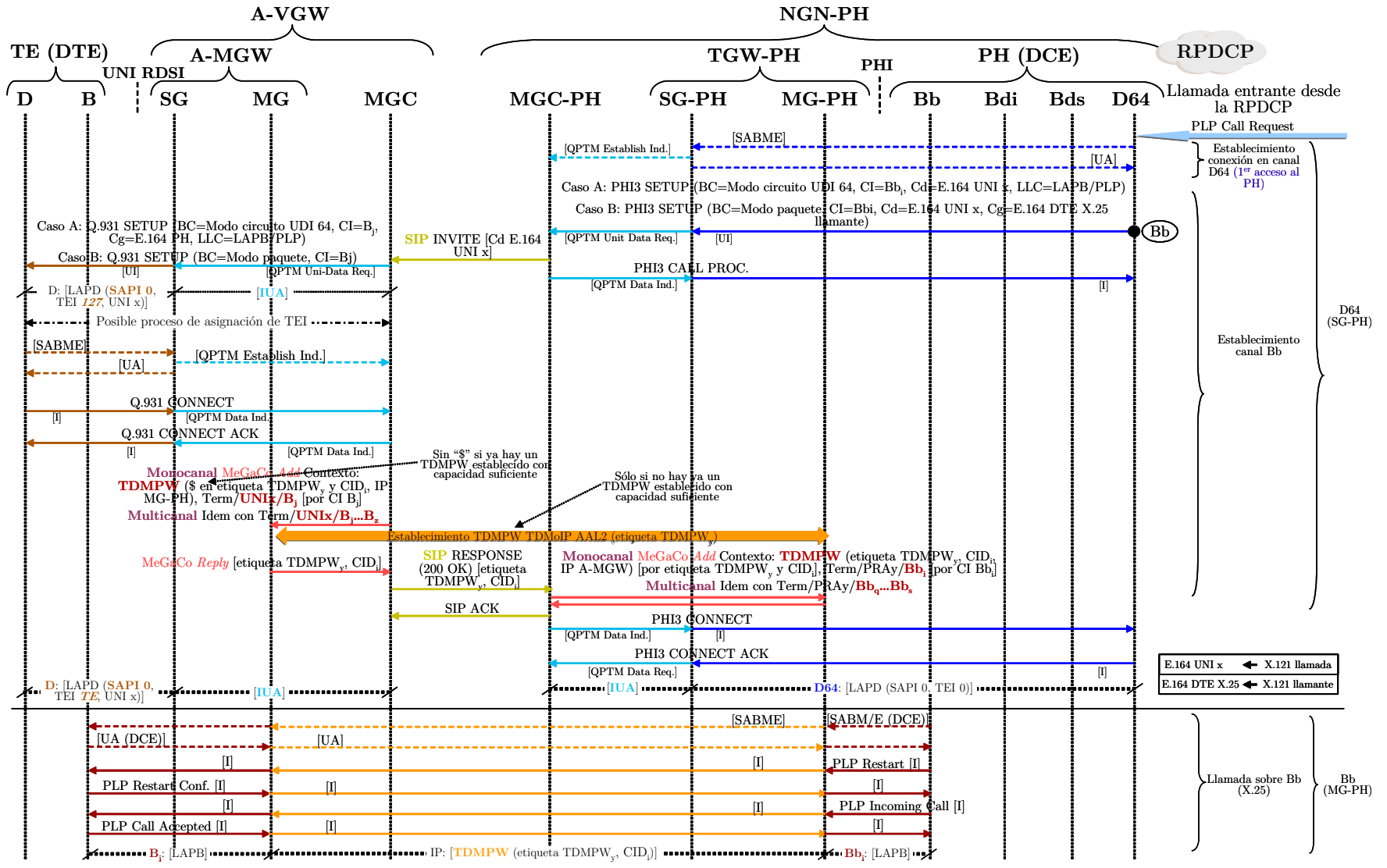


Figura 6.38: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante TDMPW's

6.2.3.4 Arquitectura MeGaCo para paquetes basada en XOT

La Figura 6.39 ofrece una solución monoflujo sin multiplex (compatible con ETSI_ARGW), y la Figura 6.40 una alternativa multiflujo con multiplex para las llamadas por canal D o por canal B multicanal. A diferencia de los casos anteriores, en la solución basada en XOT no se transporta el campo AdPHI2 (UNI, TEI y SAPI 16) dentro de los mensajes IP. Consecuentemente, para asociar cada flujo de paquetes UNI RDSI (de canal D SAPI 16 o de canal B) con su correspondiente flujo PHI (conexión Bdi o canal Bb, respectivamente), será necesario basarse en una asignación unívoca de puertos TCP. En concreto, cada flujo de paquetes de canal D (SAPI 16) o cada canal B usado en modo paquete quedará identificado mediante el cuarteto “(IP_MG, Port_MG, IP_MG-PH, Port_MG-PH)”. La MG actuará de cliente TCP, accediendo al puerto TCP en el que escucha el servidor MG-PH, usando PLP/XOT como protocolo de nivel de aplicación⁹⁷, siendo:

- IP_MG-PH y Port_MG-PH: dirección IP de la MG-PH y puerto TCP usado por su servidor PLP/XOT. Ambos valores pueden asumirse bien conocidos y comunes para todos los flujos de paquetes de cualquier MG (como puerto TCP para el servidor PLP/XOT se usaría el puerto 1998, normalizado por [RFC 1613; IANA Port]), siendo provisionados en las MGs. Alternativamente, podrían ser negociados vía MeGaCo⁹⁸.
- IP_MG y Port_MG: dirección IP y puerto TCP usado por el cliente PLP/XOT de la MG (A-MGW) para la conexión TCP asociada a un determinado flujo de paquetes PLP/XOT. Estos valores serán específicos de cada flujo de paquetes RDSI, permitiendo así identificarlo unívocamente en los contextos MeGaCo de MG y MG-PH. Respecto a:
 - ▶ Puerto TCP de la MG: se usará un puerto distinto para cada flujo RDSI de paquetes (flujo de canal D UNI/TEI/SAPI 16 o de canal B).
 - ▶ Dirección IP de la MG: si bien podría usarse una única dirección, ello limitaría a 65536 (número máximo de puertos TCP⁹⁹) el número de flujos de paquetes RDSI que podría cursar cada MG. Si se necesitase un número mayor de flujos, bastaría asignarle varias

⁹⁷ Recuérdese que la cabecera TCP no contiene ningún campo “protocolo transportado” para indicar el protocolo de nivel de aplicación empleado en cada conexión, sino que el cliente debe conocer el protocolo de aplicación esperado por el servidor TCP a partir de su puerto de escucha (motivo por el que se normalizan los puertos). Adviértase, asimismo, que la cabecera XOT tampoco posee ningún campo que indique que su contenido sea un mensaje PLP u otro.

⁹⁸ Bastaría proceder igual que en las conexiones RTP: el MGC configuraría estos valores en sus MGs (en la descripción SDP del descriptor Remote de la terminación IP) a partir de los datos recibidos del MGC-PH, el cual los habría obtenido de su MG-PH tras solicitarle la creación del contexto para el flujo de paquetes.

⁹⁹ Asumiendo que la MG no esté usando conexiones TCP para otras aplicaciones, en cuyo caso este límite sería aún menor.

direcciones IP a la A-MGW (unos flujos PLP/XOT se cursarán por una dirección IP y otros por otra).

En función de este comportamiento, para las llamadas:

- a) Modo paquete en canal D, en la MG: si se emplea la solución:
- Monoflujo sin multiplex (Figura 6.39): para cada canal D en el lado RDSI se creará:
 - ▶ Una terminación física: mantenida en el contexto nulo, usada para notificar al MGC las nuevas llamadas de paquetes salientes.
 - ▶ Por cada flujo de paquetes (SAPI 16) que transcurra por dicho canal D, una terminación efímera en el lado RDSI, caracterizada por su UNI, TEI y SAPI 16. Esta terminación estará asociada en el lado IP con una terminación efímera PLP/XOT caracterizada por la dirección IP (la MG puede poseer varias) y puerto TCP reservados en la MG para esta comunicación PLP/XOT con la MG-PH (el puerto TCP “XOT-PLP” de acceso a la MG-PH será común para todas las terminaciones PLP/XOT).
 - Multiflujo sin multiplex (Figura 6.40): a diferencia del caso anterior, se creará:
 - ▶ Una única terminación física por cada canal D, la cual contendría un Stream por cada flujo concreto de paquetes (SAPI 16, TEI) que soporte.
 - ▶ Dicha terminación física estaría asociada en un contexto con una terminación efímera PLP/XOT, la cual presentará un Stream por cada flujo de paquetes del canal D.
- b) Modo paquete en canal D, en la MG-PH: si se emplea la solución:
- Monoflujo sin multiplex (Figura 6.39): para cada canal Bd de la PHI, se crearía una:
 - ▶ Terminación física: mantenida en el contexto nulo, usada para detectar las nuevas llamadas entrantes por canal Bd (conexión Bdi) desde el PH, enviando al MGC-PH un comando *notify* con la referencia del canal Bd y el AdPHI2 de dicha llamada.
 - ▶ Por cada flujo de paquetes (conexión Bdi SAPI 16) que transcurra por dicho canal Bd, una terminación efímera en el lado PHI, caracterizada por su AdPHI2. Esta terminación estará asociada en el lado IP con una terminación efímera PLP/XOT, caracterizada por la dirección IP y puerto TCP reservados en la MG para este flujo de paquetes (el puerto TCP “XOT-PLP” de la MG-PH será común para todas las terminaciones PLP/XOT).
 - ▶ Por cada A-MGW, se creará una terminación efímera para el transporte de su conexión Bds hasta el MGC (en el canales Bd que contengan la conexión Bds de su A-MGW). De cara a la MG-PH, si bien los MGCs quedan diferenciados por su dirección IP, para

determinar la A-MGW a la que está asociada cada conexión Bds (todas llegan a la MG-PH desde el MGC), el MGC actuará de cliente TCP, usando un puerto TCP distinto para cada una de sus A-MGWs¹⁰⁰. La MG-PH contendrá el servidor TCP, escuchando en un único puerto TCP “XOT-PHI3”, común para todas las conexiones PHI3/XOT de los distintos MGCs. Así pues, cada terminación efímera Bds estará asociada en un contexto con una terminación efímera PHI3/XOT, caracterizada por la dirección IP y puerto TCP reservados en el MGC de la A-MGW a que corresponde esta conexión Bds (la dirección IP y puerto TCP “XOT-PHI3” de la MG-PH será común para todas las terminaciones PHI3/XOT).

- Multiflujo sin multiplex (Figura 6.40): por cada canal Bd de la PHI que curse llamadas, se creará un contexto constituido por:
 - ▶ Una única terminación física asociada a todo el canal Bd, configurada para detectar las nuevas llamadas entrantes. Dicha terminación contendrá un Stream por cada flujo de paquetes (conexión Bdi SAPI 16) que transcurra por el canal Bd, caracterizado por su AdPHI2. Asimismo, el canal Bd que contenga la conexión Bds de la A-MGW a la que pertenece, contendrá un Stream adicional con SAPI 0.
 - ▶ Una terminación efímera constituida por un Stream por cada conexión Bdi del canal Bd, caracterizado por la dirección IP y puerto TCP reservados en la MG para dicha conexión Bdi. Si dicho canal Bd contiene la conexión Bds de su A-MGW, esta terminación contendrá un flujo adicional (para transportar la señalización PHI3 Bds hasta el MGC), caracterizado por la dirección IP y puerto TCP reservados en el MGC para esta A-MGW.

Para la creación de los contextos de las conexiones Bds, es necesario que el MGC-PH (encargado de crearlos) conozca, para cada conexión Bds: la referencia RBd del canal Bd que contiene la conexión Bds, el MGC que controla a la A-MGW (su IP) y el puerto usado por este MGC para esa A-MGW. Todo ello debe obtenerlo a través de la señalización PHI3 del canal D64 (dado que, precisamente, este procedimiento se necesita para establecer la conexión Bds). Consecuentemente, por cada A-MGW (no por cada flujo de paquetes) se realizará una vez el siguiente procedimiento:

- Llamadas salientes: al recibir la primera llamada de paquetes SAPI 16 por canal D desde una A-MGW, el MGC envía al MGC-PH el mensaje SIP INVITE (Figura 6.41A). Dicho mensaje, además de incluir, lógicamente, la dirección IP del MGC que realiza la solicitud, incluirá en la descripción SDP el puerto TCP (Port_MGC) asignado por el MGC para la comunicación PHI3/XOT (conexión Bds) de la A-MGW desde la que se está haciendo

¹⁰⁰ Si se emplease SCTP, se establecería una asociación SCTP única entre cada MGC y la MG-PH, asignándose un flujo SCTP distinto (con su ID de flujo) a cada A-MGW.

la llamada. Posteriormente, el MGC-PH recibirá el mensaje PHI3 D64 CONNECT¹⁰¹ (Figura 6.41B) con el EI UU RBd, disponiendo entonces de todos los datos necesarios para crear en la MG-PH el contexto MeGaCo para la conexión Bds de esa A-MGW.

- Entrantes: el MGC-PH recibe del PH el mensaje PHI3 D64 SETUP (Figura 6.42A) con los EIs UU RBd y Cd (dirección E.164 A-MGW). A partir de la dirección llamada, el MGC-PH identifica al MGC responsable, enviándole un mensaje SIP INVITE para indicarle la intención de la llamada, el cual incluye dicha dirección llamada. Usando dicho número llamado, el MGC podrá identificar la A-MGW destinataria de la llamada, asignándole un puerto TCP (Port_MGC) para su comunicación PHI3/XOT con la MG-PH. Dicho puerto será indicado por el MGC al MGC-PH en el mensaje SIP RESPONSE (Figura 6.42B). Con ello, el MGC-PH ya dispondrá de todos los datos necesarios para crear en la MG-PH el contexto MeGaCo para la conexión Bds de esa A-MGW.
- c) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG: basta crear una terminación física para cada canal B, asociada en un contexto con una terminación efímera PLP/XOT caracterizada por la dirección IP y puerto TCP reservados en la MG para este flujo de paquetes (el puerto TCP “XOT-PLP” de la MG-PH será común al de las llamadas por canal D).
- d) Modo paquete en canal B monocanal (casos A/B), en la MG-PH: de forma similar a la MG, se creará una terminación física para cada canal Bb, asociada en un contexto con una terminación efímera PLP/XOT, caracterizada por la dirección IP y puerto TCP reservados en la MG para este flujo de paquetes.
- e) Modo paquete en canal B multicanal (caso A), en la MG/MG-PH: si se emplea la solución:
- Monoflujo sin multiplex (Figura 6.39): al igual que en el Apartado 6.2.3.1, se creará una única terminación física en el lado RDSI/PHI que representa al flujo de los “N” canales del servicio portador.
 - Multiflujo sin multiplex (Figura 6.40): se creará una terminación física independiente para cada canal B/Bb, multiplexándolas en un único flujo mediante una terminación multiplexora Nx64K.

En ambos casos, se asociará el flujo multicanal con una única terminación efímera PLP/XOT (usará, necesariamente, un ancho de banda Nx64 kb/s), caracterizada por la dirección IP y puerto TCP “XOT-PLP” reservados en la MG para esta llamada de paquetes multicanal.

Para que sea posible crear los contextos propuestos para los flujos de paquetes, resulta necesario que MGC y MGC-PH conozcan la dirección IP y puerto TCP usados por MG y MG-PH para cada

¹⁰¹ Obvia recordar que la asociación entre el mensaje PHI3 D64 SETUP generado a partir del SIP INVITE, y este PHI3 D64 CONNECT, se realiza a partir del EI PHI3 D64 “Referencia de llamada”.

flujo de paquetes. Para ello, se seguirá el siguiente procedimiento (expresado en términos de la solución monoflujo, pero igualmente aplicable para la multiflujo):

a) Llamadas de paquetes salientes por canal D:

1º El MGC, tras recibir el mensaje PHI3 Bds CONNECT (Figura 6.41C), dispondrá del canal Bd y del campo AdPHI2 del flujo de paquetes en cuestión. Con ello, solicita a la MG asociada a dicho canal Bd que cree el contexto, cuya terminación del lado RDSI estará definida por el campo AdPHI2 (UNI, SAPI 16, TEI). Para la terminación PLP/XOT, de momento (en espera de comprobar que la MG-PH también es capaz de cursar la llamada), sólo definirá el descriptor SDP Local, usando “\$” para la dirección IP y puerto TCP de la MG. La MG responderá al MGC indicándole el valor que decide usar para ambos valores (en función de los puertos que tenga disponibles en cada una de sus posibles múltiples direcciones IP).

2º El MGC envía el mensaje SIP UPDATE al MGC-PH, incluyendo la dirección IP y puerto TCP de la MG, así como los campos RBd y AdPHI2 que identifican al flujo en la PHI.

3º El MGC-PH solicita a la MG-PH la creación de un contexto, cuya terminación Bd estará definida por los campos RBd y AdPHI2, y para cuya terminación PLP/XOT usará los siguientes descriptores SDP:

- Local: con la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos¹⁰².
- Remote: con la dirección IP y puerto TCP asignados en la MG para este flujo.

4º El MGC-PH responderá al MGC con un mensaje SIP RESPONSE, indicando que la MG-PH se encuentra preparada para cursar la llamada.

5º El MGC solicitará a la MG que modifique el contexto, configurando en la terminación PLP/XOT el descriptor SDP Remote con la dirección IP y puerto TCP usados en la MG-PH para este flujo RBd/AdPHI2.

b) Llamadas de paquetes entrantes por canal D:

1º Cuando el PH seleccione el canal Bd sobre el que desea cursar el flujo AdPHI2, enviará por dicho canal una trama SABME hacia la MG-PH (Figura 6.42C). La terminación física

¹⁰² Si no lo fueran, bastaría proceder igual que en la conexiones RTP. Se indicaría “\$”, dejando que los asigne la MG-PH. Cuando lo haga, el MGC-PH los enviaría al MGC mediante SIP, para que éste los asigne al descriptor Remote de la terminación PLP/XOT de la MG.

de dicho canal Bd enviará un comando *notify* al MGC-PH, indicándole tanto la terminación de canal Bd (o su RBd) por el que ha entrado el mensaje¹⁰³, como su AdPHI2.

2º El MGC-PH solicitará a la MG-PH que cree un contexto, cuya terminación Bd estará definida por los campos RBd y AdPHI2, y para cuya terminación PLP/XOT sólo configurará el descriptor SDP Local, indicando la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos.

3º El MGC-PH enviará un mensaje SIP UPDATE al MGC, indicándole la intención de cursar dicho flujo RBd/AdPHI2. El MGC-PH conoce el MGC al que debe dirigirse por el propio procedimiento de establecimiento PHI3 D64 de tal canal Bd (en éste, el MGC-PH tuvo que relacionar dicho canal Bd con el MGC al que debía llegar).

4º El MGC solicitará a la MG la creación de un contexto, exactamente igual al antes indicado para el MGC en las llamadas salientes por canal D.

5º El MGC responderá al MGC-PH con un mensaje SIP RESPONSE, en el que incluirá una descripción SDP con la dirección IP y puerto TCP asignados por la MG para este flujo RBd/AdPHI2 (o conexión Bdi).

6º El MGC-PH solicitará a la MG-PH que modifique el contexto, configurando en la terminación PLP/XOT el descriptor SDP Remote con la dirección IP y puerto TCP usados en la MG para este flujo RBd/AdPHI2.

c) Llamadas de paquetes salientes por canal B:

1º A raíz de una nueva llamada de paquetes (recepción del mensaje Q.931 SETUP para canal B mono o multicanal), el MGC solicita a su MG la creación de un contexto, cuya terminación del lado RDSI estará determinada por el canal B (obtenido en el EI Q.931 CI), y para cuya terminación PLP/XOT usará los siguientes descriptores SDP:

- Local: usará “\$” para la dirección IP y puerto TCP de la MG. La MG responderá al MGC indicándole el valor que decide usar para ambos valores.
- Remote: indicándole la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos.

2º El MGC enviará un mensaje SIP INVITE al MGC-PH, tras lo cual éste procede al establecimiento del canal Bb en la PHI. Si este se realiza satisfactoriamente, el MGC-PH solicitará a su MG-PH la creación de un contexto, cuya terminación del lado PHI estará

¹⁰³ Adviértase que para que el MGC-PH pueda crear el contexto en la MG-PH, necesita saber el canal Bd por el que se cursará la conexión Bdi para dicho flujo AdPHI2.

determinada por el canal Bb (obtenido en el EI PHI3 D64 CI), y para cuya terminación PLP/XOT usará los siguientes descriptores SDP:

- Local: indicándole la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos.
- Remote: con la dirección IP y puerto TCP asignados en la MG para este flujo.

3º El MGC-PH enviará al MGC el mensaje SIP RESPONSE indicándole su conformidad con los parámetros indicados para la llamada, asintiéndolo el MGC con un mensaje SIP ACK.

d) Llamadas de paquetes entrantes por canal B:

1º A partir del mensaje SIP INVITE recibido del MGC-PH (consecuencia del PHI3 D64 SETUP, Figura 6.44A), el MGC conoce la A-MGW y UNI destinataria de la llamada (usando la dirección E.164 de la UNI llamada indicada en el EI PHI3 D64 Cd). A partir de la señalización Q.931, obtendrá el canal B de la UNI. Con ello, el MGC solicita a su MG la creación de un contexto, cuya terminación del lado RDSI estará determinada por el canal B, y para cuya terminación PLP/XOT usará los siguientes descriptores SDP:

- Local: usará “\$” para la dirección IP y puerto TCP de la MG. La MG responderá al MGC indicándole el valor que decide usar para ambos valores.
- Remote: indicándole la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos.

2º El MGC enviará al MGC-PH un mensaje SIP RESPONSE, en el que incluirá este cuarteto de direcciones IP y puertos TCP.

3º El MGC-PH solicitará a la MG-PH la creación de un contexto, cuya terminación del lado PHI estará determinada por el canal Bb (obtenido en el EI PHI3 D64 CI), y para cuya terminación PLP/XOT usará los siguientes descriptores SDP:

- Local: indicándole la dirección IP y puerto TCP para PLP/XOT de la MG-PH, asumiendo son bien conocidos.
- Remote: con la dirección IP y puerto TCP asignados en la MG para este flujo.

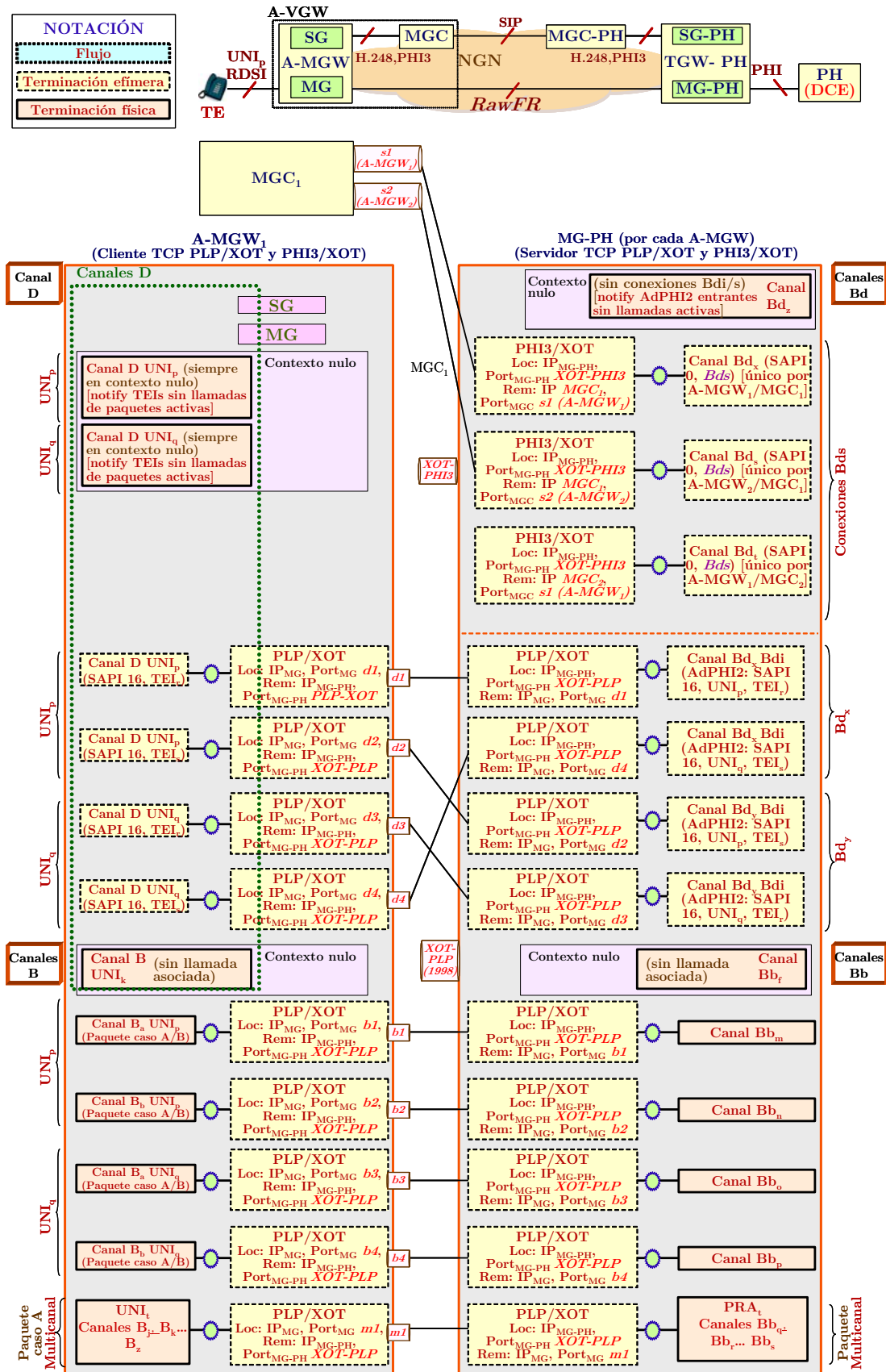


Figura 6.39: Arquitectura MeGaCo monoflujo sin multiplex para el soporte del modo paquete basado en XOT

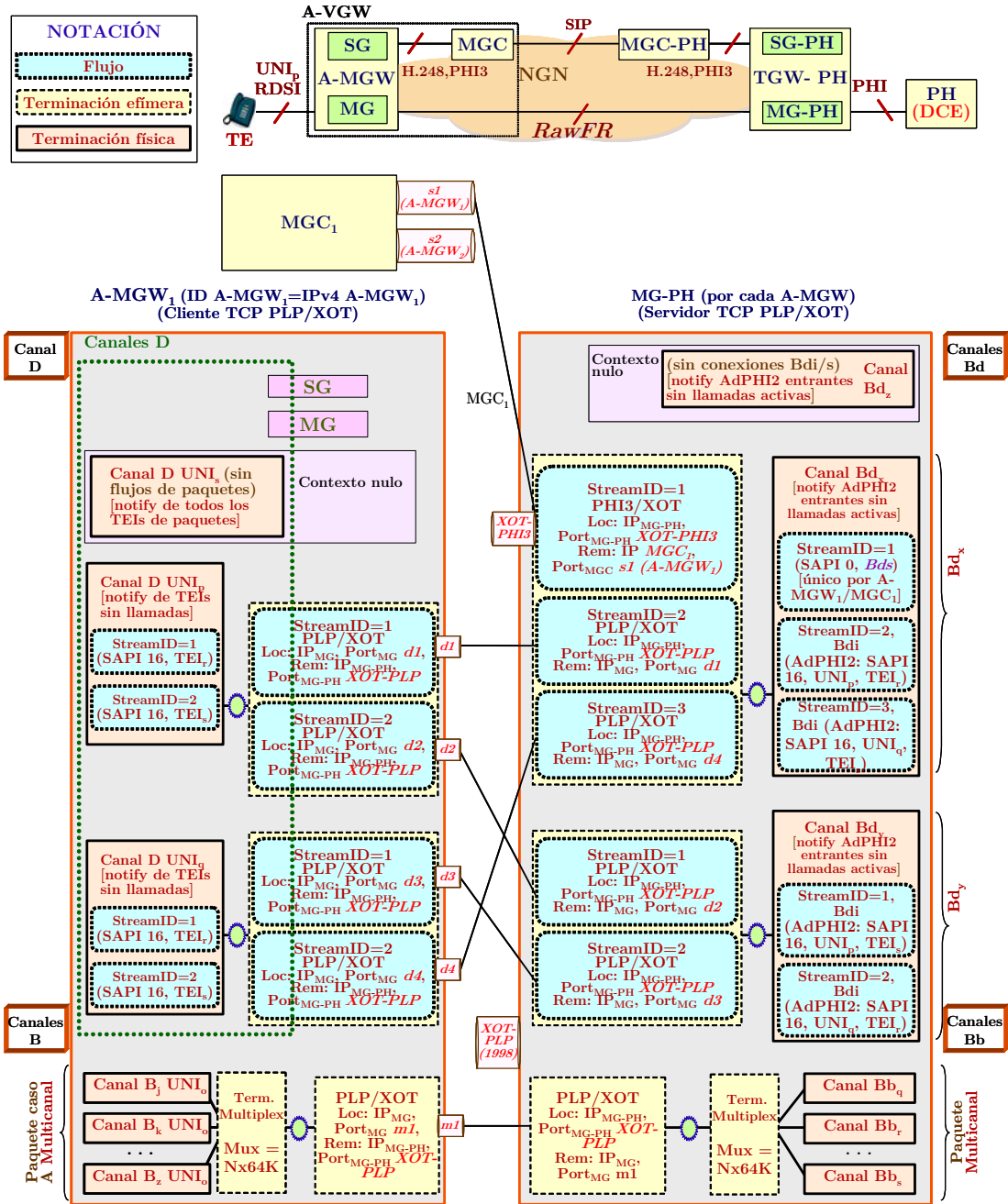


Figura 6.40: Arquitectura MeGaCo multiflujo con multiplex para el soporte del modo paquete en canal D y canal B multicanal basado en XOT

Partiendo de las torres de protocolos propuestas para RawFR (Figuras 6.3, 6.8, 6.11, 6.12 y 6.15), la anterior arquitectura MeGaCo (Figuras 6.39 y 6.40), y los flujos de mensajes existentes en la PHI clásica (Figuras III.6, III.8, III.9 y III.10), se resumen a continuación los flujos de mensajes que tendrían lugar para el establecimiento de las llamadas de paquetes por canal D y B RDSI, cuando en el tramo IP se usa XOT (Figuras 6.41, 6.42, 6.43 y 6.44):

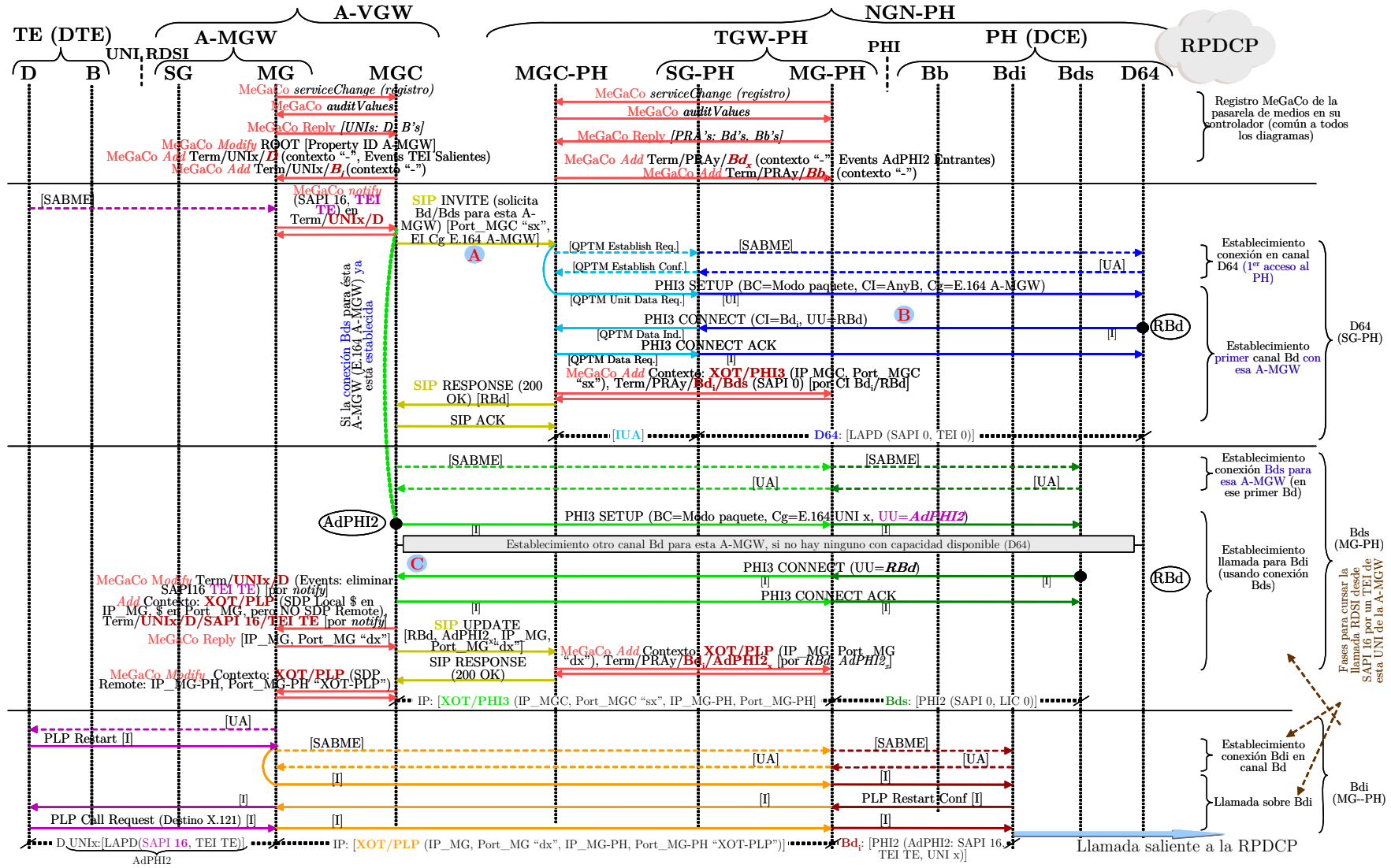


Figura 6.41: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal D mediante XOT

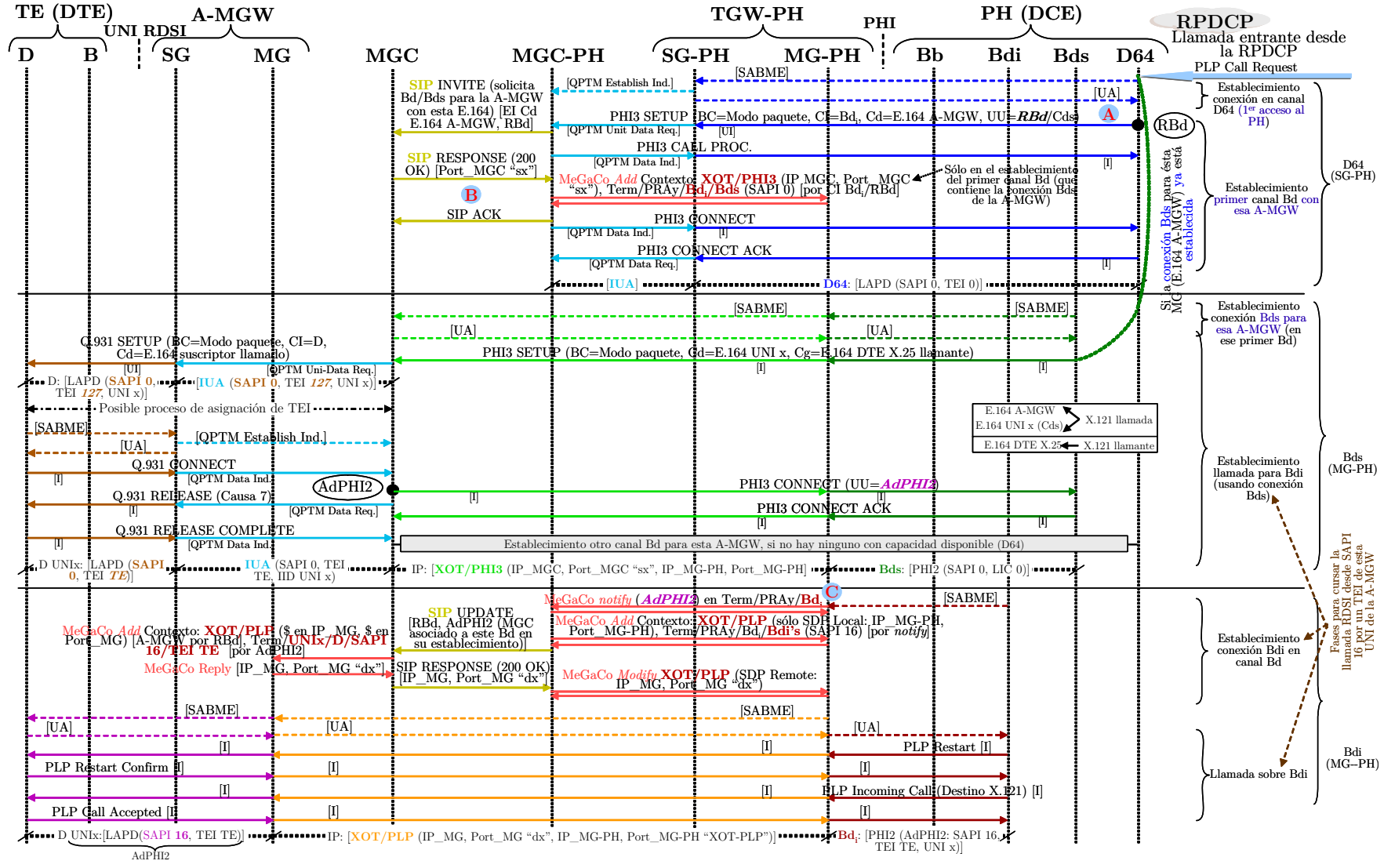


Figura 6.42: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal D mediante XOT

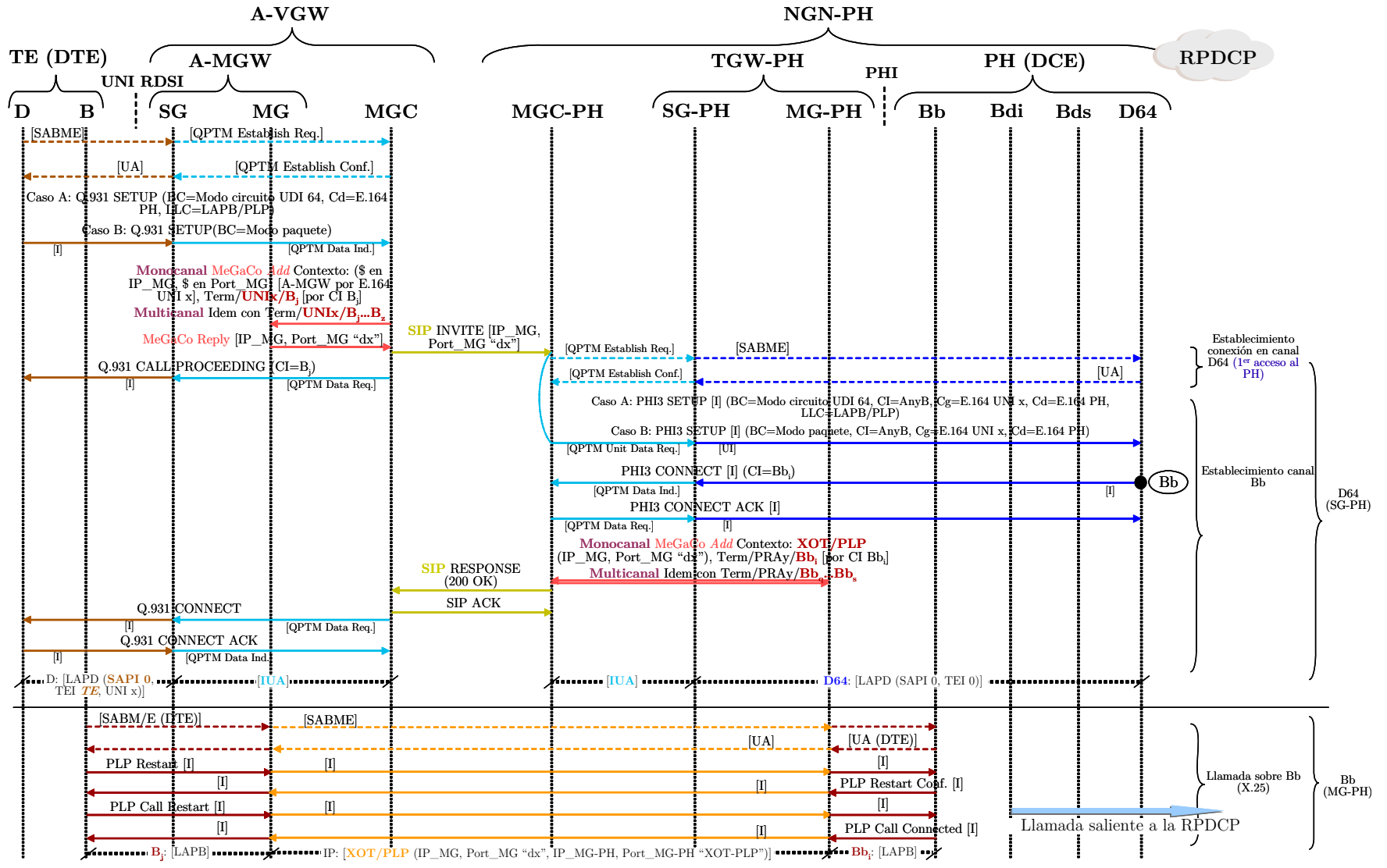


Figura 6.43: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo paquete por canal B mediante XOT

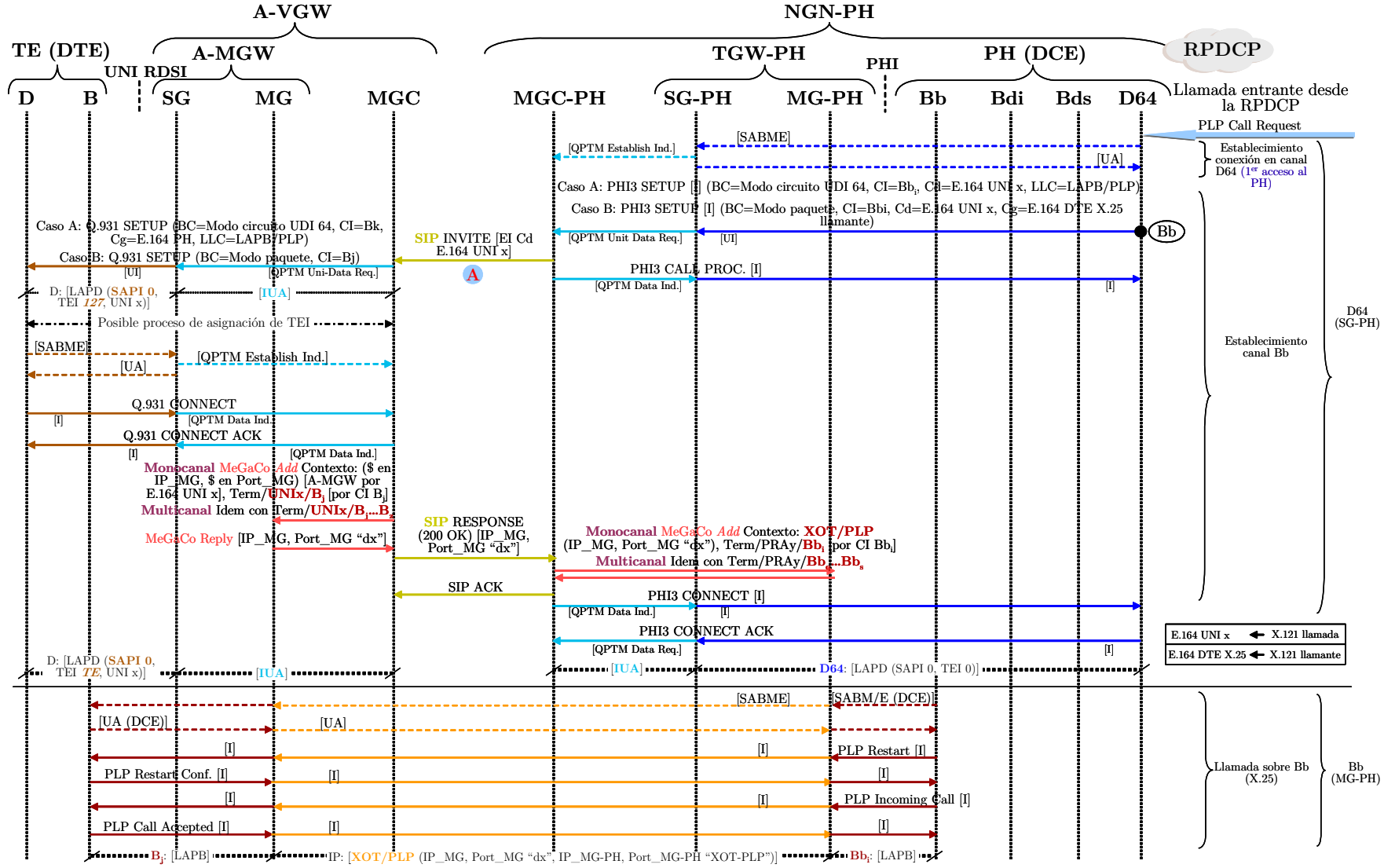


Figura 6.44: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo paquete por canal B mediante XOT

6.2.4 Comparación de las soluciones planteadas

En los subapartados anteriores se han propuesto cuatro posibles soluciones de transporte para la emulación NGN de las llamadas RDSI en modo paquete por canal D y B. La elección entre una u otra tecnología estará condicionada por las características de la red en que vaya a ser implementada, debiendo tener presente las particularidades que presenta cada una:

- a) RawFR: como característica general, carece de plano de control. De forma específica, para las llamadas de paquetes RDSI sobre:
 - Canal D: el transporte de las conexiones Bdi (flujos SAPI 16) sobre RawFR corresponde a una de las propuestas planteadas por la ETSI para soportar estas llamadas, para la que será necesario definir las NIFs “Q.921-RawFR” (MG) y “PHI2-RawFR” (MG-PH). Asimismo, será necesario definir el protocolo RawFR_s para transportar las conexiones Bds hasta el MGC, incluyendo su NIF “RawFR_s-PHI2” (MG-PH).
 - Canal B: requiere definir los protocolos RawFR_B y RawFR_m, así como sus respectivas NIFs “LAPB-RawFR_B” y “LAPB-RawFR_m”.

- b) HDLCPW y TDMoPW TDMoIP AAL2: se basan en protocolos completamente normalizados, soportados sobre múltiples tecnologías (MPLS, L2TPv3, UDP, Ethernet), y disponen de un plano de control. La única NIF que necesitan es “Q.921-PHI2” (MG para conexiones Bdi), cuya definición es inmediata dado que PHI2 coincide en su mayor parte con Q.921. A diferencia de las otras soluciones, en las llamadas de paquetes por canal D, la conexión Bds es enviada a la A-MGW para que ésta la reenvíe al MGC, aunque este doble reenvío no representa un problema relevante. Asimismo, estas soluciones se diferencian de las demás en que realizan un transporte transparente de todas las tramas de nivel de enlace, lo que ofrece la ventaja de que las pasarelas no actúan de puente, evitando así el problema del desbordamiento de las colas (Apartado 4.2.2.3). De forma particular, en:
 - HDLCPW: se crea un HDLCPW por canal Bd (o Bb), lo que facilita la gestión respecto a las soluciones RawFR o XOT.
 - TDMPW TDMoIP AAL2: permite usar un único TDMPW para cursar todas las llamadas de paquetes de una A-MGW, tanto por canal D como B, y mono o multicanal (para estas últimas el TDMPW deberá emplear alguno de los formatos de carga útil definidos en el Apartado 5.1.1.1), lo que facilita aún más la gestión. Su principal desventaja es que transporta canales TDM, incluyendo por tanto todo el tráfico de nivel de enlace, incluso relleno de bits, banderas y FCS, requiriendo un mayor ancho de banda en la red IP.

- c) XOT: es la única solución que no transporta el campo PHI2 AdPHI2 sobre la red IP, lo que obliga a que la MG mapee cada flujo de paquetes de canal D RDSI a un cuarteto “(IP_MG, Port_MG, IP_MG-PH, Port_MG-PH)”. Para las llamadas de paquetes RDSI sobre:

- Canal D: requiere definir las NIFs “Q.921-XOT/TCP” (MG) y “PHI2-XOT/TCP” (MG-PH) implicadas en el transporte de las conexiones Bdi. Para las conexiones Bds, se empleará también la NIF “PHI2-XOT/TCP” o, si se precisa un transporte seguro, la NIF “PHI2-XOT/SCTP”.
- Canal B: requiere definir la NIF “LAPB-XOT/TCP”.

6.3 Contribuciones a la emulación del servicio de retransmisión de tramas por canal B transparente

Dados los motivos indicados en el Apartado 4.4.3, la emulación NGN del modo trama no transparente (casos B por canal D y B [I.233.1]) carece de interés práctico, por lo que no será abordada. En cuanto a las llamadas de tramas transparentes (caso A por canal B, soportado sobre los servicios portadores RDSI en modo circuito con capacidad UDI, tanto monocanal [I.231.1; I.231.4; I.231.9] como multicanal [I.231.10; I.231.5; I.231.6; I.231.7; I.231.8]), no son afrontadas por ninguna especificación NGN. Este apartado ofrecerá diversos mecanismos de transporte y control que permitan su soporte, respetando siempre la FHI normalizada por [ETS 300 458].¹⁰⁴

6.3.1 Arquitecturas de protocolos para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B

Apoyándonos en las arquitecturas de protocolos empleadas en el escenario clásico para este acceso (Figura III.11), podemos plantear las arquitecturas de protocolos entre la pasarela de acceso A-MGW y el manejador NGN-FH recogidas en la Figura 6.45.

De igual modo que en el modo paquete, la señalización FHI3 D64 será transportada hasta el MGC-FH mediante IUA. La señalización de llamada Q.931/FHI3 D64 será transportada entre MGC-FH y MGC mediante SIP. El MGC-FH realiza tanto la correspondencia FHI3-SIP (a partir de la correspondencia Q.931-SIP [TS 183 036]) como la correspondencia E.164-URI SIP [RFC 3824; RFC 3761; RFC 5526]. Al igual que sucedía en el modo paquete, según el mecanismo de transporte empleado sobre la red IP será necesario que MGC y MGC-FH intercambien sobre SIP determinados parámetros. Consecuentemente, partiendo de la base establecida por [TS 183 036] (descripción SDP/SIP y elementos PSTN XML), será necesario especificar como transportar dichos parámetros sobre SIP.

¹⁰⁴ Debe advertirse que, a diferencia de lo que sucede en el modo paquete, cuando un terminal RDSI accede al modo trama por canal B (Figura III.11), se comporta de distinto modo según lo haga bajo el caso A (la señalización Q.933/X.36 es transportada por el mismo canal B que los SVCs FR, Figura 2.5) o el caso B (la señalización Q.933/X.36, que controla los SVCs cursados por el canal B, es transportada por el canal D SAPI 0, Figura 2.6). Consecuentemente, las soluciones que aquí proponemos para el soporte del caso A no serían directamente aplicables al caso B canal B.

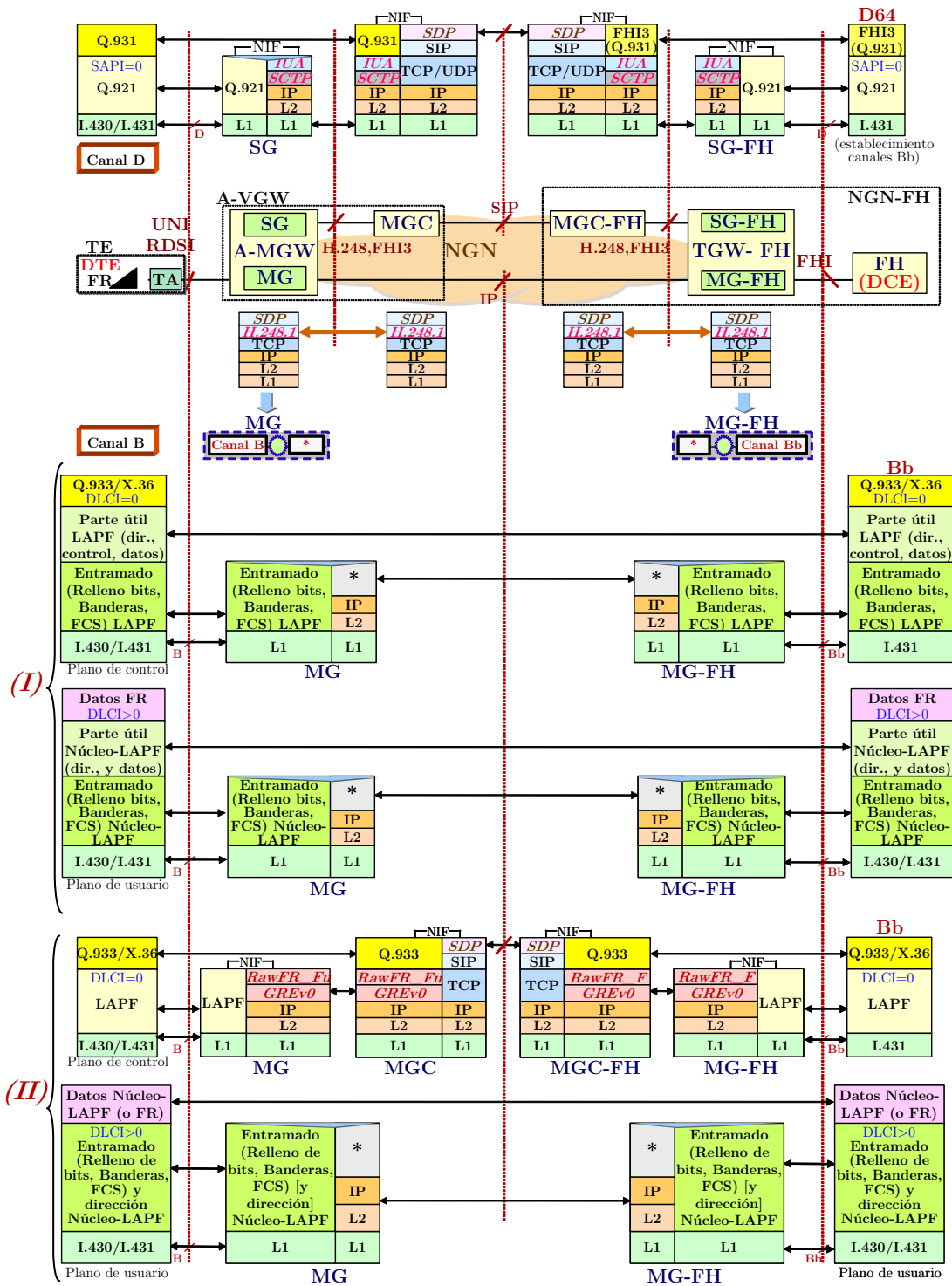


Figura 6.45: Soporte NGN del modo trama en canal B: (I) Transparente; (II) DLCI a DLCI

El canal de comunicación entre el TE y el FH se establece mediante la señalización Q.931/FHI3 D64, empleada por MGC y MGC-FH para instruir a sus MG y MG-FH, vía MeGaCo, sobre cuales son la A-MGW, UNI y canal B (lado RDSI) o canal Bb (lado FHI), respectivamente, entre los que deben intercambiarse los mensajes.

En las llamadas de tramas, dentro de ese canal establecido entre TE y FH por la señalización Q.931/FHI3 D64, pueden establecerse múltiples VCs, identificados por un DLCI contenido en el campo de dirección

de las tramas LAPF/Núcleo-LAPF [Q.922 (LAPF)]. En el caso de los SVCs, el DLCI que identifica cada circuito es acordado entre TE y FH mediante la señalización Q.933/X.36¹⁰⁵, no visible para las pasarelas MG/MG-FH. Así, los mecanismos de transporte para el soporte de estas llamadas de tramas pueden clasificarse en dos grupos, según las pasarelas apliquen un esquema de:

- I) Transporte transparente de los VCs (Figura 6.45I): MG y MG-FH transportarán el contenido completo del canal B sin discriminar los VCs. En este caso, la señalización Q.933/X.36 podrá ser intercambiada directamente entre TE y FH, sin ser visible a MGC y MGC-FH.
- II) Transporte DLCI a DLCI (Figura 6.45II): MG y MG-FH establecerán entre ellas una conexión distinta por cada VC, lo que les obliga a analizar el DLCI (campo de dirección) de las tramas Núcleo-LAPF. Este comportamiento será apoyado por la interpretación de la señalización Q.933/X.36 en los controladores MGC y MGC-FH, de modo que puedan indicar a MG y MG-FH, mediante MeGaCo, las particularidades de cada SVC (identificado por su DLCI), transportadas en los EIs Q.933/X.36.¹⁰⁶

Para ambos casos, será conveniente analizar como se transporta e interpreta:

- a) Señalización Q.933/X.36 sobre LAPF (SVC con DLCI=0), especialmente sus EIs para la negociación de los parámetros de la capa de enlace Núcleo-LAPF: ante retransmisión de tramas (Núcleo-LAPF), DTE y DCE podrán negociar diversos aspectos de la capa de enlace mediante los siguientes tres EIs Q.933/X.36, no existentes en Q.931¹⁰⁷:
 - EI DLCI: DLCI que identificará al SVC en el tramo entre DTE y DCE.
 - EI “Parámetros medulares de la capa de enlace”: parámetros de calidad de servicio para el tramo entre el DTE y el DCE. En concreto, el “tamaño máximo del campo de información Núcleo-LAPF” (por defecto, 1600 octetos) y la “velocidad de información acordada (CIR) mínima y máxima” (sólo admitido en el mensaje Q.933/X.36 SETUP).
 - EI “Parámetros de prioridad y clase de servicio”: prioridad de las tramas de este SVC en ambos sentidos (para su transferencia o descarte por parte del DCE).

¹⁰⁵ Recuérdese que [Q.933 (03)] plantea el uso de Q.931 y referencia a [X.36], la cual define los mensajes de señalización para el establecimiento de los SVCs en modo trama caso A, siempre identificados con el DLCI 0. En el establecimiento de cada SVC de datos, TE y FH negociarán la longitud y valor del DLCI mediante el EI Q.933/X.36 “DLCI” [X.36]/10.6.14. Este EI será transportado en el mensaje SETUP X.36 (ante llamadas entrantes) o en la primera respuesta a éste (ante llamadas salientes), dado que su valor debe asignarlo el DCE [X.36]/10.7.

¹⁰⁶ En las llamadas de paquetes, en ningún caso era necesario que la señalización PLP de canal B fuese terminada en el MGC/MGC-PH dado que los canales lógicos X.25 son exclusivos de la capa PLP, no afectando a LAPB en ningún caso (si hubiese sido necesario, habría habido que definir la correspondencia PLP-SIP).

¹⁰⁷ Respecto a Q.931, [X.36] añade un cuarto EI, denominado “Parámetros de protocolo de la capa de enlace”, destinado a permitir que, opcionalmente, DTE y DTE (no DTE-DCE) negocien la ventana y tiempo de retransmisión LAPF. Consecuentemente, este EI no afecta a Núcleo-LAPF.

Debe observarse como todos estos parámetros tienen significado local, afectando a la interfaz entre DTE y DCE. Entre ellos, merece una mención especial el parámetro “CIR mínima”. Mediante señalización Q.933/X.36, DTE y DCE aceptarán un valor para dicho parámetro. A raíz de ello, el DCE comprobará que las tramas Núcleo-LAPF de este SVC que vaya recibiendo sean conformes a dicha CIR mínima, descartando las tramas que no lo satisfagan. Este comportamiento deberá ser tenido en consideración para una correcta emulación NGN de las llamadas de tramas.

- b) VCs de datos FR (tramas Núcleo-LAPF, con DLCI>0): su transporte sobre la red IP debe realizarse de forma que:
- Si el DTE transmite una trama válida, la red IP no debe causar ninguna alteración sobre la misma que provoque que deje de serlo, obligando al DCE a descartarla (e.g., añadiendo un retraso que la haga incumplir la CIR mínima). Para evitar que la red IP pueda provocar esa alteración, una opción sería sobredimensionar la red IP y aplicar técnicas de QoS¹⁰⁸ (no resulta posible aplicar ningún mecanismo en las pasarelas condicionado a la señalización Q.933/X.36, dado que ésta sólo es interpretada por el TE y el FH).
 - Los datos FR pueden corresponder a diferentes protocolos, negociados entre TE y FH mediante el EI X.36 “LLC”¹⁰⁹. Para garantizar su adecuado transporte sobre la red IP, el protocolo empleado entre MG y MG-FH deberá ofrecer capacidades similares a las de Núcleo-LAPF.

La Figura 6.45 deja sin determinar el protocolo a emplear entre MG y MG-FH para el transporte de los datos FR al existir múltiples opciones. A continuación se proponen y comparan éstas, clasificadas conforme a los dos grupos de transporte planteados:

¹⁰⁸ Una segunda opción sería aplicar protocolos, tales como RTP, que permitan reconstruir la secuencia temporal de los datos FR en la pasarela de salida. No obstante, esta opción sólo resulta posible en aquellas arquitecturas de protocolos que permitan dicho uso de la cabecera RTP (por ejemplo, en la solución basada en GREv0 será difícilmente aplicable).

¹⁰⁹ El campo “Protocolo de capa 2 de información de usuario” de este EI permite indicar diferentes protocolos de enlace que serían usados extremo a extremo sobre Núcleo-LAPF para complementarlo (e.g., añadir capacidad de asentimiento). A su vez, su campo “Protocolo de capa 3 de información de usuario” permite indicar varios protocolos de red. De forma particular, su valor “0xB” se emplea para la opción multiprotocolo, en la cual el SVC entre ambos terminales FR podrá transportar múltiples protocolos de red. En tal caso, [RFC 1490] o [X.36]/D establecen que el primer octeto del campo de datos de cada trama de nivel 2 será el NLPID/IPI, el cual indica el protocolo transportado en dicha trama conforme a los valores normalizados por [X.263; TR 9577] (e.g., IP “0xCC”, PPP “0xCF” [RFC 1973], PLP “0x10-0x2F”).

6.3.1.1 Posibles protocolos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte transparente de los VCs

En este primer caso, las pasarelas MG y MG-FH se limitarán a extender entre TE y FH todos los VCs del canal B/Bb. Según el mecanismo, se aplicará un transporte completamente transportante (transportando conjuntamente el SVC de señalización Q.933/X.36 “DLCI=0” con todos los SVCs de datos FR “DLCI>0”) o pseudotransparente (transportando conjuntamente todos los SVCs de datos FR “DLCI>0”, pero separados del SVC de señalización Q.933/X.36 “DLCI=0”).

En concreto, dadas las características de los protocolos LAPF y Núcleo-LAPF, pueden plantearse las siguientes opciones para este transporte transparente sobre la red IP:

- a) RawFR_F/Núcleo-RawFR_F (Figura 6.48A): MG y MG-FH analizarán el campo de dirección de las tramas con objeto de separar la señalización Q.933/X.36 de los datos (transporte pseudotransparente), actuando del siguiente modo:
 - Señalización Q.933/X.36 (SVC DLCI=0): será cursada mediante el protocolo RawFR_F (Figura 6.46A). Éste corresponde a una modificación del protocolo RawFR, cuyo campo de dirección consta del campo de dirección de la trama LAPF, ampliado con tres octetos más (dos para indicar la PRA FHI y otro para referenciar el canal Bb de la misma). Dado que el campo de dirección LAPF/Núcleo-LAPF puede presentar dos o cuatro octetos¹¹⁰, el campo de dirección RawFR_F podrá constar de cinco o siete octetos¹¹¹. Al igual que en el modo paquete, la MG conocerá la UNI y canal B asociados a cada trama RawFR_F basándose en los contextos MeGaCo en ella creados por el MGC a partir de la señalización Q.931/FHI3 D64.
 - Datos FR (SVCs o PVCs con DLCI>0): será cursada mediante el protocolo Núcleo-RawFR_F (Figura 6.46B), el cual presenta el mismo formato que la trama RawFR_F, pero sin el campo de control.

Al igual que con LAPF y Núcleo-LAPF, MG y MG-FH discriminarán las tramas RawFR_F y Núcleo-RawFR_F a partir del DLCI de su campo de dirección.

¹¹⁰ [X.36]/10.6.14 apunta que una misma red puede soportar tramas LAPF/Núcleo-LAPF con campos de dirección con longitud de dos (por defecto), tres o cuatro (ambos, opcionalmente) octetos, según el tamaño del DLCI (10, 16 o 23 bits). No obstante, respecto a su versión anterior [X.36]/9.3.2 elimina la posibilidad de tres octetos al carecer de interés, por lo que no la contemplaremos.

¹¹¹ En el campo de dirección LAPF, su bit de extensión (EA) indica cual es el último octeto del campo (EA=1), determinando así su longitud [Q.922 (LAPF)]. En la trama RawFR_F se seguirá el mismo esquema a partir del cuarto octeto (primer octeto destinado a albergar la dirección LAPF).

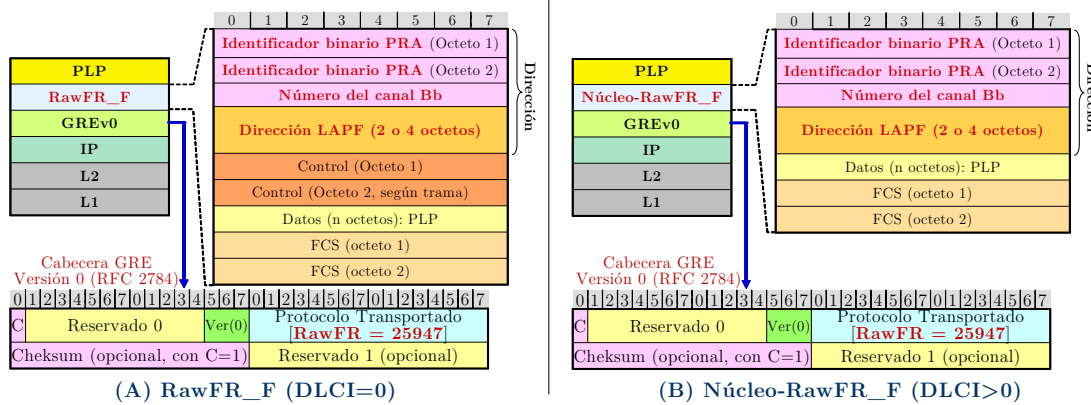


Figura 6.46: Modificación del protocolo RawFR para llamadas de tramas monocanal

Para el soporte de las llamadas de trama multicanal, se procederá igual que en el modo paquete. Se asignará un ID a cada llamada multicanal, transportándolo sobre los protocolos modificados RawFR_Fm (Figura 6.47A) y Núcleo-RawFR_Fm (Figura 6.47B).

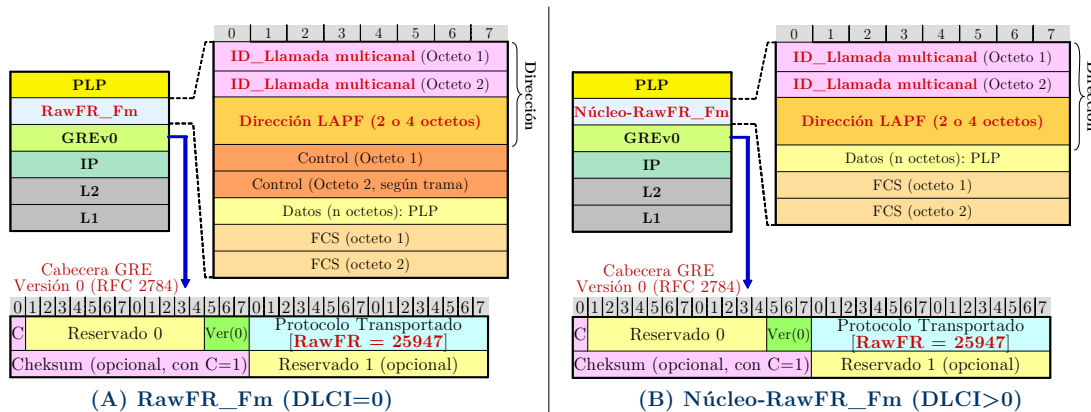


Figura 6.47: Modificación del protocolo RawFR para llamadas de tramas multicanal

b) XOT (Figura 6.48B): Las MGs actuarán de clientes UDP/TCP, reservando un puerto por cada canal B/Bb usado para una llamada en modo trama. La MG_FH actuará de servidor UDP/TCP, escuchando en un determinado puerto las conexiones de las distintas MGs. La pasarela de entrada a la red IP necesitará leer el parámetro DLCI de cada trama, para determinar como transportarla (nuevamente transporte pseudotransparente):

- Señalización Q.933/X.36 (SVC DLCI=0): se empleará XOT/TCP (o bien XOT/SCTP), reservando en la MG-FH un determinado puerto TCP (e.g., 1491, no asignado por [IANA Port])¹¹². TCP/SCTP ofrece la capacidad de asentimiento y secuencialidad requerida por LAPPF. XOT permite separar cada PDU LAPPF (se añadirá una cabecera XOT por cada trama LAPPF, pudiendo transportarse en un mismo paquete TCP/SCTP el campo de dirección¹¹³ y datos de varias tramas LAPPF).

¹¹² Si se emplease SCTP, se establecería una asociación SCTP única entre cada MG y la MG-FH, asignándose un flujo SCTP distinto (con su ID de flujo) al SVC de señalización (DLCI=0) de cada canal B.

¹¹³ Es necesario transportar el campo de dirección para poder regenerar sus bits útiles a la salida de la red IP. Recuérdese que la longitud de este campo viene delimitada por su bit EA.

- Datos FR (SVCs o PVCs con DLCI>0): se empleará XOT/RTP/UDP, reservando en la MG-FH un puerto UDP (e.g., 1528, tampoco asignado por [IANA Port]). Esta opción garantiza el transporte de los datos FR bajo las mismas condiciones que Núcleo-LAPF, esto es, transporte ordenado¹¹⁴ sin asentimiento:
 - ▶ RTP: aporta la entrega secuencial de los datos FR, no ofrecida por UDP. Alternativamente a RTP/UDP, podría usarse TCP o SCTP, pero estos ofrecen fiabilidad (obligando a implementar las ventanas, máquinas de estado, ...), no necesaria para este transporte. Consecuentemente, aunque la parte temporal de RTP no será de utilidad, RTP/UDP representa la opción más ligera ya implementada que se adecua a las necesidades de transporte secuencial aquí requeridas.
 - ▶ XOT: permite separar cada PDU Núcleo-LAPF¹¹⁵ dentro del flujo RTP. Se añadirá una cabecera XOT por cada trama Núcleo-LAPF, pudiendo transportarse en un mismo mensaje RTP el campo de dirección y datos de varias tramas Núcleo-LAPF.

Dada la terminación del nivel de enlace en la MG/MG-FH y la secuencialidad ofrecida por las cabeceras TCP o RTP, las tramas serán entregadas en orden al otro extremo, satisfaciéndose la estructura TSSI de los servicios portadores multicanal.

- c) HDLCPWs (Figura 6.48C): MG y MG-FH no analizarán el campo de dirección de las tramas (transporte completamente transparente), transportando conjuntamente señalización Q.933/X.36 y datos FR. Para ello, se establecerá un HDLCPW entre MG y MG-FH por cada canal B (para todos sus DLCIs) de alguna UNI de la A-MGW asociado a una llamada en modo trama. Consecuentemente, entre cada A-MGW y el NGN-FH (MG-FH) podrán establecerse uno o varios HDLCPWs.

Por los mismos motivos indicados en el modo paquete (Apartado 6.2.2), una llamada de tramas multicanal de “N” canales B puede ser cursada por un único HDLCPW de ancho de banda $N \times 64$ kb/s.

- d) TDMPWs TDMoIP AAL2 (Figura 6.48D)¹¹⁶: MG y MG-FH emularán los canales B/Bb a nivel físico, sin extraer las tramas de nivel de enlace, ofreciendo un transporte de éstas completamente transparente. Por cada canal B (para todos sus DLCIs) de alguna UNI de la A-MGW asociado a una llamada en modo trama, se empleará un CID de un TDMPW. Por los mismos motivos

¹¹⁴ En el circuito clásico, las tramas Núcleo-LAPF son transportadas sobre un circuito, lo que garantiza su entrega ordenada (Apartado 2.1.2).

¹¹⁵ Recuérdese que la PDU Núcleo-LAPF (o datos FR) puede corresponder a diferentes protocolos, cuyas cabeceras pueden no incluir la longitud del mensaje, aprovechando que en su transporte sobre Núcleo-LAPF su longitud está delimitada por las banderas de la trama (e.g., PLP/LAPB/Núcleo-LAPF).

¹¹⁶ Los otros TDMPWs (transparentes y no transparentes estáticos) quedan descartados igual que en el modo paquete (Apartado 6.2.1.2).

de capacidad comentados en el modo paquete (Apartado 6.2.2), entre cada A-MGW y el NGN-FH (MG-FH) pueden establecerse uno o varios TDMPWs.

Para el soporte de llamadas multicanal, el TDMPW AAL2 deberá emplear alguno de los formatos de carga útil definidos en el Apartado 5.1.1.1 (en modo VoIP o un CID por llamada con PT en UUI).

De igual forma para los cuatro mecanismos, tendrá lugar el siguiente comportamiento:

- a) Señalización Q.933/X.36 sobre LAPF (DLCI=0), especialmente sus EIs para la negociación de los parámetros de la capa de enlace Núcleo-LAPF: es intercambiada directamente entre el TE RDSI (DTE) y el FH (DCE)¹¹⁷. Consecuentemente:
 - No resulta posible realizar ningún control sobre las pasarelas (MG y MG-FH) a partir de esta señalización.
 - El DLCI del SVC será igual en la UNI RDSI y en la FHI. El valor del EI DLCI no es notificado a las pasarelas, éstas se limitarán a transportar sobre la red IP cada trama Núcleo-LAPF que reciban.
- b) Tramas Núcleo-LAPF (VCs con DLCI>0): la pasarela de salida de la red IP (MG o MG-FH) regenerará la misma trama Núcleo-LAPF (con los mismos campos de dirección y datos¹¹⁸) que recibió la pasarela de entrada. El FH (DCE) comprobará que las tramas Núcleo-LAPF cumplen los parámetros de calidad de servicio negociados, descartando aquellas que no los satisfagan.

En la emulación de las llamadas en modo trama mediante HDLCPWs o TDMPWs, las tramas LAPF¹¹⁹ están siendo transportadas extremo a extremo (de TE a FH) sobre la red IP. Mediante un cálculo similar al realizado para el modo paquete (Apartado 6.2.2), puede comprobarse que, en una red IP común, el tiempo que transcurre entre el envío de una trama I y la recepción de su trama de asentimiento tendrá un valor muy inferior al del temporizador LAPF T200 [Q.922 (LAPF)] (valor habitual de 1.5 s). Consecuentemente, estos mecanismos de transporte no presentan ninguna incompatibilidad con los temporizadores LAPF.

¹¹⁷ Los distintos mecanismos propuestos bajo el esquema transparente, transportan sobre la red IP todas las tramas LAPF (RR, RNR, I, ...). Ello requiere transportar sobre la red IP, al menos, los campos de control, dirección y datos LAPF (mensajes Q.933/X.36).

¹¹⁸ Los distintos mecanismos transportan ambos campos sobre la red IP. Recuérdese que en Núcleo-LAPF no existe campo de control, todas las tramas son de información UI.

¹¹⁹ Todas las tramas LAPF, incluyendo las de asentimiento o rechazo RR, RNR o REJ.

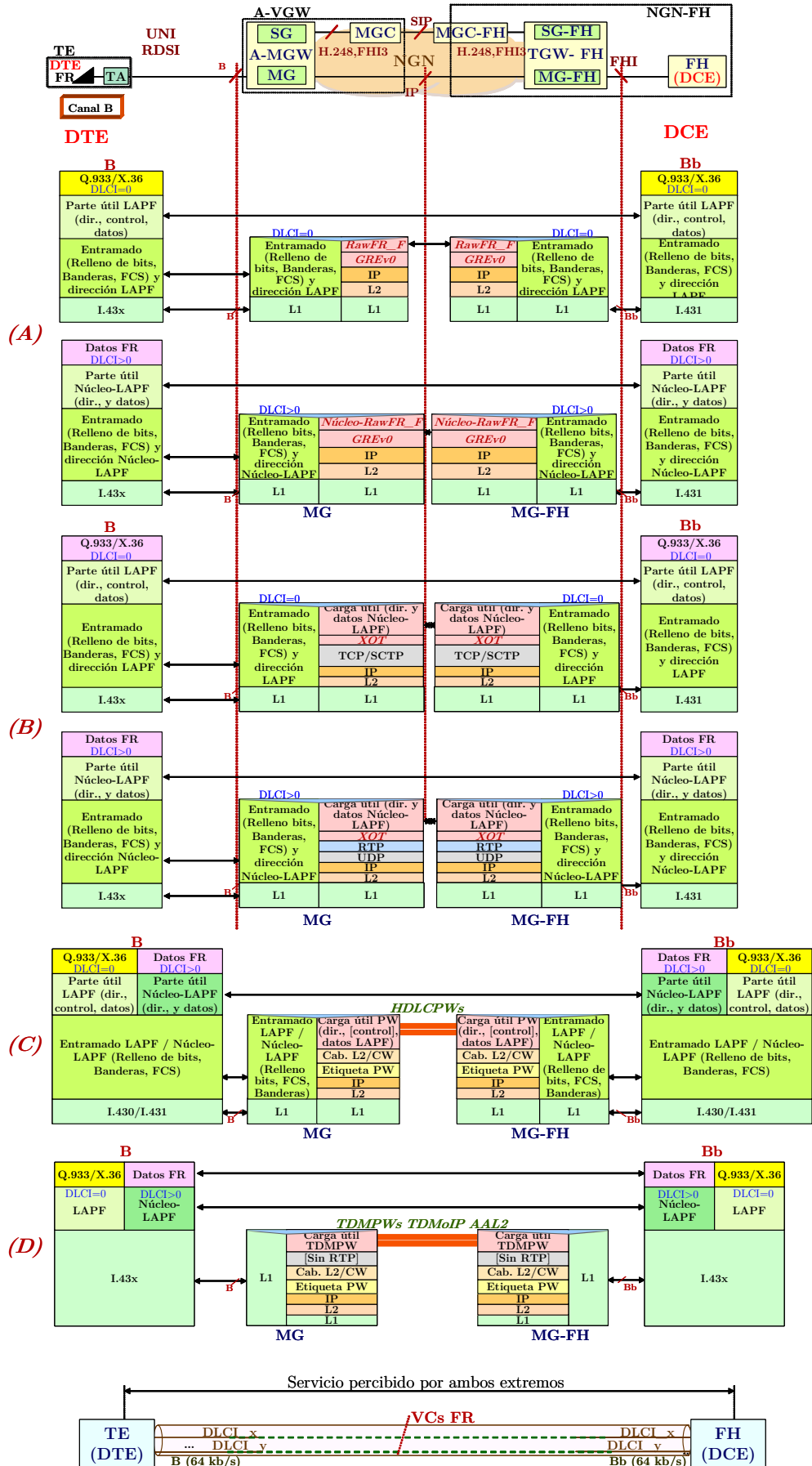


Figura 6.48: Mecanismos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte transparente de los VCs

6.3.1.2 Posibles protocolos para el soporte de llamadas de tramas en canal B mediante transporte DLCI a DLCI

A diferencia de lo que sucede en el esquema de transporte transparente, en este caso cada SVC será transportado individualmente sobre la red IP mediante una conexión independiente. Para ello, será necesario que la pasarela de entrada a la red IP (MG o MG-FH) interprete el campo de dirección de las tramas LAPF (señalización) y Núcleo-LAPF (datos FR).

La señalización Q.933/X.36 (DLCI=0) será transportada entre MG-PH y MGC-PH mediante RawFR_F (Figura 6.46B)¹²⁰. Entre MG y MGC se empleará RawFR_Fu, similar a RawFR_F, pero cuyo campo de dirección contiene el identificador del canal B de la UNI RDSI (ID de la UNI y número de canal B)¹²¹. Para este transporte, la longitud del campo de dirección RawFR_F/Fu estará determinada por la red, por lo que será igual para todas las llamadas y, habitualmente, de cinco octetos (campo de dirección LAPF de dos octetos¹²²). Las pasarelas MG/MG-FH terminan completamente el nivel LAPF, por lo que las tramas RawFR_F/Fu sólo serán empleadas para transportar sobre el tramo IP los datos (mensajes Q.933/X.36) de las tramas LAPF¹²³.

Para el transporte de los datos FR pueden plantearse tres opciones:¹²⁴

- a) Núcleo-RawFR_F (Figura 6.49A): cada una de las tramas de este protocolo (Figura 6.46B) contiene el DLCI (campo de dirección) del SVC Núcleo-LAPF al que pertenece. La pasarela

¹²⁰ El protocolo IUA no resulta aplicable para este transporte dado que [RFC 4233]/3.2 establece que el DLCI debe presentar el formato definido por LAPD, no coincidente con el de LAPF y, asimismo, los demás bits del campo de dirección LAPF (FECN, BECN, DE, D/C, C/R) no serían transportados por IUA. En cuanto a qué esta señalización Q.933/X.36 provenga del canal B/Bb no supone ningún problema para que la MG/MG-FH pueda cursarla hacia el MGC/MGC-FH.

¹²¹ El MGC conocerá estos identificadores en el proceso de establecimiento del canal B mediante Q.931. El MGC no necesita que las tramas RawFR_Fu contengan un identificador de la A-MGW, dado que la conoce por la IP de los mensajes, de igual modo que sucede en IUA.

¹²² La longitud por defecto para el campo de dirección LAPF es de dos octetos [X.36]/10.6.14. La señalización Q.933/X.36, transportada sobre el DLCI 0, debe usar la longitud del campo de dirección por defecto o provisionada, dado que no es posible negociarla (Q.933/X.36 permite, precisamente, negociar dicha longitud).

¹²³ Cada MG/MG-FH será la responsable de generar hacia el TE/FH las tramas LAPF RR, RNR o REJ.

¹²⁴ Independientemente de que la señalización Q.933/X.36 sea interpretada por los controladores MGC/MGC-FH, o sea transportada de TE a FH como se hizo en el Apartado 6.3.1.1, los métodos Núcleo-RawFR_F y XOT/RTP/UDP admiten un transporte de los datos FR tanto transparente como DLCI a DLCI. Dado que el esquema transparente fue analizado en el Apartado 6.3.1.1, en este apartado limitaremos el análisis de ambas opciones al esquema DLCI a DLCI. Respecto a los métodos HDLCPWs o TDMPWs, no les resulta aplicable el esquema DLCI a DLCI dado que en ambos las pasarelas realizan un transporte transparente de las tramas LAPF/Núcleo-LAPF, luego no pueden separar los VCs. En cuanto a los FRPWs, dada su definición, requieren asignar un DLCI (VC) con cada FRPW, por lo que no soportan el método transparente, únicamente el DLCI a DLCI.

de entrada a la red IP sólo necesitará leer el parámetro DLCI del campo de dirección Núcleo-LAPF y construir la correspondiente trama Núcleo-RawFR_F con el mismo DLCI (que identifica al SVC).

Para el soporte de las llamadas de trama multicanal, se procederá igual que en el modo paquete. Se asignará un ID a cada llamada multicanal, transportándolo sobre el protocolo modificado Núcleo-RawFR_Fm (Figura 6.47B).

- b) XOT/RTP/UDP (Figura 6.49B): coincide con la propuesta del esquema de transporte transparente de datos FR mediante XOT (Apartado 6.3.1.1), con la particularidad de que aquí la MG (cliente UDP) usará un puerto UDP distinto por cada SVC (o DLCI), en lugar de uno por cada canal B/Bb¹²⁵.

Por los mismos motivos que en Núcleo-RawFR_F, esta propuesta satisface la estructura TSSI exigida por los servicios portadores multicanal.

- c) FRPWs (Figura 6.49C¹²⁶): conforme corresponde a su funcionamiento como PEs del FRPW, MG y MG-FH analizarán el campo de dirección de las tramas Núcleo-LAPF, transportando cada VC de forma separada mediante un FRPW distinto, identificado por su etiqueta¹²⁷. Consecuentemente, MG y MG-FH decidirán el FRPW por el que cursar cada trama Núcleo-LAPF en función de su DLCI.

La actual normalización de los FRPWs [RFC 4591; RFC 4619] sólo soporta PVCs Núcleo-LAPF, excluyendo los SVCs, dado que no contempla ningún mecanismo para configurar dinámicamente en los PEs el DLCI a asignar a cada extremo de los FRPWs. Bajo el esquema de transporte DLCI a DLCI, la señalización Q.933/X.36 es terminada en MGC/MGC-FH, los cuales emplean MeGaCo para controlar su MG/MG-FH, pudiendo configurarlas dinámicamente indicándoles, entre otros parámetros, el DLCI. Consecuentemente, la solución aquí propuesta permite aplicar los FRPWs para la emulación tanto de PVCs como de SVCs.

Por los mismos motivos indicados para los HDLCPWs (Apartado 6.2.2), una llamada de tramas multicanal de “N” canales B puede ser modelada como una única llamada de tasa Nx64, por lo que podrá ser igualmente cursada mediante FRPWs.

De igual forma para los tres mecanismos, tendrá lugar el siguiente comportamiento:

¹²⁵ Consecuentemente, por cada llamada en modo trama sería necesario usar en la MG implicada tantos puertos UDP como SVCs sean establecidos sobre el canal B de dicha llamada.

¹²⁶ La figura está particularizada para los L2TPv3 FRPWs. Los PWs FRoMPLS transportan los bits útiles del campo de dirección Núcleo-LAPF (el DLCI no lo transportan) en la CW.

¹²⁷ Así, por cada llamada en modo trama será necesario establecer tantos FRPWs como VCs sean establecidos sobre el canal B de dicha llamada.

a) Señalización Q.933/X.36 sobre LAPF (DLCI=0), especialmente sus EIs para la negociación de los parámetros de la capa de enlace Núcleo-LAPF:

- Siempre será intercambiada entre el TE RDSI (DTE) y el FH (DCE): el FH (DCE), nodo de entrada a la RPDRT, siempre debe ser el responsable de aceptar los parámetros de esos EIs (e.g., CIR mínima). Para que esta señalización sea intercambiada entre TE y FH, estos EIs Q.933/X.36 serán cursados, con igual valor (transparentemente), sobre SIP (siendo aplicable la correspondencia Q.931-SIP [TS 183 036]).
- Podrá ser interpretada por ambos controladores MGC/MGC-FH: en concreto, el:
 - ▶ EI DLCI: deberá ser necesariamente interpretado por los controladores, de modo que puedan indicar a sus pasarelas MG/MG-FH, mediante MeGaCo, qué DLCI (Núcleo_RawFR_F), puerto UDP (XOT/RTP/UDP) o etiqueta (FRPW) debe usarse en función del DLCI de cada trama Núcleo-LAPF.

De esta forma, para cualquiera de estos mecanismos de transporte DLCI a DLCI no habría ningún problema en que un mismo SVC presentase distinto DLCI en la UNI RDSI y en la FHI, siendo percibido el tramo IP como un conmutador de DLCIs por parte de DTE y DCE. Sin embargo, este cambio de DLCI no aporta ninguna ventaja, por lo que se usará el mismo en ambas interfaces, incluso en los FRPWs¹²⁸.

- ▶ EIs “Parámetros medulares de la capa de enlace” y “Parámetros de prioridad y clase de servicio”: independientemente del mecanismo de transporte, podrán ser interpretados por los controladores, con carácter opcional, si se desea que las pasarelas apliquen dichos parámetros (e.g., que si el DTE transmite una trama cuya CIR mínima no es válida, la MG pueda eliminarla directamente, sin enviarla hacia la red IP).
- b) Tramas Núcleo-LAPF (SVCs con DLCI>0): la pasarela de salida de la red IP (MG o MG-FH) regenerará una trama Núcleo-LAPF con el mismo campo de datos que recibió la pasarela de entrada, y cuyo campo de dirección será regenerado de forma similar a la normalizada por los FRPWs:
- DLCI: se usará el DLCI indicado en la terminación MeGaCo del lado Núcleo-LAPF, creada por el controlador MGC/MGC-FH a partir del EI DLCI (bit D/C siempre a 0).
 - Bits de notificación de congestión FECN, BECN y DE: mismo valor que a la entrada de la red IP, aunque pueden ser activados si la pasarela de salida lo estima oportuno.

¹²⁸ Conforme a su definición, los FRPWs permiten unir dos PVCs que emplean distinto DLCI, pero ello no se debe confundir con que sea obligatorio cambiar el DLCI a la salida, que puede ser el mismo que a la entrada. Dado que el DLCI en UNI y FHI será el mismo, y que la carga útil del FRPW contiene el campo de dirección de la trama Núcleo-LAPF a la entrada, podría actuarse igual que en la propuesta Núcleo-LAPF_F, haciendo que el PE de salida utilice dicho DLCI de la carga útil. No obstante, esta opción no cumpliría con el funcionamiento normalizado para los FRPWs, por lo que debería descartarse.

- Bit C/R: mismo valor que a la entrada de la red IP.

Consecuentemente, si bien los distintos mecanismos de transporte propuestos (Núcleo-RawFR_F, XOT/RTP/UDP y FRPWs) transportan sobre la red IP el campo de dirección de las tramas Núcleo-LAPF¹²⁹, la pasarela de salida sólo usará los bits “FECN, BECN, DE y C/R” de dicho campo.

El FH comprobará que las tramas Núcleo-LAPF cumplen los parámetros de calidad de servicio negociados, descartando aquellas que no los satisfagan. Para evitar que la red IP provoque que una trama válida enviada por el TE RDSI llegue inválida al FH (e.g., añadiendo un retraso que la haga incumplir la CIR mínima), se plantean dos opciones en este caso:

- Actuar igual que en los mecanismos transparentes, sobredimensionando la red IP y aplicando técnicas de QoS (e.g., IntServ o DiffServ) para todos los SVCs.
- Opcionalmente, interpretar en MGC/MGC-FH los EIs Q.933/X.36 “Parámetros medulares de la capa de enlace” y “Parámetros de prioridad y clase de servicio”: de este modo, los controladores podrán usar MeGaCo sobre MG/MG-FH para particularizar el transporte IP de cada SVC:
 - ▶ Ayudando a los mecanismos QoS: por ejemplo, indicando a las pasarelas la prioridad Q.933/X.36 de cada SVC, tomándola en consideración para su transporte sobre la red IP.
 - ▶ Indicando a la MG los parámetros de calidad de modo que pueda eliminar las tramas transmitidas por el DTE que no los cumplan (e.g., CIR mínima no válida)¹³⁰.

El aplicar este control sobre las pasarelas presenta como:

- ▶ Ventaja: ahorra ancho de banda en la red IP (e.g., la MG no envía a la red IP las tramas inválidas recibidas del DTE).
- ▶ Desventaja: es necesario implementar en las pasarelas (implicando a los contextos MeGaCo) la aplicación de estos parámetros (e.g., midiendo la tasa de las tramas para comprobar si satisfacen la CIR mínima).

Podría plantearse que el efecto de estos parámetros fuese aplicado exclusivamente en la MG, eximiendo de ello al FH. Sin embargo, ello obligaría a modificar los FHs clásicos existentes (para que negocien los EIs Q.933/X.36, pero luego no los apliquen a las tramas Núcleo-LAPF), cuando uno de los principales objetivos aquí buscados es, precisamente,

¹²⁹ Salvo los PWs FRoMPLS, que sólo incluyen los bits útiles (FECN, BECN, DE y C/R) en la CW.

¹³⁰ Ello no implica que el FH no rechace ningún trama por este parámetro. La MG puede dejar pasar una trama válida pero la red IP añadir retrasos que hagan que cuando llegue al FH no cumplan la CIR mínima, debiendo descartarla pues el FH.

reutilizar los equipos clásicos (Apartado 6.1). Consecuentemente, descartaremos directamente esta opción.

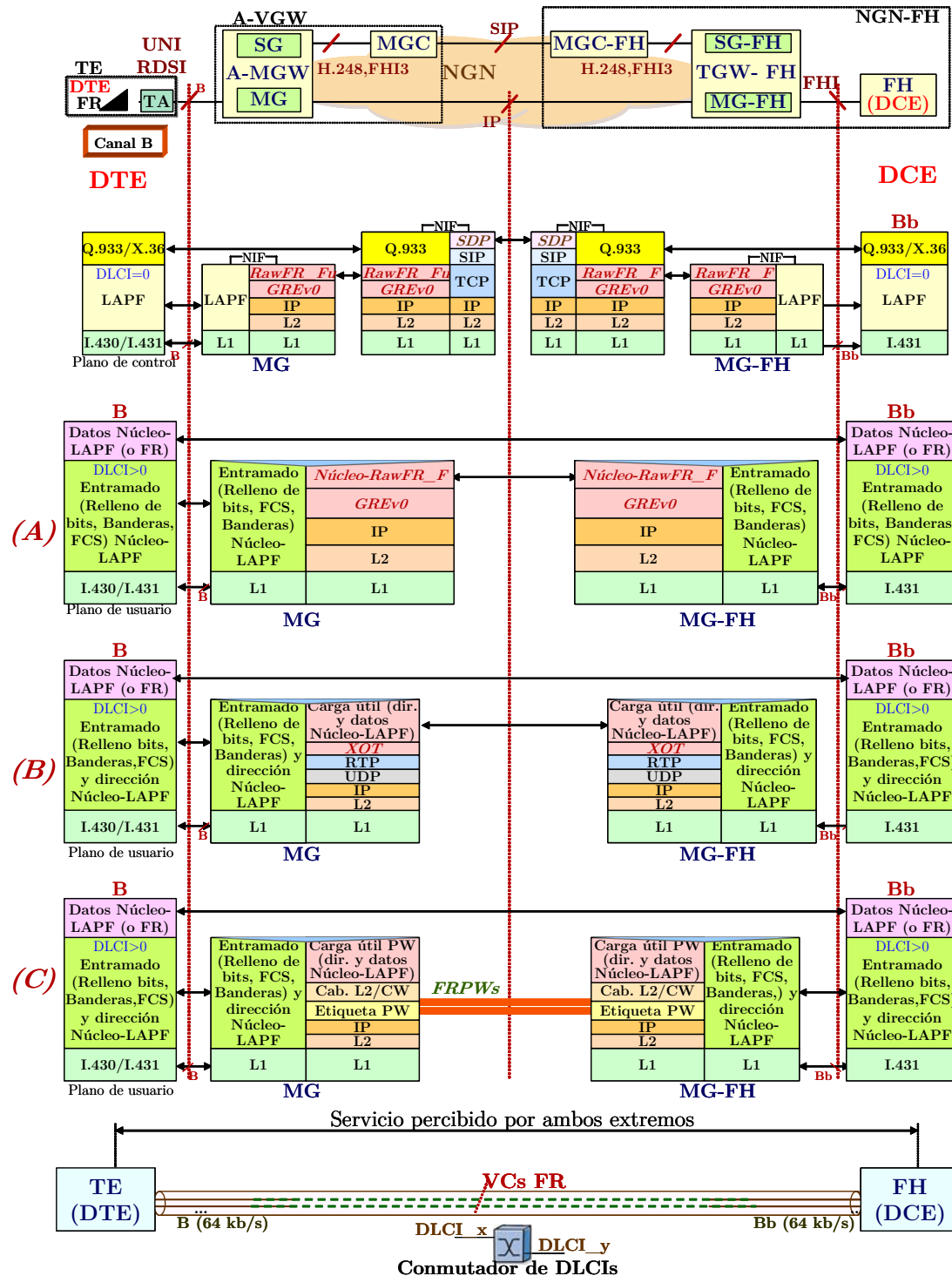


Figura 6.49: Mecanismos para el transporte de los datos FR bajo el soporte de llamadas de tramas en canal B en modo DLCI a DLCI

Bajo los anteriores mecanismos, podría interpretarse que el nivel de enlace Núcleo-LAPF está siendo extendido extremo a extremo (de TE a FH) sobre la red IP. No obstante, en este caso no cabe plantearse si el retardo IP podría provocar problemas con los temporizadores del nivel de enlace, puesto que Núcleo-LAPF carece de tales temporizadores.

6.3.2 Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B

Basándose en los dos grupos de alternativas de protocolos anteriormente analizados, este apartado ofrece la arquitectura MeGaCo para dar soporte al servicio en modo trama por canal B caso A. Inicialmente se presentarán los aspectos comunes para todos ellos, usando como referencia los indicados en el Apartado 6.2.3 para el modo paquete, dada su similitud:

- a) Por simplicidad, sólo se contemplarán terminaciones MeGaCo monoflujo sin multiplex, soportadas por el perfil ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1].
- b) No será necesaria ninguna terminación física (ni efímera) de canal D RDSI: en primer lugar, porque sólo estamos contemplando llamadas de tramas por canal B. Asimismo, aunque se contemplaran las llamadas de tramas por canal D, tampoco sería necesaria esta terminación física dado que, a diferencia de lo que sucede en el modo paquete, en el modo trama el establecimiento de la llamada siempre se indicará mediante señalización Q.931/Q.933 (SAPI 0), recibida por el MGC vía IUA, no necesitando que la MG monitorice ningún SAPI.
- c) El control y gestión del estado de las interfaces físicas de la FHI se realizará igual que en el modo paquete (Apartado 6.2.3).
- d) Patrón de nombrado para las terminaciones MeGaCo de las interfaces:
 - UNI RDSI: para las terminaciones físicas, al igual que en el modo paquete, se aplicará el patrón propuesto por el perfil ETSI_ARGW para los canales B:

```

ba                                     <canalB[1,2]>
  / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> /
pra                                     <canalB[1-15,17-31]>

```

Cuadro 6.7: Patrón de nombrado NGN para terminaciones físicas UNI RDSI en modo trama

Cuando sea necesario crear terminaciones efímeras asociadas a un determinado SVC dentro del canal B, se añadirá al patrón el prefijo “Eph_” y como sufijo el DLCI de dicho VC:

```

Eph_  ba                                     <canalB[1,2]>
      / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> /           / DLCI
pra   / <canalB[1-15,17-31]>

```

Cuadro 6.8: Patrón de nombrado NGN para terminaciones efímeras de VC en la UNI RDSI

- FHI: igualmente, se aplicará el mismo patrón propuesto en el modo paquete, empleando sólo la parte de los canales Bb:

`pra / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> / <canalBb[1-15,17-31]>`

Cuadro 6.9: Patrón de nombrado para terminaciones físicas FHI

Para crear terminaciones efímeras asociadas a un determinado SVC dentro del canal Bb, se procederá igual que en la UNI RDSI:

`Eph_pra / <bastidor> / <tarjeta> / <puerto> / <canalBb[1-15,17-31]> / DLCI`

Cuadro 6.10: Patrón de nombrado para terminaciones físicas FHI

En ambos casos, para las llamadas multicanal se procederá de igual modo al indicado para el modo paquete.

- e) La coordinación en la identificación de las interfaces/canales en la FHI entre IUA (canal D64), MeGaCo y FHI3 D64 se realizará igual que en el modo paquete (Apartado 6.2.3), omitiendo las alusiones al EI RBd, no empleado en este caso al sólo contemplar las llamadas por canal B.
- f) Descripción SDP de los medios (subdescriptores “Local/Remote” del descriptor “Media”) en las terminaciones MeGaCo de las interfaces UNI RDSI: siguiendo las mismas indicaciones dadas para el modo paquete en canal B caso A, esta descripción será necesaria, pudiendo usar la sintaxis planteada por el borrador [taylor-sdp-tdm-01]. Coincidiendo también con el modo paquete, para las terminaciones del lado FHI no será necesaria esta descripción SDP.
- g) Al igual que en el modo paquete, la dirección IP de la MG-FH y el MGC-FH estará provisionada en los MGCs. En las MGs, podrá estar provisionada o ser configurada vía MeGaCo.

Los siguientes subapartados presentan la arquitectura MeGaCo para cada modo de transporte, obviando gran parte de las explicaciones dada su similitud con el modo paquete por canal B (Apartado 6.2.3).

6.3.2.1 Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B mediante transporte transparente de los VCs

Para el mecanismo de transporte:

- HDLCPW (Figuras 6.52, 6.58 y 6.59) o TDMPW (Figuras 6.53, 6.60 y 6.61): dado el transporte transparente entre TE y FH de todo el contenido de cada canal B/Bb, bastará crear una terminación física para cada canal B/Bb. Estará asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por el identificador de la conexión IP asociada a dicho canal B/Bb: etiqueta del HDLCPW, o etiqueta y CID del TDMPW.

- RawFR_F/Núcleo-RawFR (Figuras 6.51, 6.54 y 6.55) y XOT (Figuras 6.50, 6.56 y 6.57): dada la necesidad de discriminar las tramas de señalización Q.933/X.36 (DLCI=0) y de datos FR (DLCI>0), será necesario crear dos terminaciones efímeras por cada canal B/Bb.

Para las llamadas multicanal, bajo RawFR_F, XOT, HDLCPWs o TDMPWs con un CID por llamada (conforme a los formatos definidos para los servicios en modo circuito en el Apartado 5.1.1.1), se creará una única terminación física en el lado RDSI/FHI que representa al flujo de los “N” canales B/Bb del servicio portador. Bajo TDMPWs con un CID por canal, se creará una terminación física para cada canal B/Bb implicado en la llamada, asociada en un contexto con una terminación efímera caracterizada por la etiqueta del TDMPW (establecido con la MG) y el CID asociados a dicho canal (la relación TDMPW-CID y canal Bb es conocida por el MGC-FH a partir de la señalización FHI3 D64). En la representación de la arquitectura MeGaCo para TDMPWs de la Figura 6.53 se ha optado por el uso de un CID por llamada.

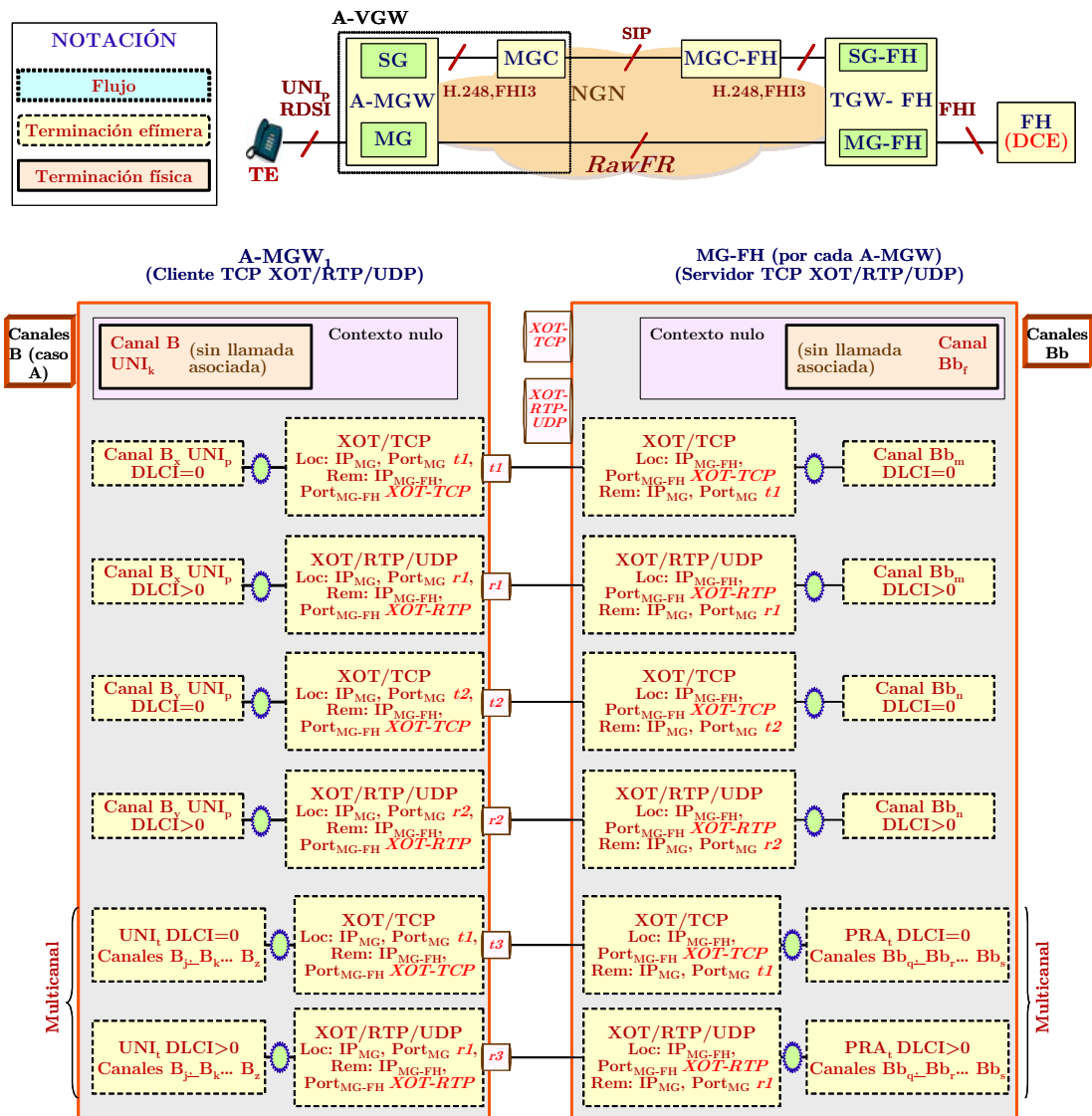


Figura 6.50: Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en XOT

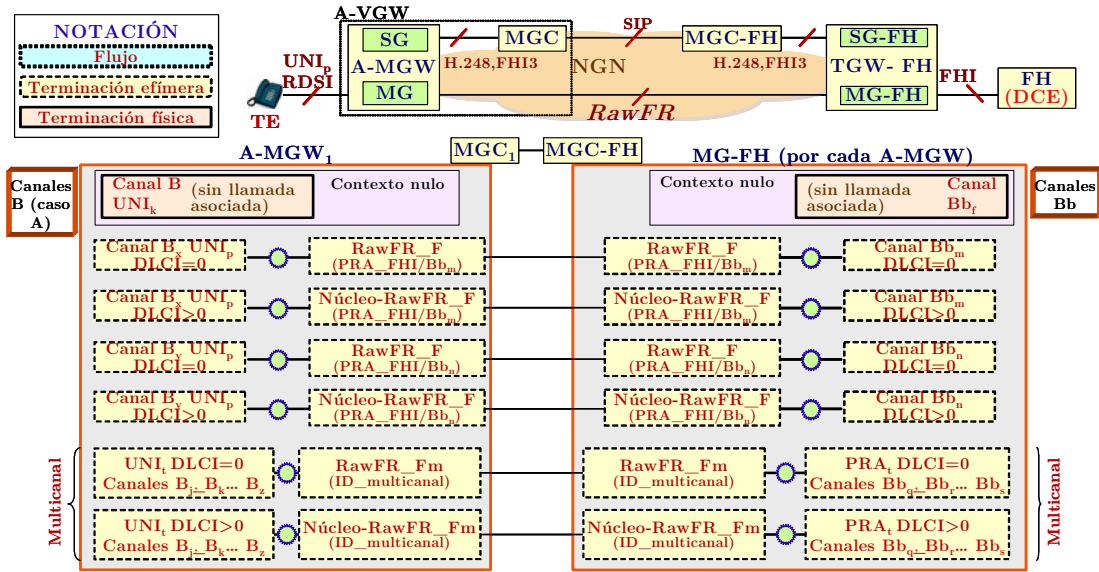


Figura 6.51: Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en RawFR_F

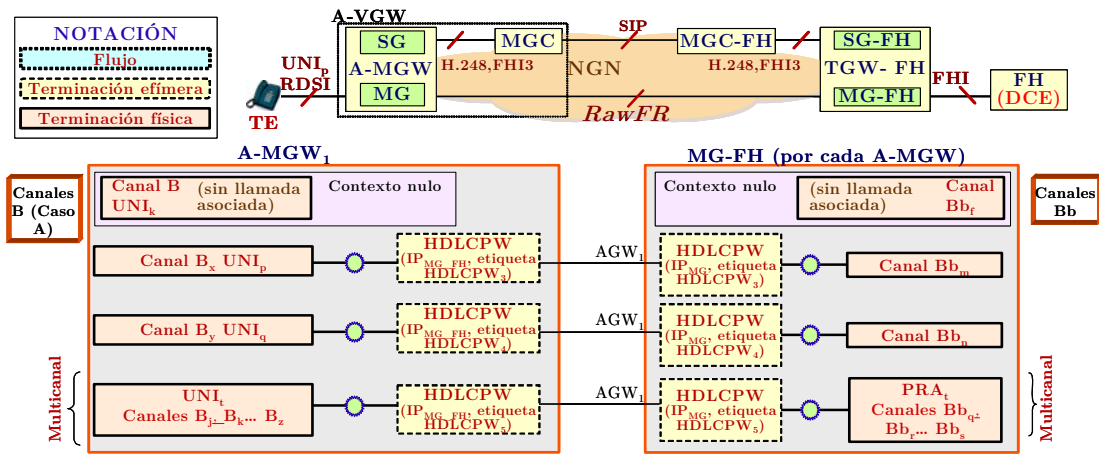


Figura 6.52: Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en HDLCPWs

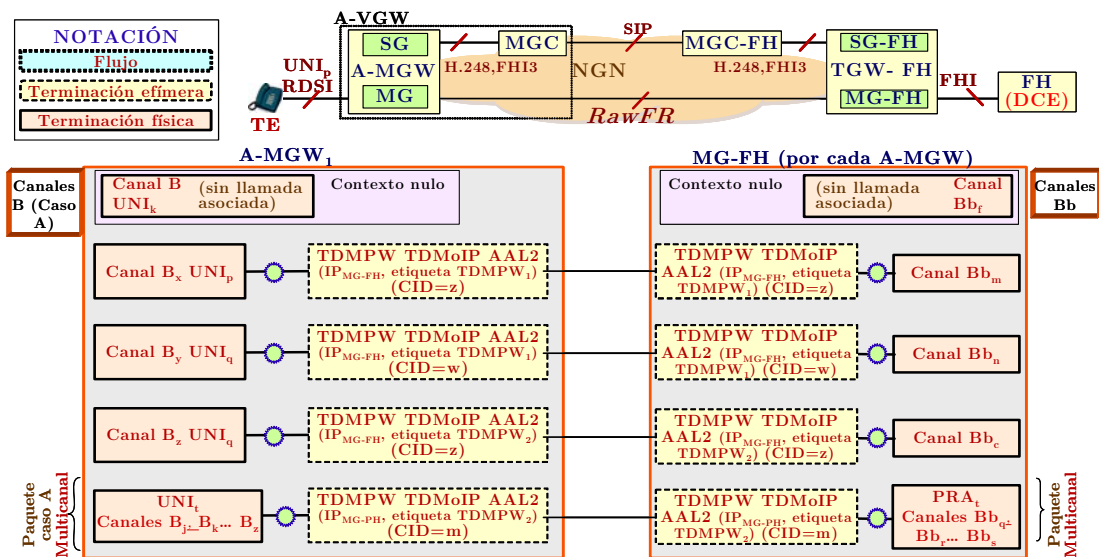


Figura 6.53: Arquitectura MeGaCo para el soporte transparente de llamadas de tramas por canal B basado en TDMPWs

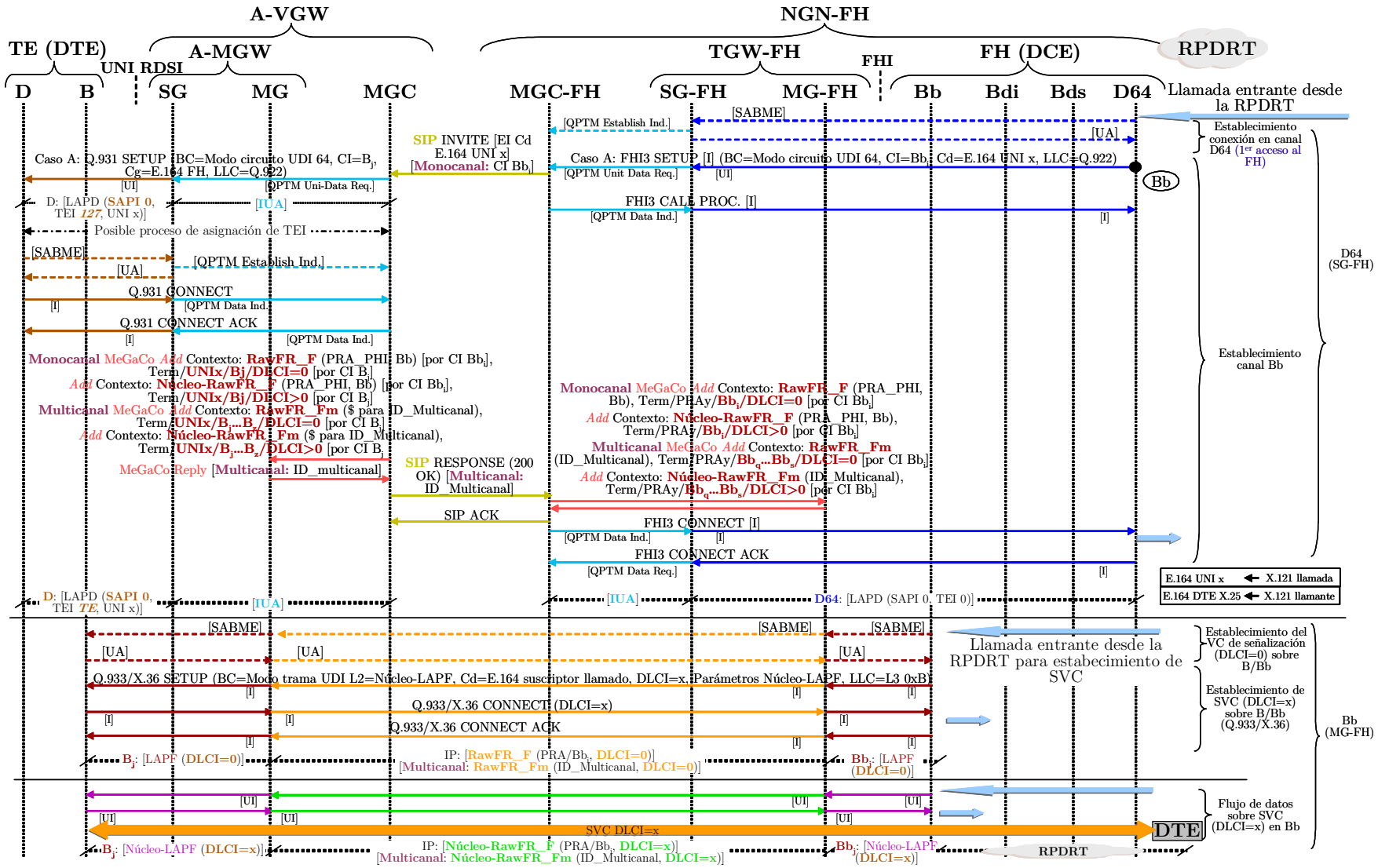


Figura 6.55: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con RawFR_F

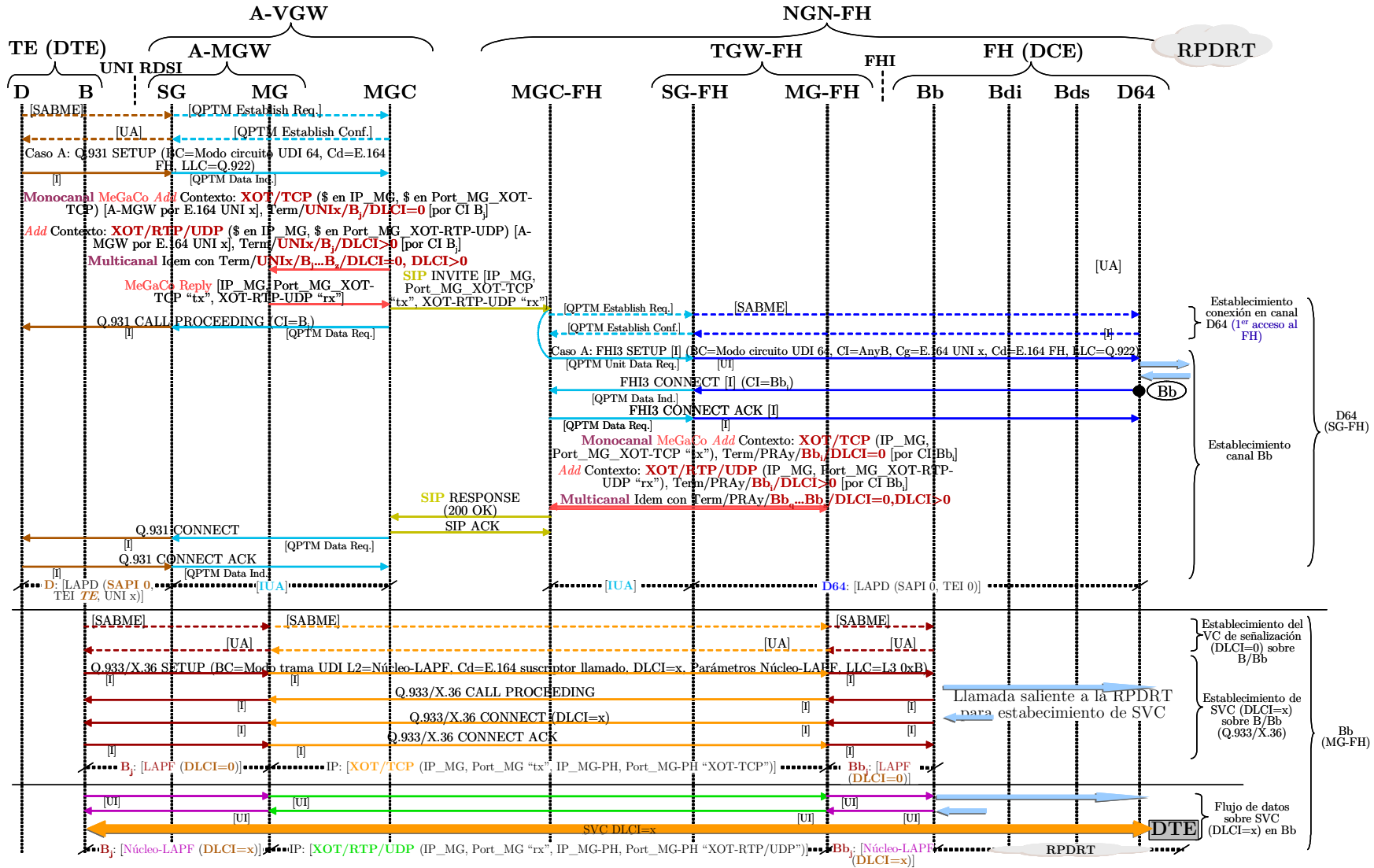


Figura 6.56: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con XOT

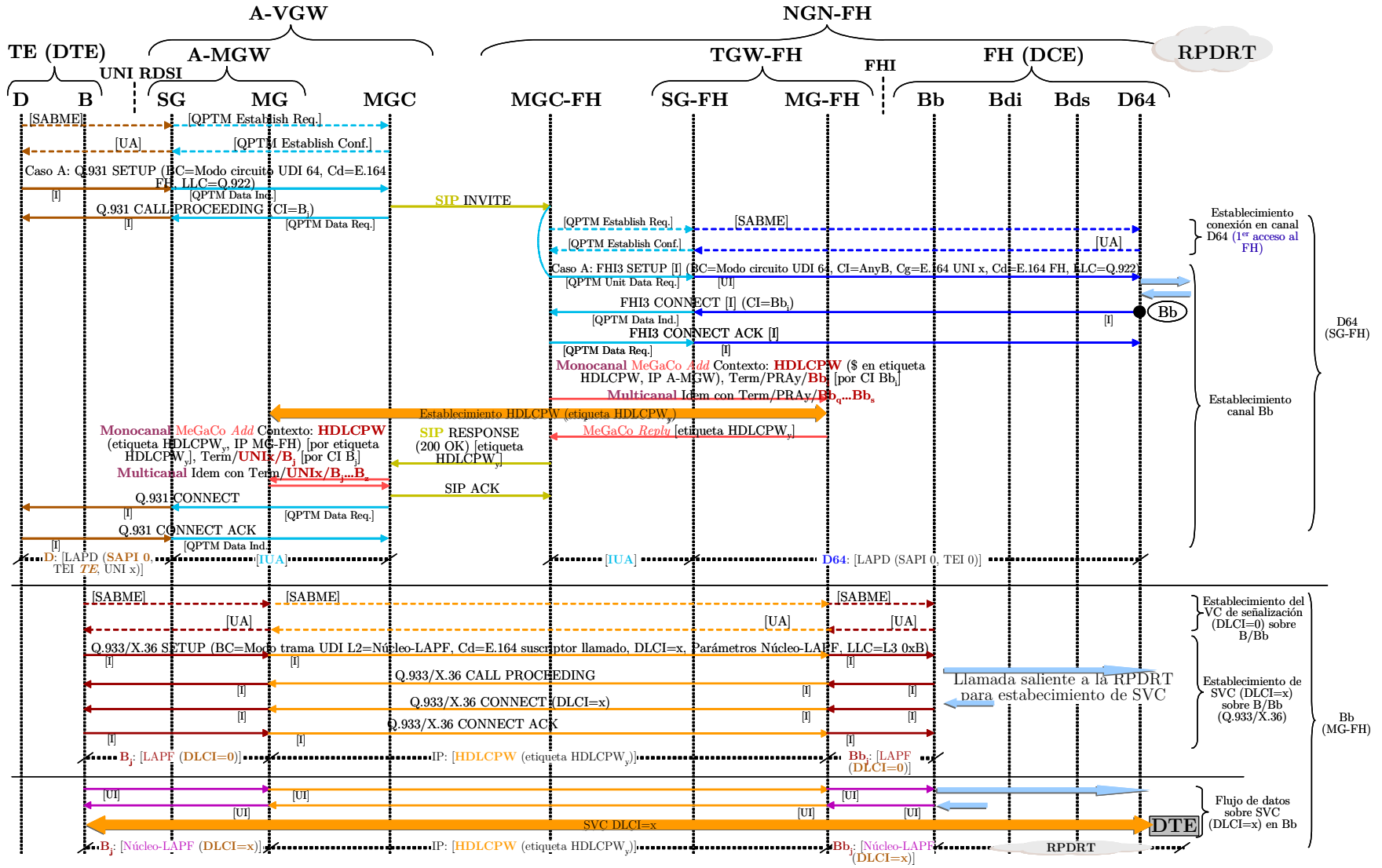


Figura 6.58: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con HDLCPWs

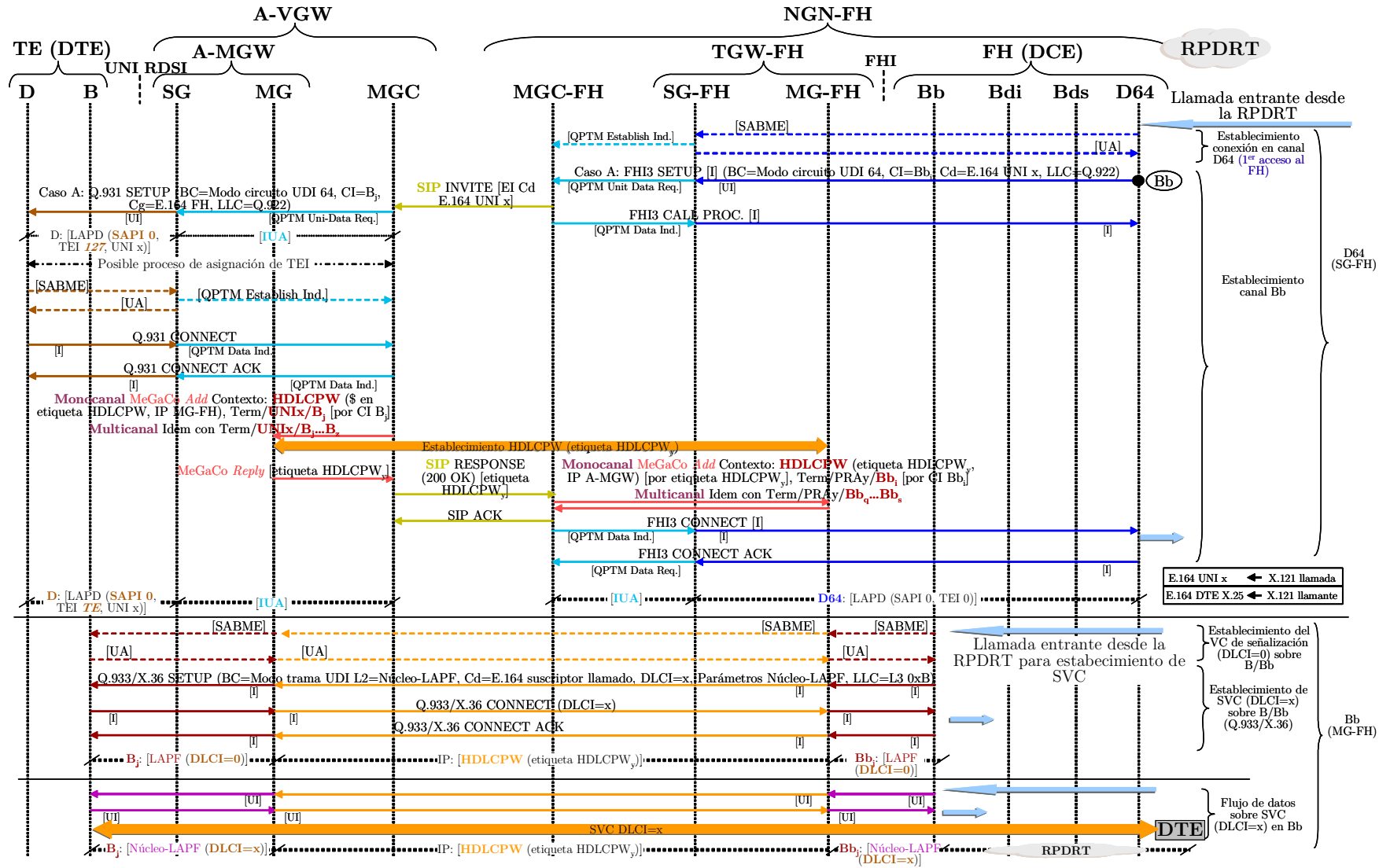


Figura 6.59: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con HDLCPWs

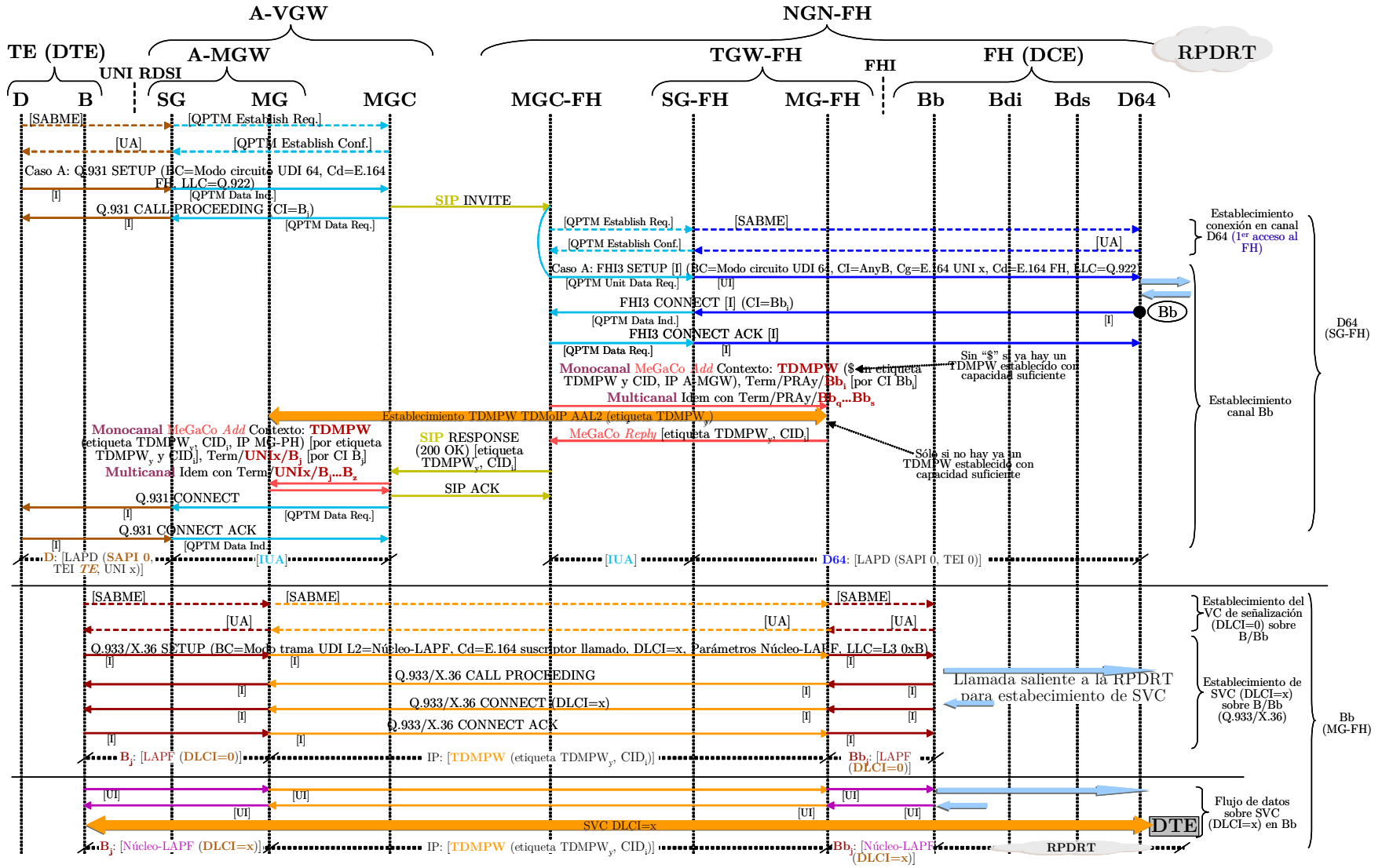


Figura 6.60: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con TDMPWs

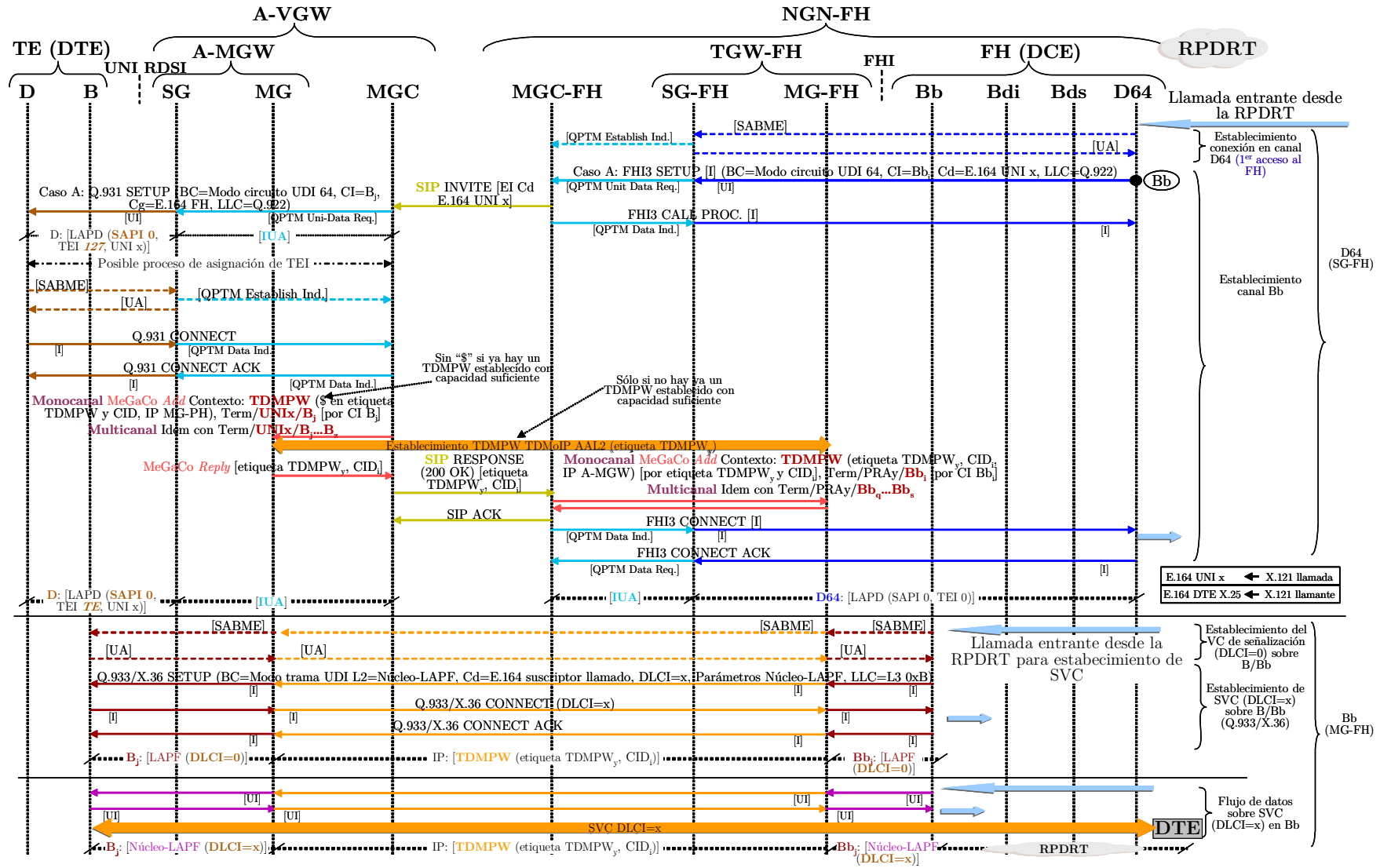


Figura 6.61: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte transparente con TDMPWs

6.3.2.2 Arquitectura MeGaCo para el soporte de llamadas de tramas transparentes en canal B mediante transporte DLCI a DLCI

En general, por cada llamada en modo trama por canal B, se creará una terminación efímera en la UNI/FHI para su conexión de señalización Q.933/X.36 (DLCI=0), asociada en un contexto con una terminación efímera RawFR_F/RawFR_Fu (caracterizada por la interfaz y número de canal B/Bb) que cursará dicha señalización hasta el MGC/MGC-FH.¹³¹

Para el transporte de los datos FR, sea por Núcleo-RawFR_F (Figuras 6.62, 6.65 y 6.66), XOT/RTP/UDP (Figuras 6.63, 6.67 y 6.68) o FRPW (Figuras 6.64, 6.69 y 6.70), tanto en la UNI como en la FHI, se creará una terminación efímera por cada VC (identificada por su DLCI), asociada en un contexto con una terminación efímera asignada a la conexión IP que transporta dicho VC. Si se permite que MGC/MGC-FH interpreten los EIs Q.933/X.36 “Parámetros medulares de la capa de enlace” y “Parámetros de prioridad y clase de servicio”, deberán indicarlos en la descripción SDP de las terminaciones MeGaCo:

- Terminación IP de ambas pasarelas MG/MG-FH: para que el transporte IP satisfaga los parámetros de calidad de servicio del SVC a que pertenece esta terminación (e.g., teniendo en cuenta su prioridad en la aplicación de técnicas QoS).
- Terminación Núcleo-LAPF de la MG: para que la MG pueda eliminar las tramas transmitidas por el DTE que no cumplan los parámetros negociados en dichos EIs (e.g., CIR mínima no válida). Ello requerirá ampliar la sintaxis SDP propuesta por el borrador [taylor-sdp-tdm-01], incorporando los atributos “a=” para dichos parámetros (e.g., “a=maxsize” para el tamaño máximo del campo de información Núcleo-LAPF).

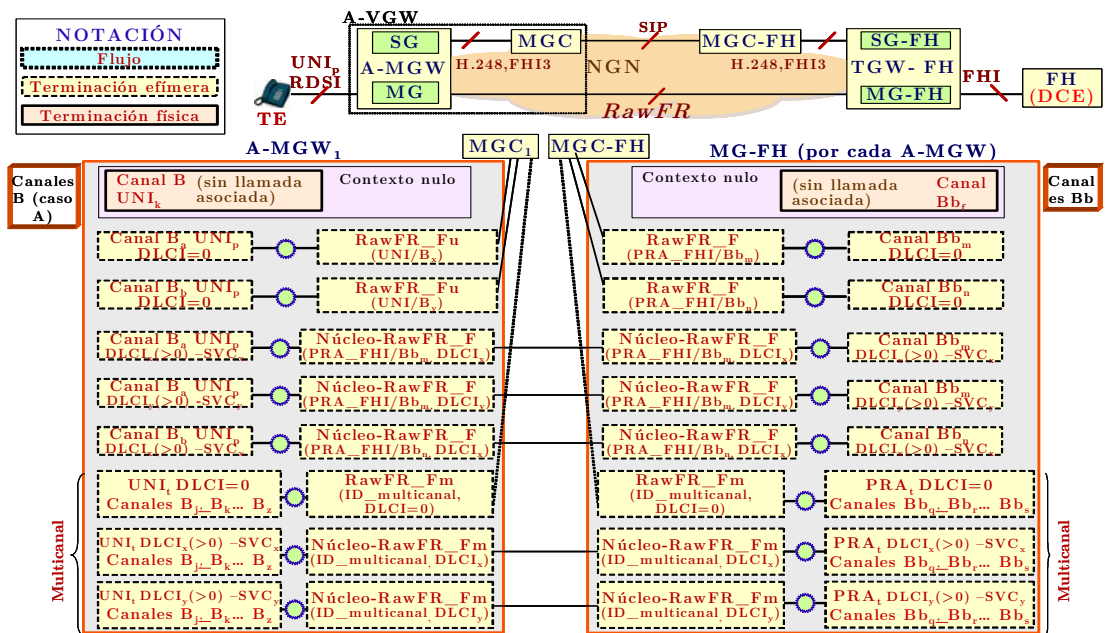


Figura 6.62: Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en Núcleo-RawFR_F

¹³¹ Estos contextos son prescindibles al contener las tramas RawFR_Fu/RawFR_F toda la información necesaria (ID de UNI/PRA FHI y canal B/Bb), igual que en el transporte de la señalización Q.931 de canal D con IUA.

Para las llamadas multicanal se procederá de forma similar que en las monocanal, con la diferencia de que cada terminación UNI/FHI estará asociada a varios canales B/Bb.

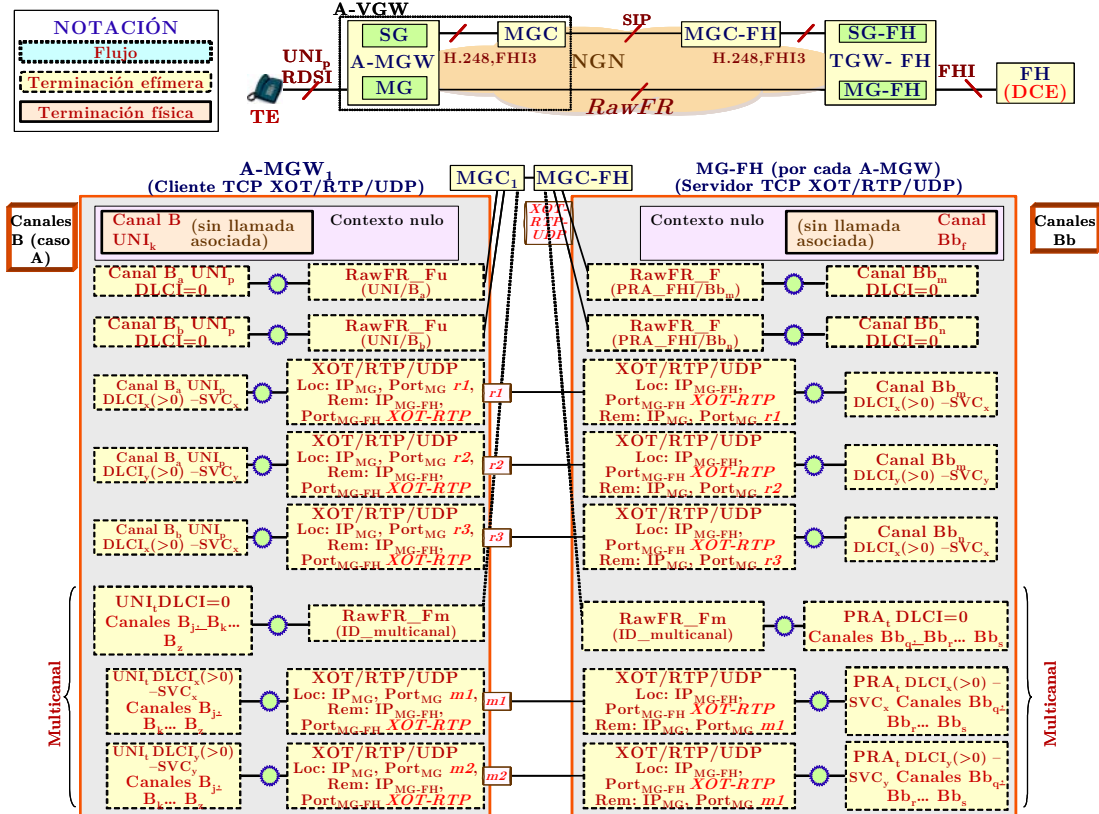


Figura 6.63: Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en XOT/RTP

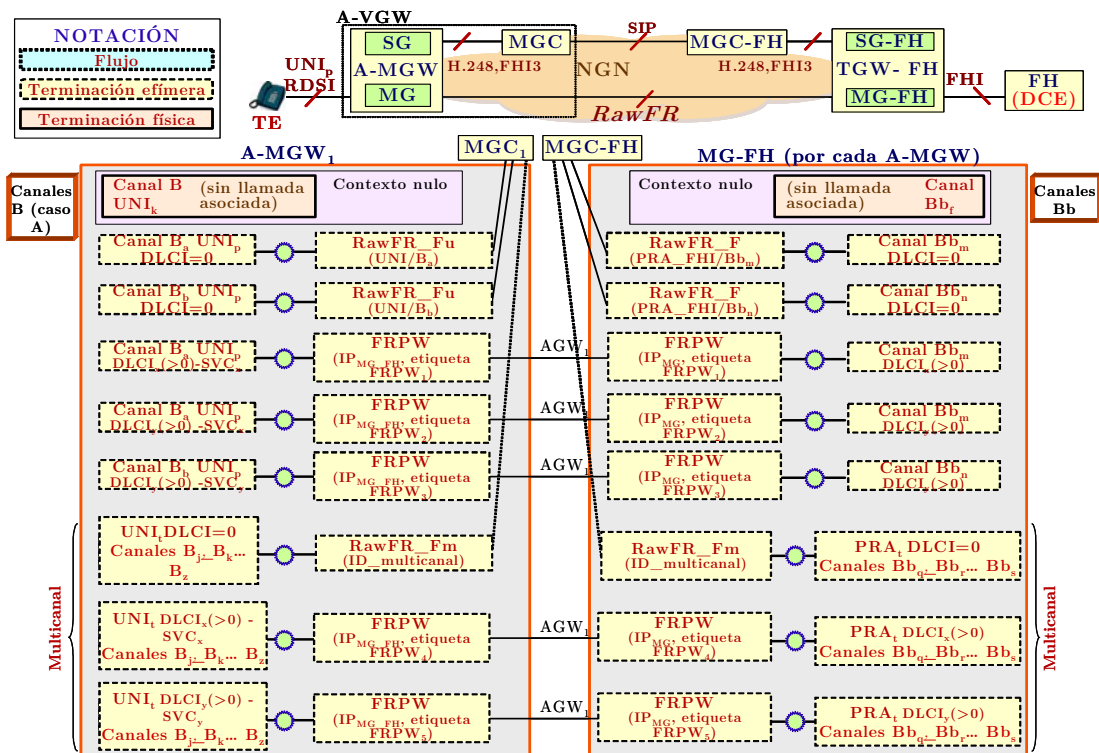
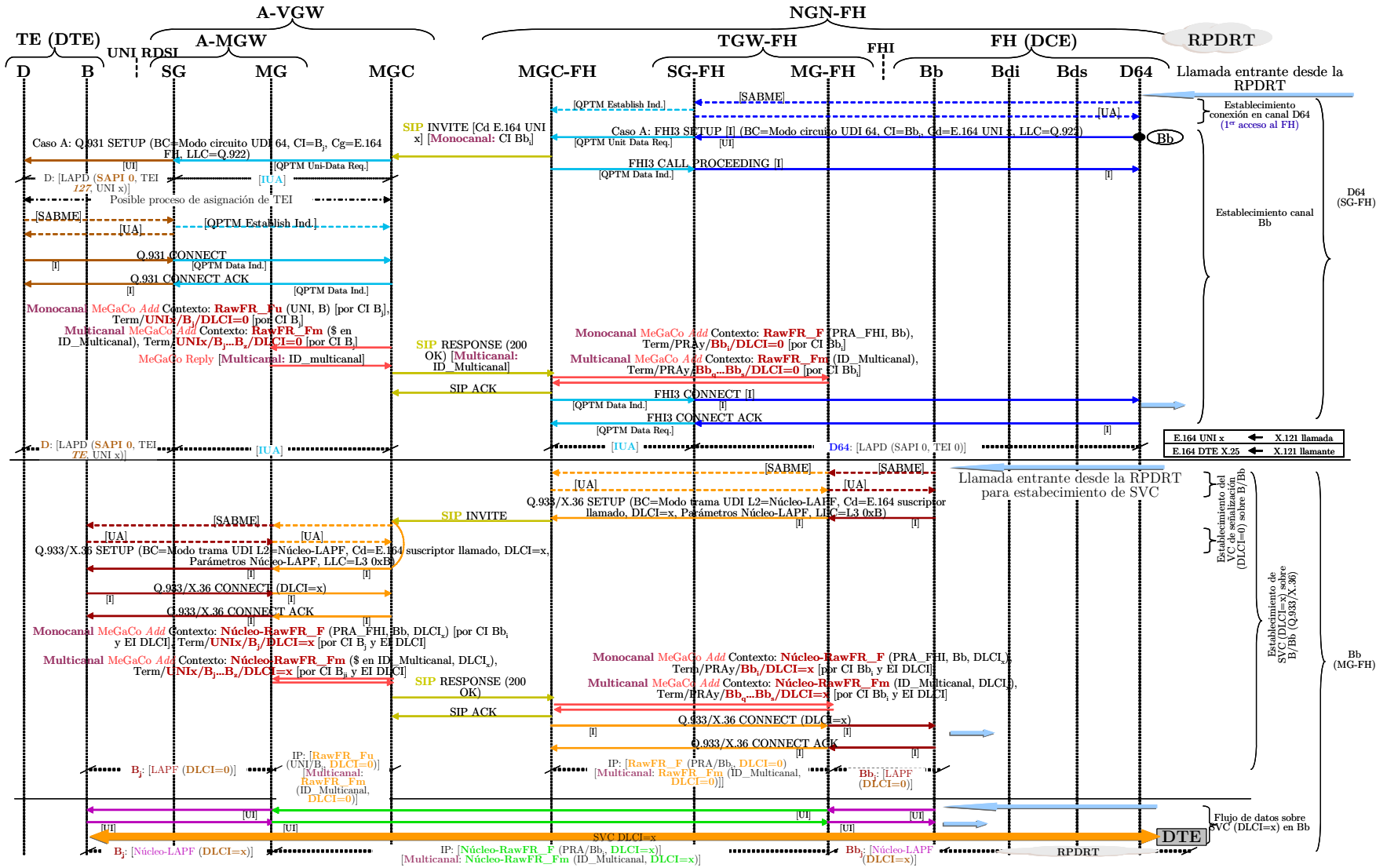


Figura 6.64: Arquitectura MeGaCo para el soporte DLCI-DLCI de llamadas de tramas por canal B basado en FRPWs

Figura 6.66: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con Núcleo-RawFR_F



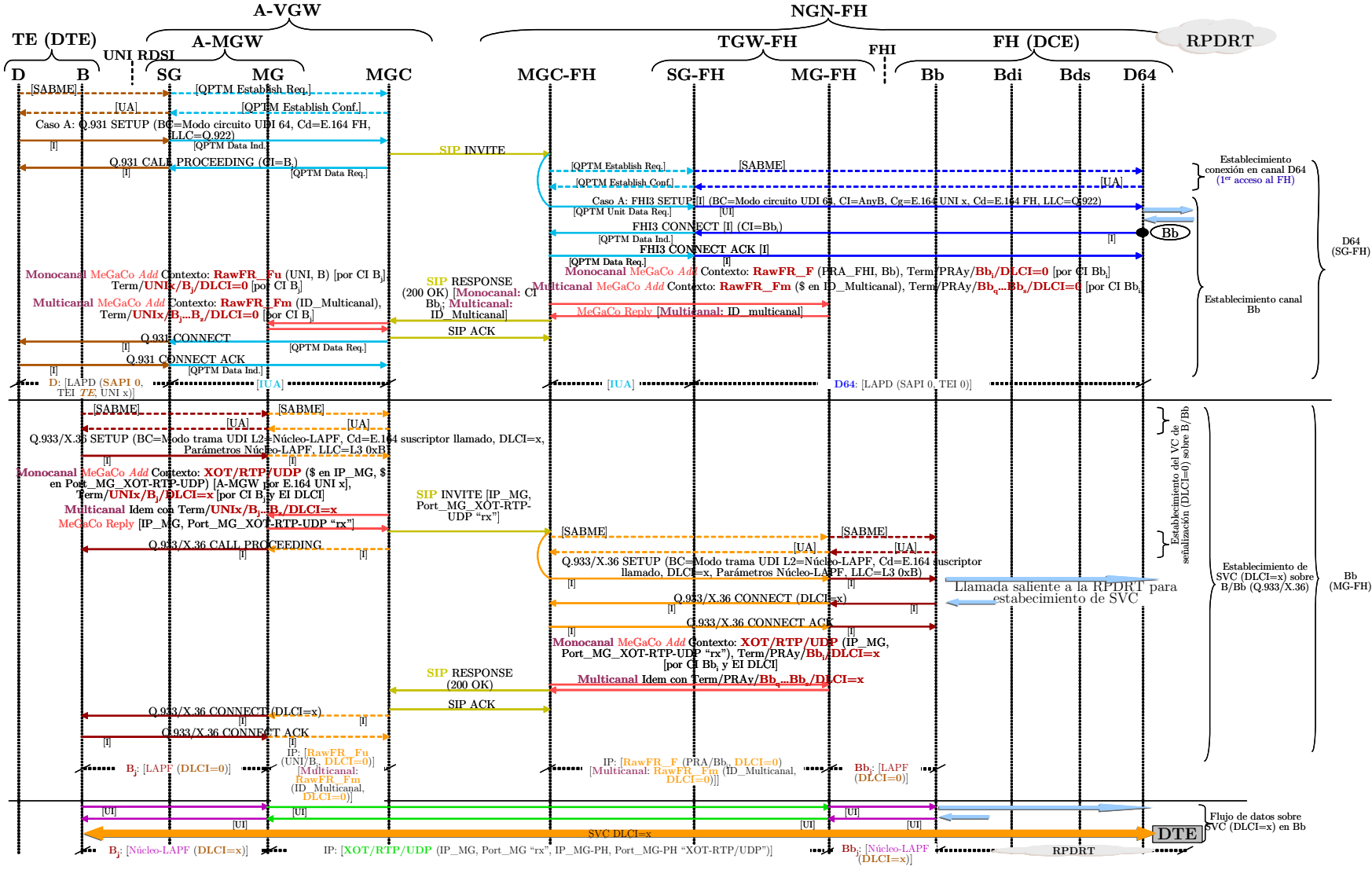


Figura 6.67: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con XOT/RTP

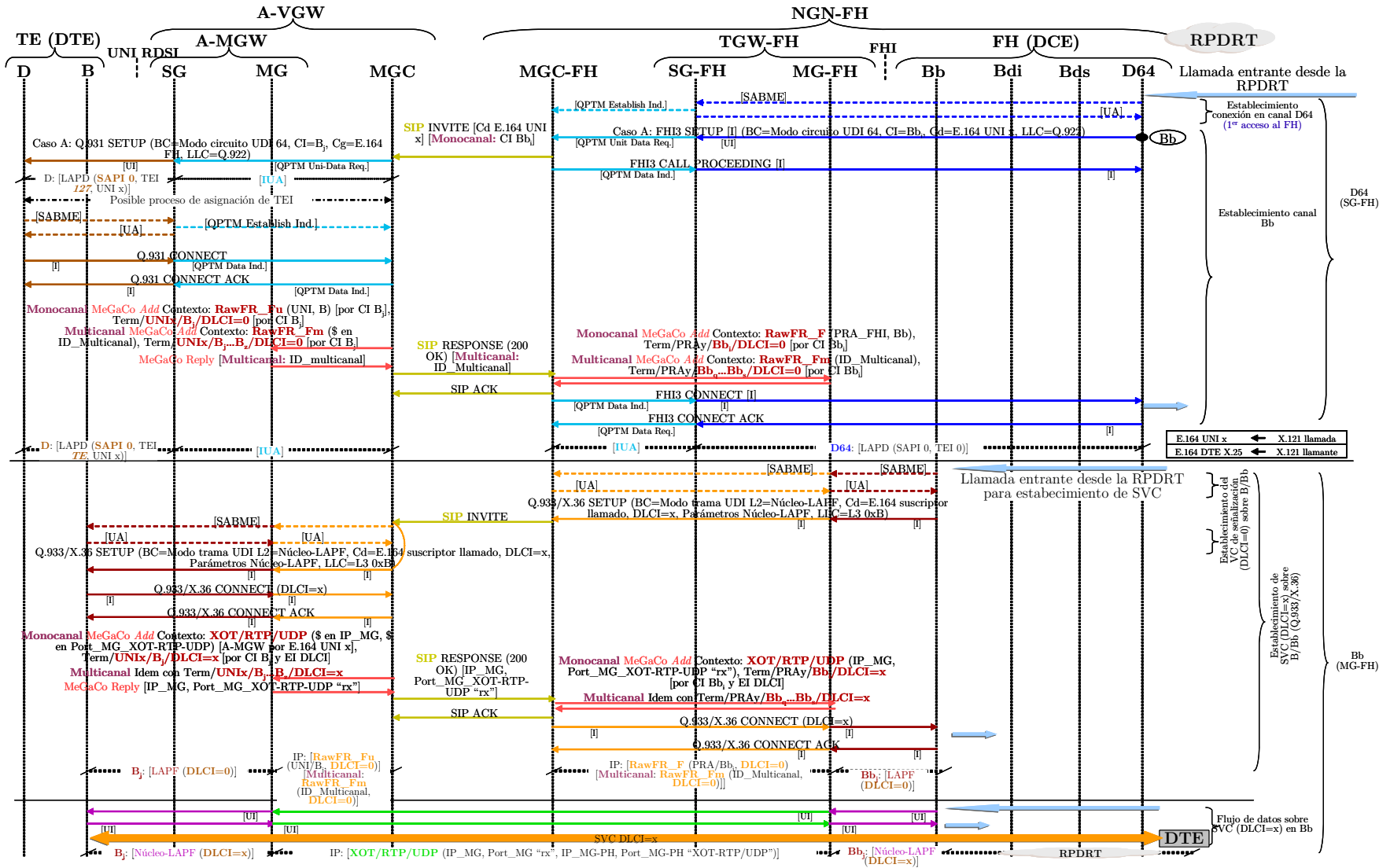


Figura 6.68: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con XOT/RTP

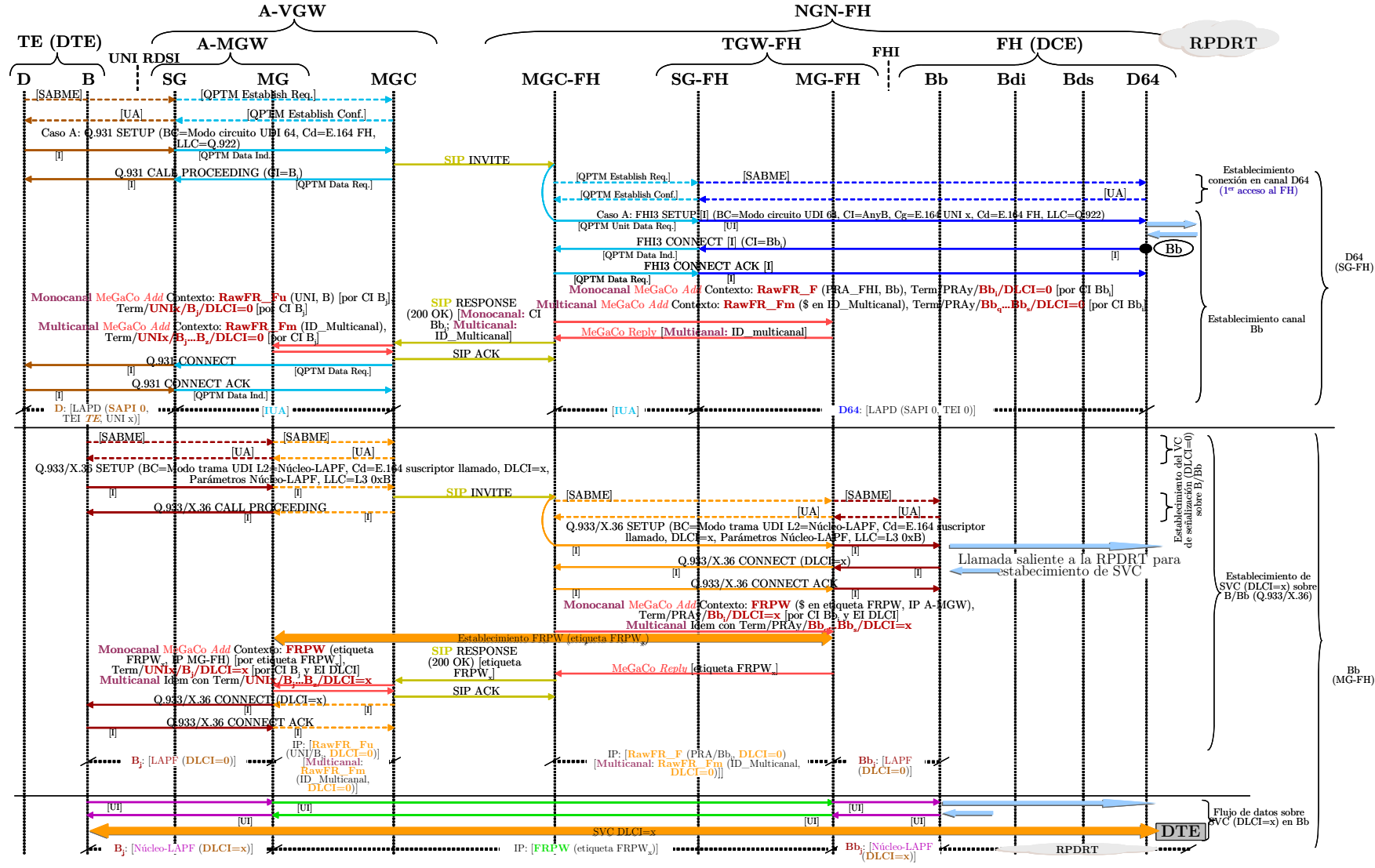


Figura 6.69: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada saliente en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con FRPWs

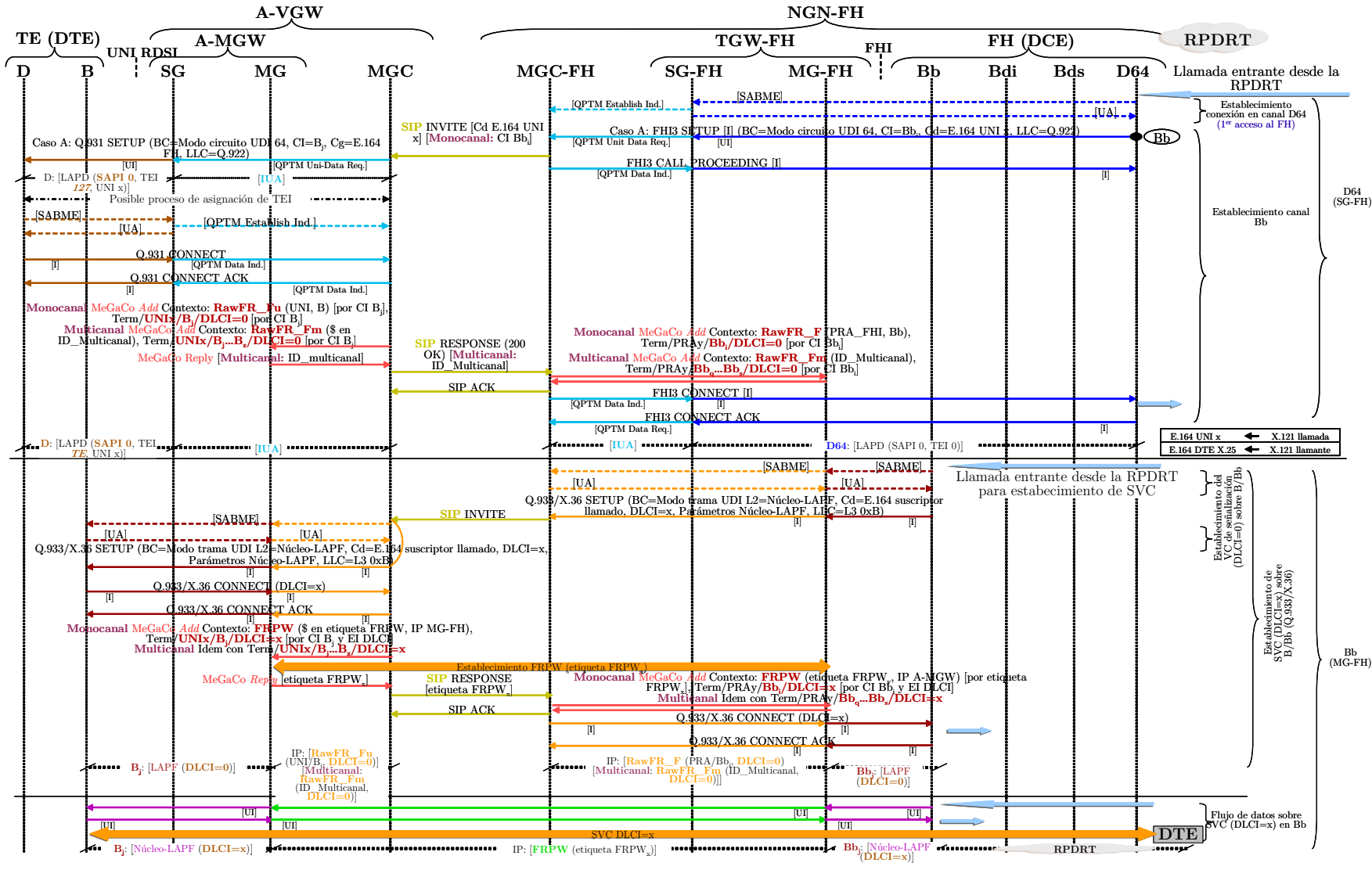


Figura 6.70: Flujo de mensajes para el establecimiento de una llamada entrante en modo trama por canal B caso A mediante soporte DLCI-DLCI con FRPWs

6.3.3 Comparación de las soluciones planteadas

Los anteriores subapartados han evaluado múltiples mecanismos para la emulación NGN de las llamadas de tramas transparentes por canal B RDSI. A continuación se resumen las particularidades de cada solución, a partir de las cuales deberá decidirse cual de ellas se adapta mejor a cada escenario de implantación:

- I) Esquema de transporte transparente: su principal ventaja es que las pasarelas (MG y MG-FH), además de más simples (no necesitan procesar los SVCs), no actúan de puente, evitando así el problema del desbordamiento de las colas. Como contrapartida, requiere:
- Un mayor consumo de ancho de banda en la red IP (las pasarelas retransmiten todas las tramas Núcleo-LAPF, incluyendo RR, RNR, REJ, ...).
 - Sobredimensionar la red IP y aplicar técnicas de QoS para evitar que la red IP provoque que una trama de datos válida enviada por el TE RDSI llegue inválida al FH.

De forma particular, el mecanismo:

- a) RawFR_F: requiere un transporte pseudo-transparente, dado que necesita separar el SVC de señalización (DLCI=0) de los de datos (DLCI>0). Carece de plano de control, y requiere definir los protocolos RawFR_F/RawFR_Fm (para DLCI=0) y Núcleo_RawFR_F/Núcleo_RawFR_Fm (para DLCI>0).
- b) XOT: también requiere un transporte pseudo-transparente, separando el SVC de señalización (DLCI=0, transportado sobre XOT/TCP o XOT/SCTP) de los de datos (DLCI>0, transportados sobre XOT/RTP/UDP). Es la única solución que no transporta el campo de dirección LAPF/Núcleo-LAPF sobre la red IP, obligando a la MG a reservar, por cada llamada en modo trama, un puerto TCP (o flujo SCTP) y otro UDP. El uso de RTP ofrece funcionalidades de temporización que no serán necesarias en esta aplicación.
- b) HDLCPWs y TDMPWs TDMoIP AAL2: ofrecen un transporte completamente transparente. Se basan en protocolos completamente normalizados, soportados sobre múltiples tecnologías (MPLS, L2TPv3, UDP, Ethernet), y disponen de un plano de control. De forma particular, en:
- ▶ HDLCPW: se crea un HDLCPW por canal llamada de tramas, lo que facilita su gestión.
 - ▶ TDMPW TDMoIP AAL2: permite usar un único TDMPW para cursar todas las llamadas de tramas de una A-MGW (para soportar llamadas multicanal, deberá usarse alguno de los formatos de carga útil TDMPW definidos en el Apartado 5.1.1.1), facilitando aún más la gestión. Su principal desventaja es que transporta canales TDM, incluyendo

por tanto todo el tráfico de nivel de enlace, incluso banderas y FCS, por lo que requerirá un mayor ancho de banda en la red IP.

II) Esquema de transporte DLCI a DLCI: como principales ventajas, ofrece las siguientes:

- Termina el nivel de enlace LAPF/Núcleo-LAPF en la pasarelas, por lo que requiere un menor consumo de ancho de banda en la red IP (sólo cursar los datos de las tramas).
- Apoyándose en una interpretación de la señalización Q.933/X.36 en los controladores MGC/MGC-FH, permite que cada pasarela conozca los requisitos de transporte de cada SVC, reservando en la red IP los requisitos necesarios.
- Ello también permite que un mismo SVC presente distinto DLCI en la UNI RDSI y en la FHI, lo que hace que estas soluciones sean aplicables para construir un VC de TE a FH mediante dos PVCs preestablecidos en ambas interfaces con distinto DLCI.

Sus principales inconvenientes son:

- Las pasarelas actúan de “puentes”, pudiendo producirse desbordamiento de las colas.
- Requiere definir los protocolos RawFR_F y RawFR_Fu, para el transporte de la señalización Q.933/X.36 hasta los controladores.
- Obliga a los controladores MGC/MGC-FH a cursar e interpretar parte del tráfico de canal B (la señalización Q.933/X.36 de los SVCs con DLCI=0), lo que les supone una mayor carga de trabajo.

De forma particular, el mecanismo:

- a) Núcleo-RawFR_F: carece de plano de control, requiriendo definir los protocolos Núcleo-RawFR_F/Núcleo-RawFR_Fm.
- b) XOT/RTP/UDP: es la única solución que no transporta el campo de dirección Núcleo-LAPF sobre la red IP. Obliga a la MG a reservar un puerto UDP por cada SVC, lo que podría resultar en la necesidad de emplear un gran número de puertos en cada MG, aspecto que podría resolverse dotando a dicha MG con varias direcciones IP. El uso de RTP ofrece funcionalidades de temporización que no serán necesarias en esta aplicación.
- c) FRPWs: se basan en protocolos completamente normalizados, soportados sobre múltiples tecnologías (MPLS, L2TPv3, UDP, Ethernet), y disponen de un plano de control. Los FRPWs basados en UDP presentarían gran similitud con la opción XOT/RTP/UDP, ofreciendo las siguientes ventajas:
 - ▶ Tiene plano de control.

- ▶ El número de secuencia estaría contenido en la CW, no necesitando por tanto la cabecera RTP (prescindiendo así de la información temporal no necesaria en esta aplicación).
- ▶ Cada SVC tendrá asignada una etiqueta FRPW, en lugar de un puerto UDP en la MG, lo que puede permitir referenciar un mayor número de VCs por cada dirección IP de la MG¹³².

6.4 Conclusiones

El capítulo ha abordado cómo dar soporte en la NGN a la emulación de los servicios portadores en modo paquete y trama. Comienza presentando una arquitectura física y funcional distribuida del NGN-PH/FH, que permita el acceso transparente de los dispositivos clásicos, incluyendo tanto los terminales RDSI como los manejadores clásicos PH/FH. Para ello, conservará las interfaces de acceso normalizadas para dichos equipos, estos es, la UNI RDSI y las interfaces PHI/FHI normalizadas por la ETSI [ETS 300 099; ETS 300 458] (ver Apéndice).

Posteriormente se ha profundizado en la arquitectura necesaria para soportar el modo paquete, tanto no transparente (casos B por canal D y B) como transparente (caso A por canal B). El NGN-PH es distribuido en MGC-PH, TGW-PH (SG-PH y MG-PH) y PH. Inicialmente se evalúan las posibles arquitecturas de protocolos en el tramo IP, contemplando cuatro opciones, tanto para canal D como B (en canal B, los casos A y B permiten la misma solución): RawFR con ciertas modificaciones, HDLCPWs, TDMPWs y XOT/TCP. A continuación se analizan los aspectos MeGaCo que deben ser implementados en las pasarelas MGs y MG-PH, comenzando por aquellos que son generales (tal como la necesidad de ampliar el patrón de nombrado propuesto por ETSI_ARGW [TS 183 002 v3.3.1] para incluir los canales D), para posteriormente analizar las particularidades de cada una de las cuatro propuestas de protocolos, acompañando dicho análisis con un esquema de los flujos de mensajes en la red para el establecimiento de una llamada. Finalmente se ofrece un estudio comparativo de las distintas opciones, destacando las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

En segundo lugar se ha abordado el soporte de llamadas de tramas transparentes por canal B (caso A), obviando las llamadas no transparentes (casos B) al carecer de interés práctico. El NGN-FH es distribuido en MGC-FH, TGW-FH (SG-FH y MG-FH) y FH. Siguiendo la misma metodología que en el modo paquete, el estudio comienza evaluando las posibles arquitecturas de protocolos en el tramo IP. En este caso, dichas opciones son clasificadas en dos grupos según los VCs de datos FR sean transportados conjuntamente sobre la red IP (esquema transparente, bajo el que la señalización Q.933/X.36, encargada del establecimiento de los SVCs, es transportada directamente de TE a FH) o se emplee una conexión individual para cada uno (esquema DLCI a DLCI, bajo el que la señalización Q.933/X.36 es interpretada en los controladores MGC/MGC-FH). Para el esquema transparente

¹³² Mientras el puerto UDP consta de dos octetos, el ID de sesión L2TPv3 (ambos etiquetas PW [RFC 3985]) emplea cuatro [RFC 3931].

se evalúan cuatro opciones de transporte (RawFR con modificaciones, XOT, HDLCPWs y TDMPWs), y para el esquema DLCI a DLCI tres (Núcleo-RawFR, XOT y FRPWs, realizando el transporte de la señalización Q.933/X.36 mediante RawFR_F/Fu). A continuación se analizan los aspectos MeGaCo tanto comunes como particulares de las diversas opciones, acompañándolos nuevamente de los flujos de mensajes que suceden en la red para el establecimiento de una llamada. Por último, se resumen los beneficios e inconvenientes de cada una de las alternativas propuestas.

De forma común, las soluciones planteadas para el soporte de llamadas tanto de paquetes como de tramas, requieren transportar sobre SIP determinada información no contemplada en la correspondencia normalizada Q.931-SIP [TS 183 036]. En concreto, el método:

- a) RawFR: requiere transportar entre MGC y MGC-PH/FH el:
 - ID de la A-MGW a la que está asociada la conexión Bds transportada por los mensajes RawFR_s.
 - EI PHI3/FHI3 D64 “CI” para llamadas sobre canal B: dado que dicho EI PHI3/FHI3/Q.931 presenta significado local a la interfaz RDSI, [TS 183 036] no contempla su transporte sobre SIP. Sin embargo, RawFR requiere incluirlo en SIP para la creación de las terminaciones MeGaCo.
 - ID asignado a cada llamada multicanal.
- b) HDLCPW/FRPW: etiqueta del HDLCPW/FRPW que cursa la llamada.
- c) TDMPW: etiqueta del TDMPW y CID del canal que cursa la llamada.
- d) XOT: dirección IP de la MG, y puertos de la MG y MGC asignados a la llamada.

Consecuentemente, para el soporte de estos métodos, será necesario definir:

- Descripción SDP/SIP (o, alternativamente, mediante elementos PSTN XML) de los medios en el tramo IP, incluyendo los anteriores parámetros, de modo que dicha información pueda ser leída por MGC y MGC-PH/FH, sin ser enviada a los equipos finales (TE RDSI y PH/FH).
- Descripción SDP/MeGaCo de los medios en las terminaciones del lado IP (que presentará gran similitud con la descripción SDP/SIP).

En el caso de las llamadas de tramas transparentes en modo DLCI a DLCI, si se opta por permitir que MGC/MGC-FH interpreten los EIs Q.933/X.36 “Parámetros medulares de la capa de enlace” y “Parámetros de prioridad y clase de servicio”, para describir los medios de las terminaciones efímeras UNI RDSI/FH asociadas a cada VC FR, también sería necesario ampliar la sintaxis SDP propuesta por [taylor-sdp-tdm-01], para que incorpore los atributos “a=” para dichos parámetros (e.g., “a=maxsize” para el tamaño máximo del campo de información Núcleo-LAPF).

Por último, recalcar que esta Tesis ha evaluado como dar soporte en la NGN a los distintos servicios portadores RDSI. Sobre dichos servicios podrán ofrecerse múltiples servicios de usuario. Un ejemplo típico sería el acceso a un ISP para disponer de conexión a Internet desde un terminal RDSI. El intercambio de datagramas IP entre el terminal y el ISP podrá realizarse bajo los distintos servicios portadores RDSI soportados:

- Modo circuito: estableciendo un canal B entre el TE RDSI y el ISP. Los datagramas IP serán transportados conforme a [RFC 1618], esto es, sobre tramas PPP [RFC 1661; RFC 1662] (con ID de protocolo 0x21), apoyándose en los protocolos LCP [RFC 1661] (ID 0xC021) y NCP IPCP [RFC 1332] (ID 0x8021).
- Modo paquete (por canal D o B, tanto transparente como no transparente): realizando una llamada al PH. Los datagramas IP podrán ser enviados al manejador sobre mensajes PLP [RFC 1356], o bien sobre un enlace PPP soportado sobre LAPB [RFC 1598] (sólo canal B¹³³). El PH deberá reenviar los datagramas IP al ISP, pudiendo usar para ello, por ejemplo, tunelado “IP sobre IP” [RFC 1853], GRE [RFC 2784] o pseudocables IPPW [ietf-l2tpext-pwe3-ip].
- Llamada de trama transparente por canal B: realizando una llamada al FH. Los datagramas IP podrán ser enviados al manejador sobre un VC Núcleo-LAPF [RFC 1490], o bien sobre un enlace PPP soportado sobre dicho VC Núcleo-LAPF [RFC 1973]. El FH podrá reenviar los datagramas IP al ISP mediante cualquiera de las técnicas indicadas para el modo paquete.

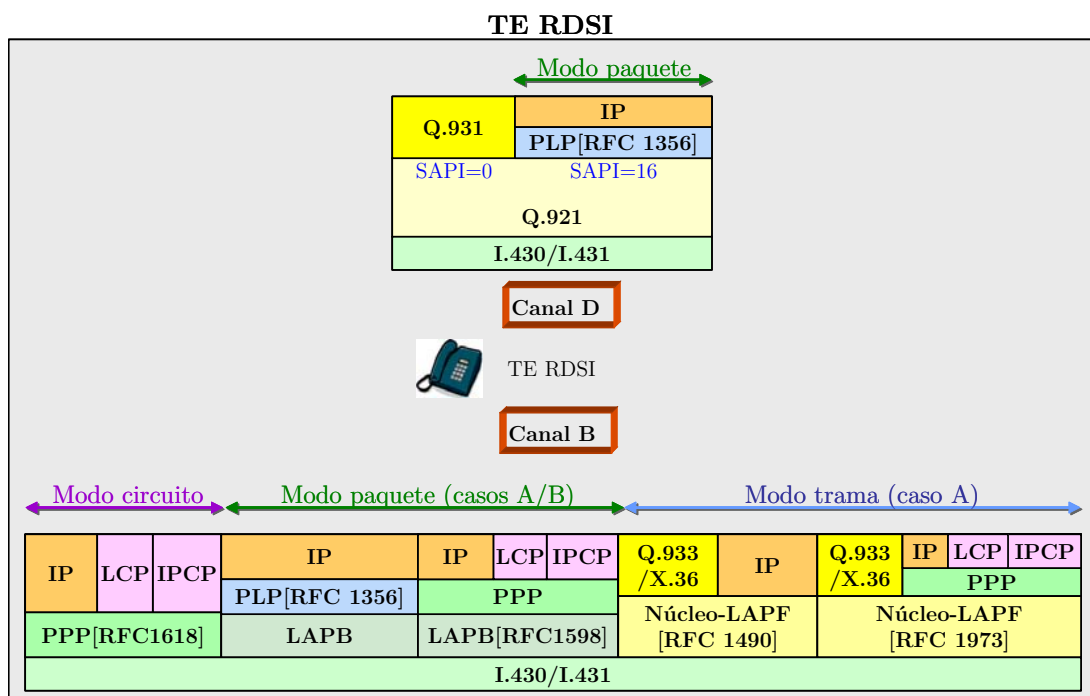


Figura 6.71: Aplicación de los servicios portadores RDSI para acceso a Internet desde un terminal RDSI

¹³³ Transportar sobre el canal D tramas PPP directamente sobre LAPD (con NLPID “0xCF”), como propone [sadler-pppext-lapd], requeriría asignarle un determinado SAPI, el cual no estaría normalizado en [Q.921 (I.441)], luego no resulta aplicable.

Capítulo 7

Conclusiones y Líneas de avance

En este capítulo se resumen las conclusiones más importantes de la Tesis Doctoral, destacando sus principales contribuciones y proponiendo las líneas de continuación del trabajo realizado.

7.1 Conclusiones

En el Capítulo 1 se expuso el entorno, motivación y objetivos de la presente Tesis Doctoral. Su contenido puede ser resumido en las siguientes ideas:

- El proyecto NGN pretende integrar las distintas redes actuales en una única red de paquetes. La migración debe permitir mantener los equipos de usuarios y seguir ofreciendo los servicios clásicos, en especial los RDSI. Este requisito se traduce en el soporte transparente de los distintos servicios portadores RDSI [Y.2262][ES 282 002], también exigido en la directiva Europea de Servicio Universal [2002/22/EC].
- Las especificaciones NGN, tanto ITU-T como ETSI, proponen el uso de una pasarela, de acceso o residencial, con arquitectura monolítica o bien distribuida.
- La normalización actual sólo es suficiente, con ligeras mejoras, para emular los servicios portadores en modo circuito monocanal, pero requiere ser ampliada para abarcar los servicios multicanal en modo circuito, y los servicios en modo paquete o trama.
- El objeto y ámbito de la Tesis Doctoral es la detección y solución de las deficiencias encontradas en la definición de las pasarelas de acceso para soportar los servicios portadores RDSI de un modo eficiente. El estudio se limita a llamadas entre terminales del mismo operador cuya red de transporte NGN se sustenta en el protocolo IP.

En el primer capítulo del **Estado del Arte** (Capítulo 2) se resumieron las principales características de las interfaces de usuario RDSI y de telefonía sobre IP (VoIP), interconectadas por la pasarela de acceso. En particular:

- Se repasaron la interfaz usuario-red y servicios portadores RDSI, normalizados por la ITU-T, que deben ser conservados tras la migración a la NGN.
- Se introdujeron las claves de funcionamiento de las tecnologías de VoIP para el transporte de los medios y la señalización, incluyendo los posibles mecanismos de extensión de nuevas funcionalidades que pueda precisar el acceso desde los terminales RDSI.

El Capítulo 3 analizó la propuesta de los grupos de trabajo VoIP de ITU-T, IETF y ETSI para la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP. Las principales aportaciones de este capítulo son:

- Las propuestas de los distintos grupos pueden resumirse en una misma arquitectura común, tanto funcional como física, bajo un esquema monolítico o distribuido. Este último consta de una pasarela de medios y su MGC, comunicados mediante los protocolos IUA y MeGaCo.
- Dicha arquitectura normalizada no resuelve múltiples aspectos para el soporte de los servicios portadores RDSI. No resuelve aspectos necesarios para cualquier servicio portador, tales como la correspondencia Q.931-SIP, la coordinación entre Q.931, IUA y MeGaCo para la identificación de las interfaces y canales RDSI, o los procedimientos para controlar el estado de las interfaces RDSI desde el MGC. Asimismo, sólo contempla los servicios portadores en modo circuito monocanal, para cuyo transporte sobre IP propone el uso de RTP y de los mecanismos VBD sobre IP. Sin embargo, no detalla suficientemente el uso de MeGaCo ni la descripción SDP de los medios. Los servicios portadores multicanal y en modo paquete o trama tampoco son contemplados.
- Se analizaron diversos borradores IETF que planteaban posibles soluciones a las anteriores deficiencias. Tras descartar todas aquellas propuestas que no se consideraron apropiadas, planteé una ampliación para la arquitectura normalizada de la pasarela de acceso UNI RDSI-VoIP. Ésta resolvía la coordinación en la identificación de las interfaces y canales RDSI entre IUA, MeGaCo y Q.931, apoyándose en un patrón de nombrado jerárquico. Además, adelantaba la necesidad de hacer visibles los canales D a MeGaCo.
- Por último, se presentó un breve análisis de las pasarelas comerciales de acceso UNI RDSI a VoIP. Concluí que todas se limitan a la arquitectura normalizada, soportando únicamente los servicios portadores RDSI en modo circuito monocanal más elementales.

En el Capítulo 4 se abordan las aportaciones realizadas por las especificaciones NGN para la emulación de los servicios portadores RDSI. Se tomaron en consideración las mejoras planteadas en el capítulo anterior, identificando cuales ya han sido contempladas en las especificaciones NGN y cuales deberían añadirse. En concreto, el capítulo realiza las siguientes aportaciones:

- Las especificaciones NGN proponen la misma coordinación entre IUA, MeGaCo y Q.931 ya planteada por los borradores IETF, añadiendo un nuevo patrón de nombrado jerárquico, más recomendable al estar normalizado. Sobre ello, propuse definir varias propiedades MeGaCo (*assocd*, *interfaceid* y *callnumber*), ya planteadas por los borradores IETF, que permitan añadir nuevas MGs sin necesidad de modificar el MGC.
- El control y gestión de las interfaces físicas RDSI es definido en el perfil ETSI_ARGW. El mantenimiento de la sección digital y la des/activación de la capa física de las BRIs serán controlados por la AGW, informando al MGC cuando queden fuera de servicio. Sobre ello planteé dos mejoras. Por un lado, propuse incluir el evento MeGaCo FE206, definido por los borradores IETF, para informar al MGC ante un cambio en el grado de servicio de la sección digital. Por otro, propuse añadir la posibilidad de poner fuera de servicio canales individuales, y que la gestión de los PVCs sea realizada sin intervención de MeGaCo.
- El soporte de los servicios portadores en modo circuito monocanal se cubre completamente por las especificaciones NGN, salvo ligeros matices para los que propuse solución. Respecto a la correspondencia Q.931-SIP, planteé mejoras sobre varios servicios: Para el servicio audio a 3.1 kHz [I.231.3], propuse ampliar la descripción SDP/SIP para que incluya todos los mecanismos de transporte de señales de modem sobre redes IP, en concordancia con el perfil ETSI_ARGW. Para el servicio mixto [I.231.4], abordé el soporte de la conmutación entre las capacidades UDI y conversación durante la fase de transferencia de la llamada, planteando el uso de dos líneas SDP “m=”, y el transporte en SIP de los mensajes o EIs Q.931 encargados de dicha conmutación (no normalizados). Por último, para el servicio USBS [I.232.3] propuse transportar su EI “User to user” mediante la cabecera SIP User-to-User [johnston-sipping-cc-uui].

En cuanto al transporte de medios sobre la red IP, las especificaciones NGN proponen, al igual que los grupos VoIP, RTP y los mecanismos VBD sobre IP. Asimismo, sólo contemplan la descripción SDP/MeGaCo de los medios en el lado IP, y con algunas carencias, para lo que propuse solución: Para la terminación MeGaCo del lado RDSI, planteé emplear la sintaxis SDP definida por el borrador [taylor-sdp-tdm-01], y aconsejé añadir los paquetes MeGaCo “fax” y “txp” al perfil ETSI_ARGW. Para la terminación IP, el perfil ETSI_ARGW sólo detalla suficientemente la descripción SDP para el servicio portador genérico [I.231.1]. Consecuentemente, planteé una posible descripción SDP/MeGaCo para soportar los tonos/anuncios de red (empleados en los servicios portadores [I.231.2; I.231.3; I.231.4; I.231.9]), el repliegue y la capacidad UDI-TA (servicio portador multiuso [I.231.9]), y la conmutación de capacidad portadora en la fase de transferencia (servicio portador mixto [I.231.4]).

- Detecté que el soporte de los servicios portadores en modo circuito multicanal no queda cubierto por las especificaciones NGN. Éstas solo realizan dos pequeñas indicaciones respecto a su transporte sobre la red IP: el transporte de todos los canales de una misma llamada debe realizarse sobre un mismo flujo IP, y la posibilidad de usar interfuncionamiento ITU-T TDMoIP (equivalente a los TDMPWs UDP/IP). Se analizó que, en caso de usar TDMPWs, debería definirse la forma de aplicarlos (tipo, número de llamadas por TDMPWs y procedimiento

de creación), así como que éstos sólo permiten llamadas entre terminales RDSI, pero no entre un terminal RDSI y otro NGN. Se concluyó pues que resulta necesario abordar en profundidad las arquitecturas de protocolos de transporte y MeGaCo necesarias para estos servicios, incluyendo su implicación sobre SIP.

- Detecté igualmente que el soporte de los servicios portadores en modo paquete y trama tampoco queda cubierto por las especificaciones NGN. Éstas sólo contemplan los modos paquete y trama en canal D, proponiendo los protocolos IUA y RawFR como mecanismo de transporte sobre IP. Se concluyó que debe definirse la arquitectura física y funcional del NGN-PH/FH, a partir de la cual será posible determinar si los protocolos IUA y RawFR resultan válidos o son necesarias otras soluciones. Asimismo, deberán detallarse las arquitecturas de protocolos de transporte y MeGaCo, incluyendo su implicación sobre SIP.

Llegados a este punto final del Estado del Arte, se concluyó que sólo quedaban pendientes de resolver los aspectos señalados para el soporte de los servicios portadores en modo circuito multicanal y en los modos paquete y trama, objeto de los dos capítulos que componen el bloque de **Contribuciones**.

El Capítulo 5 analizó la emulación de los servicios portadores en modo circuito multicanal. En dicho capítulo realicé las siguientes aportaciones:

- Propuse dos posibles mecanismos para el transporte de los medios sobre la red IP, uno basado en TDMPWs y otro en flujos RTP. Para el primero, demostré que los TDMPWs AAL2 son las más apropiados, pero su formato de carga útil normalizado no garantiza las estructuras TSSI y RDTD, ni permite multiplexar varias llamadas sobre un mismo TDMPW. Así, definí tres nuevos tipos de formato de carga útil. Dos de ellos se basan en la inserción de una cabecera RTP en cada minicélula AAL2 (modo VoIP), en uno asignando un CID a cada canal y en el otro un CID por llamada con las muestras organizadas en estructuras básicas. El tercero, también con un CID por llamada, usa el campo UUI de las minicélulas AAL2 para indicar el procesamiento vocal de las muestras.

Para los flujos RTP, definí un nuevo tipo de carga útil organizado en estructuras básicas, empleando un flujo RTP independiente para cada llamada RDSI. Se resaltó que, si bien los TDMPWs permiten la concentración de varias llamadas sobre un mismo flujo, los flujos RTP ofrecen soporte para las llamadas entre un terminal RDSI y otro NGN.

- Detallé la arquitectura MeGaCo para ambos mecanismos de transporte. Para cada llamada se creará un contexto constituido por una única terminación RDSI e IP. Como patrón de nombrado para las terminaciones monocanal se propuso el definido por el perfil ETSI_ARGW, y para las multicanal se definió una ampliación de dicho patrón.
- Por último, en el Apartado 5.2 detecté que los TDMPWs permiten concentrar eficientemente varias pasarelas de acceso en un único equipo, reduciendo el coste en infraestructuras y mantenimiento. Demostré que los TDMPWs AAL2, bajo la asignación de un CID a cada interfaz RDSI, son los más eficientes, permitiendo transportar sólo los canales en uso y multiplexar

varias UNIs. Sin embargo, su formato normalizado presenta varias carencias, no permitiendo transportar los indicadores de error TDM de las interfaces multiplexadas, cursar sólo los canales en uso ni aplicar VAD a las llamadas de voz. Para satisfacer estas carencias, definí dos nuevos tipos de carga útil AAL2 (uno para BRI y otro para PRI), capaces de transportar los indicadores de error TDM e incluir una máscara de los canales en uso. A raíz de las aportaciones realizadas en este apartado, se ha desarrollado una propuesta de borrador IETF [munozcalle-mult-isdn], actualmente en fase de evaluación por el grupo [LIST_IETF_PWE3].

El Capítulo 6 abordó la emulación de los servicios portadores en los modos paquete y trama. Las principales aportaciones de este capítulo son:

- Propuse una arquitectura física y funcional distribuidas para el NGN-PH/FH, respetando las interfaces PHI/FHI normalizadas (resumidas en el Apéndice) para permitir la reutilización de los manejadores clásicos.
- Para soportar el modo paquete (casos A y B), planteé cuatro posibles arquitecturas de protocolos en el tramo IP, tanto para canal D como B (RawFR modificado, HDLCPWs, TDMPWs y XOT/TCP). Asimismo, detallé la arquitectura MeGaCo necesaria, incluyendo tanto aspectos comunes a las cuatro propuestas de protocolos (e.g., ampliar el patrón de nombrado para incluir los canales D), como los específicos de cada una de ellas.
- Paralelamente, realicé un estudio para soportar el modo trama en caso A, obviando las llamadas no transparentes (casos B) al carecer de interés práctico. Planteé diversas arquitecturas de protocolos, clasificadas en dos grupos según los VCs de datos FR sean transportados sobre la red IP de forma transparente o bajo un esquema DLCI a DLCI. Para el esquema transparente evalué cuatro opciones (RawFR con modificaciones, XOT, HDLCPWs y TDMPWs), y tres para el esquema DLCI a DLCI (Núcleo-RawFR, XOT y FRPWs, transportando la señalización Q.933/X.36 mediante el protocolo modificado RawFR_F/Fu). Finalmente, detallé la arquitectura MeGaCo necesaria para cada una de las arquitecturas de protocolos planteadas.

Como resumen final puede decirse que las contribuciones realizadas para soportar los servicios portadores RDSI suponen un avance para el desarrollo de las nuevas redes NGN. Dicho soporte, señalado por la especificaciones NGN como un objetivo primordial, permitirá:

- A los usuarios RDSI ser migrados a la NGN sin necesidad de sustituir sus equipos clásicos, y disponiendo de los mismos servicios.
- A los proveedores sustituir sus múltiples redes actuales por una única, con el consiguiente ahorro en gestión y planificación.

7.2 Líneas de continuación

A continuación se presentan una serie de líneas de avance sobre los trabajos realizados. Algunas simplemente constituyen una finalización de los trabajos comenzados y otras pueden constituir líneas de investigación futuras:

- Emulación de los servicios en modo circuito multicanal mediante TDMPWs AAL2: detallar las descripciones SDP/SIP (o elementos PSTN XML) y SDP/MeGaCo en la terminación IP, con los distintos parámetros del pseudocable (etiqueta, CID, formato de carga útil, codec, VAD, ...).
- Emulación de los servicios en modo paquete y trama: detallar las descripciones SDP/SIP (o elementos PSTN XML) y SDP/MeGaCo (además de propiedades y eventos MeGaCo) en la terminación IP, que indiquen el protocolo de transporte empleado (RawFR, HDLCPW/FRPW, TDMPW o XOT) y los parámetros del mismo.
- Concentración de pasarelas de acceso: extender el plano de control de los TDMPWs AAL2 (nueva AVP) y definir las propiedades MeGaCo de la terminación del lado RDSI, que permitan enviar del MGC al PE de entrada la información Q.931 necesaria (canales en uso, canales que cursan llamadas monocanal de voz y estructura de canales de las interfaces RDSI).
- Extender el análisis para que incluya llamadas entre terminales de distinto operador.
- Extender el perfil ETSI_ARGW para que recoja las aportaciones planteadas.

Parte III

Apéndice

Apéndice

Acceso clásico al manejador de paquetes o tramas desde la interfaz de usuario RDSI

Las arquitecturas de red y protocolos propuestas en el Capítulo 6 para emular los modos paquete y trama en la NGN toman como referente las arquitecturas definidas por la ETSI para dar soporte a dichos modos en el escenario clásico. La interfaz de acceso al manejador de paquetes local y al remoto (PHI, *Packet Handler access point Interface*) es definida en [ETS 300 099], y la de acceso al manejador de tramas remoto (FHI o RFHI, *Remote Frame Handler access point Interface*) en [ETS 300 458] (Figura III.1). Para facilitar la comprensión de dichas especificaciones, este Apéndice resume las partes de mayor relevancia, así como la notación que se empleará en la Tesis.

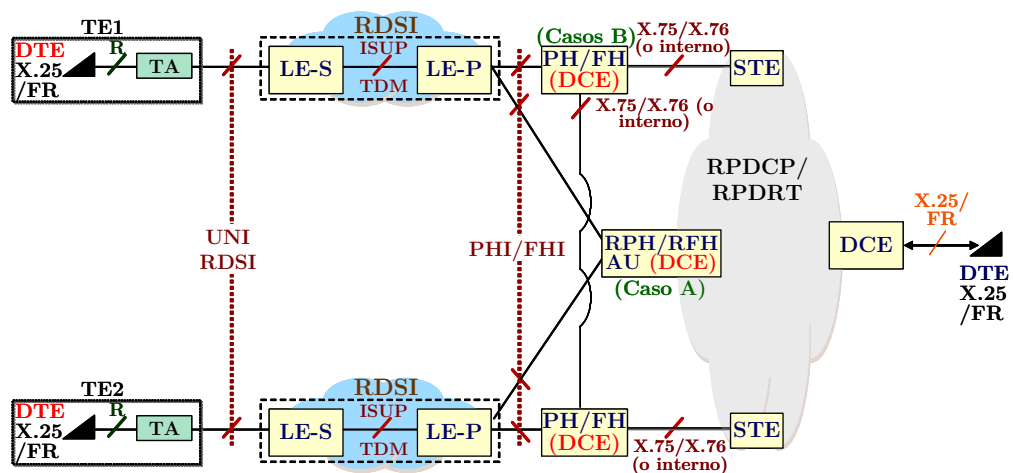


Figura III.1: Interfaces de acceso clásicas extremo a extremo en un acceso en modo paquete y trama

III.1 Interfaz de acceso al manejador de paquetes, PHI

La interfaz PHI corresponde a nivel físico al punto de referencia T de uno o varios¹ accesos primarios RDSI 30B+D (PRA), actuando el PH de terminal de usuario (con TEI 0), con un canal D64 para el establecimiento de sus canales Bx (64 kb/s), tanto Bbi (cada canal Bbi transporta, entre la LE-P² y el PH, los mensajes PLP de un canal B en modo paquete de determinada UNI RDSI³), como Bd⁴. Dentro de los canales Bd pueden establecerse dos tipos de conexiones PHI2⁵ (ver Figura III.2)⁶:

- Conexiones(/canales) o flujos de datos Bdi, establecidos con una LE-S: encargados de transportar los mensajes PLP de los flujos SAPI 16 de los canales D de las UNIs RDSI de esa LE-S (cada trama PHI2 de estos canales presenta SAPI 16 y el identificador de una UNI RDSI). Cada canal Bd puede transportar multiplexados (conexiones Bdi) los flujos SAPI 16 del canal D de varias UNIs RDSI (siempre de la misma LE-S)⁷, y llamadas de una misma UNI pueden ser cursadas por diferentes canales Bd. Cada LE-S debe estar preparada para aceptar mensajes PHI2 SABME de cualquier canal Bd establecido con el PH.
- Conexión(/canal) o flujo de señalización de datos Bds, establecido con una LE-S (el PHI establece un único Bds con cada LE-S, compartido por todas las UNIs RDSI de dicha LE):

¹ [ETS 300 099]/D recoge los procedimientos a emplear, ante una configuración multi-PRAs, para seleccionar la PRA sobre la que establecer cada canal Bb/Bd. Todas las PRAs serán señalizadas desde un único canal D64 (modo NFAS, siendo transportado en PHI3 D64, mediante el EI "Identificación del canal", el identificador binario de cada PRA).

² LE-S denota la central local a la que acceden los usuarios RDSI (ofrece las UNIs RDSI) y LE-P la central a la que accede el PH (mediante la PHI). Respecto a la PHI, la LE-P corresponde a "la red del operador".

³ Cada canal Bbi transporta el contenido de un único canal B RDSI, siendo identificado desde PHI3 por su número de canal. En una PHI multi-PRA, la numeración de los canales se realiza de forma consecutiva entre todas las PRAs [Q.931].

⁴ Estrictamente, los canales Bx de la PHI (Bdi/s y Bbi) sólo tienen existencia en la PHI (entre LE-P y PH). No obstante, el contenido de dichos canales de 64 kb/s será trasladado transparentemente por la red (LE-P) entre el PH y la LE-S (Bdi/s, ambos extremos terminan PHI2) o el TE RDSI (Bbi, ambos extremos terminan LAPB). Por el contrario, el canal D64 sí es completamente terminado en la LE-P.

⁵ PHI2 y PHI3 corresponden al protocolo de nivel de enlace y red, respectivamente, de la PHI.

⁶ Aunque Bdi y Bds son conexiones L2 dentro de los canales Bd, en [ETS 300 099] se alude a ellas como "canales".

⁷ La LE-S puede presentar una arquitectura descentralizada en varias funciones L2 denominadas FH (manejador de tramas), encargadas de de/multiplexar los canales D SAPI 16 de las UNIs RDSI en canales Bd de la PHI. Cada FH es responsable de un subconjunto de las UNIs RDSI terminadas en esa LE-S. Consecuentemente, todos los flujos de canal D transportados en un mismo canal Bd deben pertenecer a la misma LE-S (un canal Bd es un tramo del canal de 64 kb/s establecido entre LE-S y PH) y a la misma función FH de esa LE-S (en caso de que la LE-S presente varias FHs).

dedicado exclusivamente a asignar, mediante mensajes PHI3, qué flujos SAPI 16 de los canales D de las UNIs RDSI (de una función FH concreta de esa LE-S) debe transportar cada canal Bd (la dirección de los mensajes PHI2 de este canal presenta SAPI 0 y LIC 0⁸). El canal Bds sólo existe dentro del primer canal Bd establecido entre esa LE-S y el PH⁹ (el canal Bds no podrá ser eliminado hasta que no se liberen todos los canales Bdi con dicha LE-S).

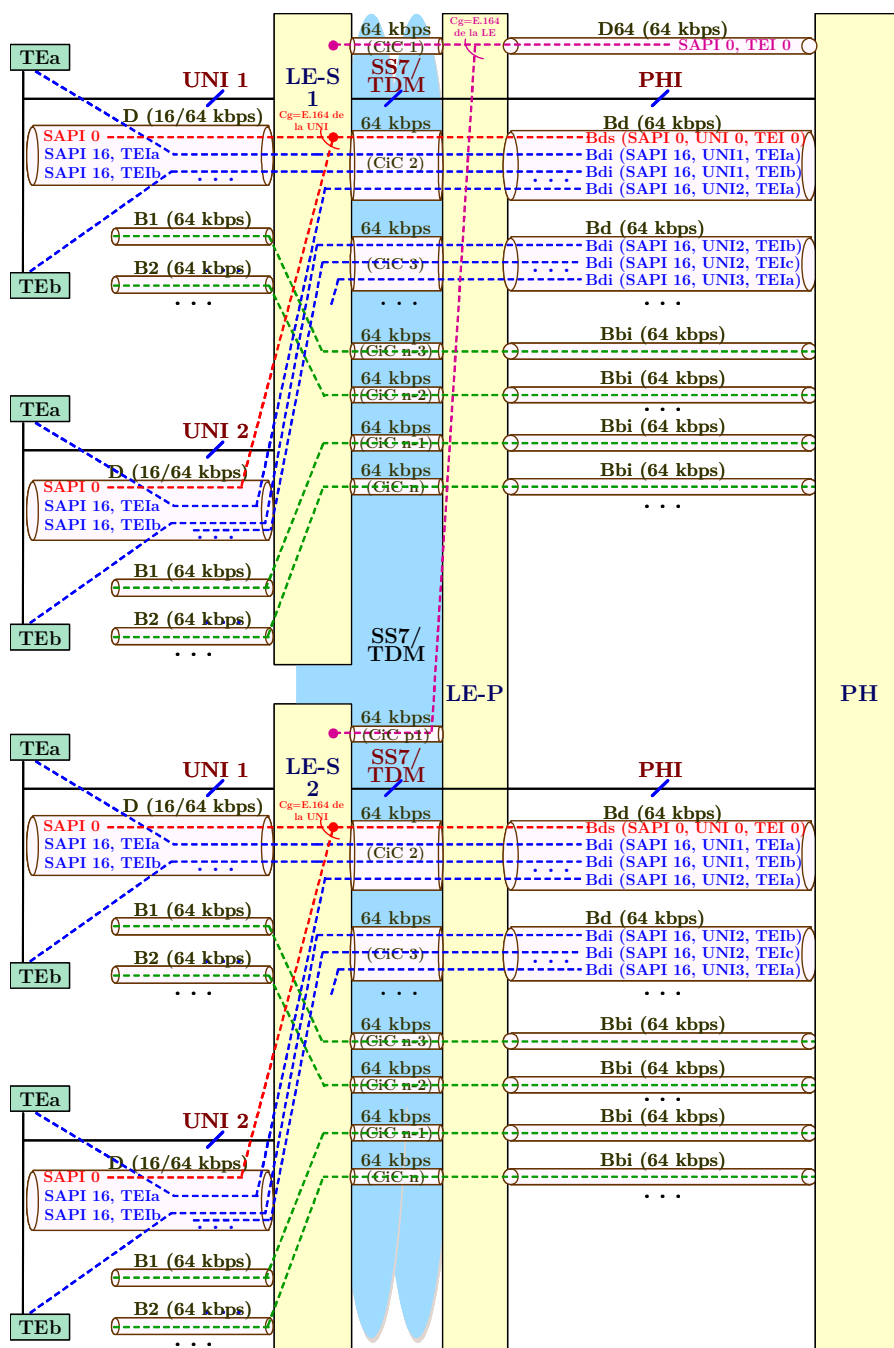


Figura III.2: Estructura de canales en la interfaz PHI

⁸ Se usa LIC 0 (TEI 0, UNI 0) para indicar que no corresponde a ningún flujo de canal D UNI RDSI.

⁹ Sobre el mismo canal Bd que contiene al Bds podrán multiplexarse varios flujos SAPI 16 de canal D (conexiones Bdi), para cada uno de los cuales se usará SAPI 16 y un LIC que contenga el TEI y "UNI RDSI que contiene el canal D al que corresponde ese flujo SAPI 16".

Las arquitecturas de protocolos implicadas en la interfaz PHI son las siguientes¹⁰:

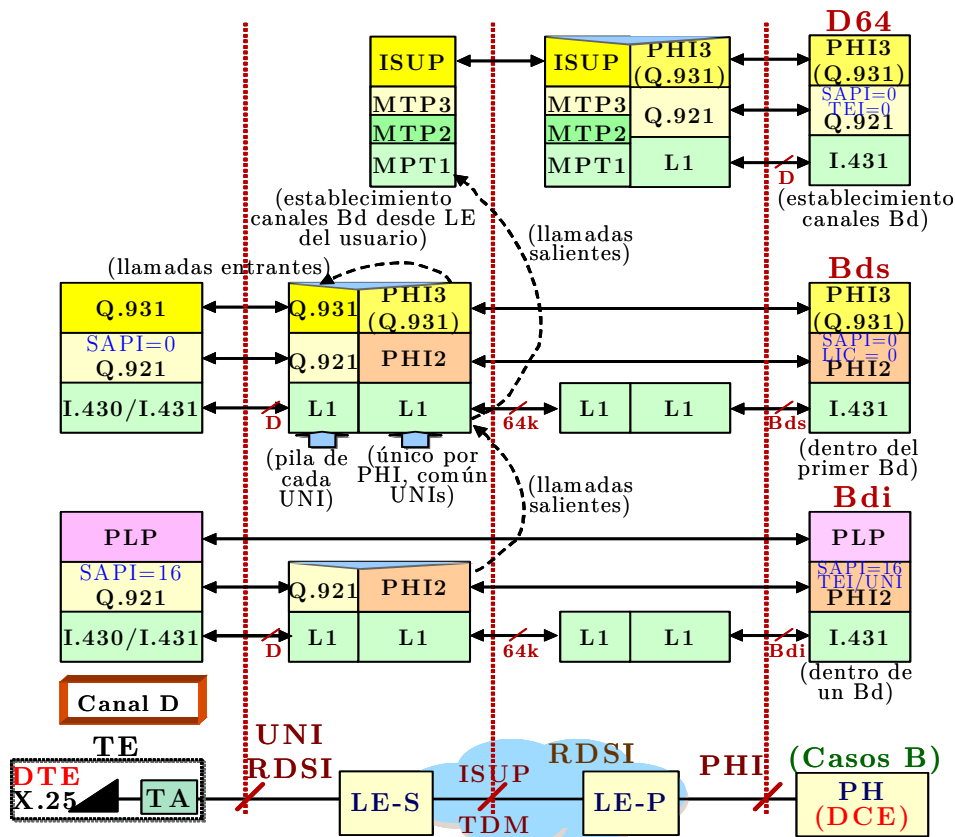


Figura III.3: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo paquete por canal D

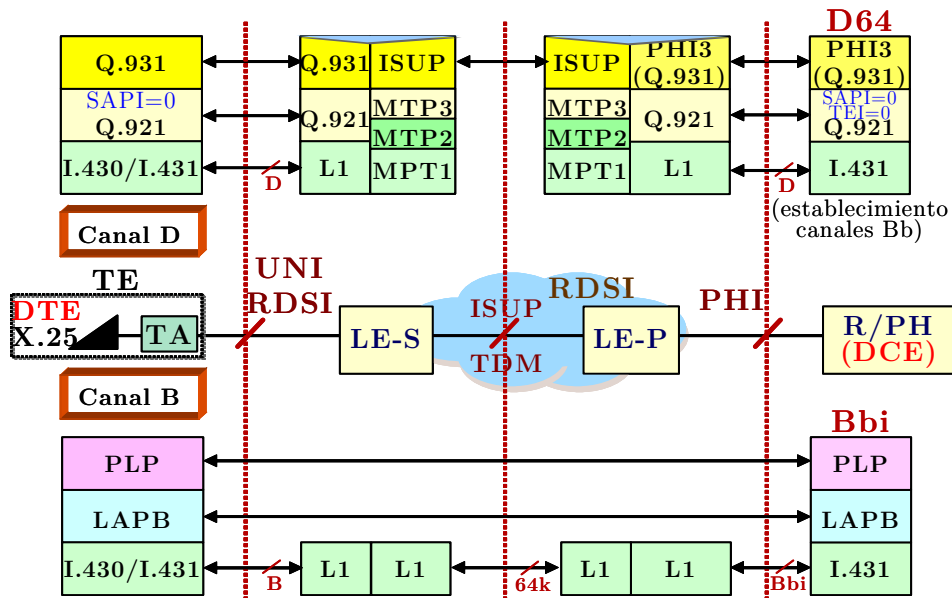


Figura III.4: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo paquete por canal B (casos A y B)

¹⁰ Asumiendo una red SS7 entre LE-S y LE-P, dichas centrales emplearán el campo ISUP CiC (Código de identificación del circuito) [Q.763] para asociar cada canal de 64 kb/s en la red TDM con su correspondiente canal Bd/Bb (en la PHI) o D/B (en la UNI RDSI; para D, serían varios canales D), respectivamente.

Cada canal de datos Bd multiplexa flujos SAPI 16 de canales D de distintas UNIs RDSI. Para soportar dicha multiplexión, su protocolo de nivel de enlace PHI2 presenta el mismo formato que una trama LAPF (o LAPD) con campo de dirección¹¹ de cuatro octetos, cuyo primer octeto contiene el SAPI (16) del flujo RDSI transportado y los tres siguientes corresponden al LIC (*Link Identification Code*), encargado de identificar el terminal RDSI concreto. Aunque [ETS 300 099] deja sujeto a implementación el valor del LIC, propone como posible solución que su primer octeto contenga el TEI del flujo RDSI transportado y los dos siguientes el identificador de la UNI RDSI de dicho flujo, asignado por la LE-S (Figura III.5). Este campo de dirección permite a la LE-S correlacionar cada flujo de paquetes en el canal D de cada UNI RDSI (identificado por el trío “SAPI 16, TEI, UNI RDSI”) con el flujo de datos Bdi que lo transporta (flujo de datos conformado por tramas PHI2 cuyo campo de dirección contiene ese mismo trío)¹².

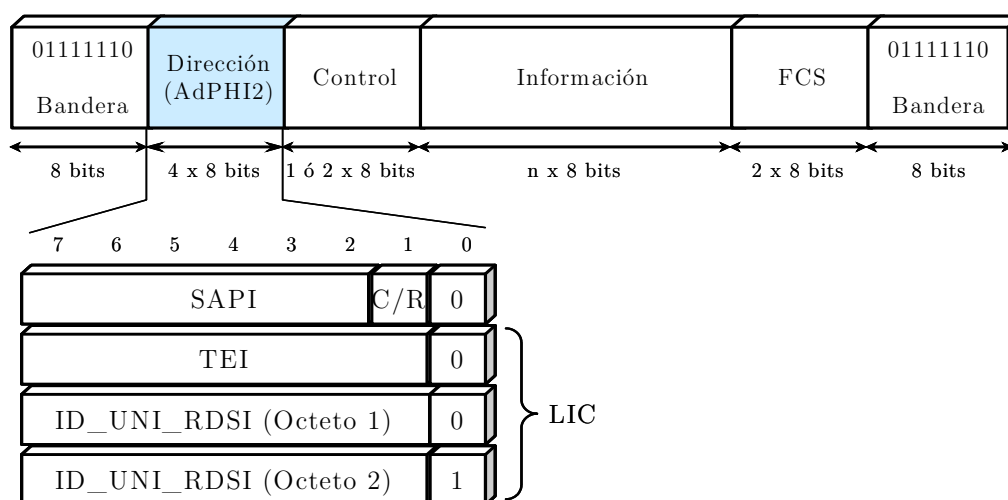


Figura III.5: Formato de trama PHI2 en el nivel de enlace de los canales Bdi de la PHI

El protocolo PHI3 (empleado en los canales D64 y Bds) reutiliza el protocolo Q.931¹³, aplicándole pequeñas ampliaciones orientadas a transportar la identificación de los *flujos de datos de canal D* (SAPI 16, TEI e interfaz RDSI) de las UNIs RDSI, y los canales Bdi que los transportan. En particular, define varios elementos de información (EIs) adicionales [ETS 300 099]/10.4, proponiendo su posible transporte dentro del EI Usuario a Usuario (UU) definido por Q.931, en los mensajes CONNECT, SETUP y RELEASE ACK [ETS 300 099]/13¹⁴:

¹¹ [ETS 300 099] denomina DLCI (*Data Link Connection Identifier*) a todo el campo de dirección de la trama PHI2. Para evitar confusión con el campo DLCI de FR, lo denotaremos por AdPHI2.

¹² Debe advertirse como PHI2 es únicamente empleado sobre canales B de la PHI de tipo Bd, usándose su campo de dirección para especificar un flujo (interfaz y SAPI/TEI) de canal D SAPI 16 de la UNI RDSI (y no de la PHI como realiza el campo de dirección Q.921 del canal D64).

¹³ Al igual que en Q.931, cualquier mensaje PHI3 incluye el EI “Referencia de llamada” para identificar la comunicación a la que va referida cada mensaje. El establecimiento solapado de los canales Bd no es soportado, por lo que PHI3 no emplea los mensajes SETUP ACK ni INFORMATION.

¹⁴ Estos EIs adicionales sólo se utilizan en llamadas UNI RDSI por canal D. En ellas, para el establecimiento de los canales Bd (PHI3 D64), la dirección del llamante (EI Cg) y llamado (EI Cd) son las de la LE-S y el PH, con objeto de que interpreten dichos EIs UU.

EI adicional	Significado		Transportado en la interfaz PHI		
			Mensaje PHI3	Canal	Sentido
DLCI (AdPHI2)	Dirección PHI2 (SAPI 16 y LIC “TEI, UNI RDSI”) de un flujo de datos Bdi. Asignado por la LE-S , permite a LE-S/PH conocer el flujo SAPI 16 de canal D RDSI asociado a este flujo de datos Bdi		SETUP, CONNECT, RELEASE ACK	Bds	LE-S → PH
Número de referencia de canal Bd (RBd)	Identifica unívocamente el canal Bd de la PHI (el PH indexa junto a esta referencia la dirección E.164 de la LE-S con la que está establecido dicho canal Bd). Asignado por el PH , permite a LE-S/PH indicar el Bd que transporta determinado flujo de datos RDSI de canal D SAPI 16		SETUP, CONNECT	D64	LE-S ← PH
			CONNECT, RELEASE ACK	Bds	
Número de la parte llamada (EI Q.931) (Cds)	Sólo usados si LE-S presenta arquitectura descentralizada (varias FHs)	Dirección E.164 de una UNI de la LE-S llamada, usada para solicitarle el número de la FH que controla esa UNI ¹⁵	SETUP (sólo en el primer flujo de este Bd ¹⁶)	D64	LE-S ← PH
Número de referencia de la función L2 FH		Identifica la función FH de la LE-S encargada de esta UNI RDSI que contiene el flujo de canal D RDSI indicado	SETUP	D64	LE-S ↔ PH
			CONNECT		Bds
		SETUP, CONNECT, RELEASE ACK			

Cuadro III.1: Elementos de información PHI3 adicionales a Q.931¹⁷

¹⁵ Este EI Cds sólo es usado por el PH, en las llamadas entrantes, en el establecimiento del primer canal Bd que transporte flujos de canal D de esa UNI, solicitando a la LE-S que responda con la FH que controla la UNI asociada a esa dirección E.164 (en los subsiguientes mensajes de esa UNI se usará el número de referencia de la FH).

¹⁶ Con objeto de solicitar a la LE-S que asigne la función FH encargada de la UNI llamada.

¹⁷ En la columna “EI adicional” se indica entre paréntesis la notación que se usará para referirse a cada EI.

Los mensajes PHI3 (tanto en D64 como en Bds) que contienen estos EIs adicionales en el EI UU, presentan como usuarios RDSI llamante (Cg) y llamado (Cd) a PH y LE-S, garantizando así que dichos EIs adicionales sean interpretados por ambos equipos¹⁸.

El intercambio de los identificadores AdPHI2 y RBd¹⁹ realizado entre LE-S y PH mediante EIs UU se resume en la Figura III.6²⁰. Puede apreciarse como la correspondencia de identificadores realizada en LE-S y PH para cursar una llamada en modo paquete sobre la PHI es la siguiente:

Llamada	Equipo	Correspondencias que aplica		
Canal D	LE-S ²¹	UNI/TEI (Flujo SAPI 16 canal D cada UNI)	<->	RBd/AdPHI2 (Flujo de datos Bdi con AdPHI2 -dirección PHI2- en canal Bd)
	PH ²²	Para cada E.164 (UNI) de la LE-S	<->	RBd's (canales Bd con ella establecidos)
		Para cada RBd	<->	AdPHI2's (Flujos de datos Bdi establecidos en ese canal Bd)
Canal B	LE-S	Canal B (UNI)	<->	Canal Bb (PHI)
	PH	Para cada E.164 LE-S	<->	Canales Bb con ella establecidos

Cuadro III.2: Correspondencia de identificadores en LE-S y PH para llamadas sobre la PHI

Para su comunicación X.25, el terminal RDSI (DTE) y el PH (DCE) deberán disponer de una dirección X.121²³. Ante llamadas de paquetes entrantes a la UNI RDSI, el PH aplicará [E.166/X.122] para

¹⁸ Recuérdese que, tal como establece [Q.931], la información transportada por los EIs UU no es interpretada por la red, sino transportada transparentemente y entregada al equipo llamado (por ejemplo, a la LE-S, identificada por la dirección E.164 llamada). Los EIs no UU serán interpretados en los bordes de la interfaz RDSI (TE RDSI y LE-S) y PHI (LE-P y PH).

¹⁹ La señalización PHI3 de la conexión Bds permite a LE-S y PH acordar el RBd (canal Bd; la conexión Bdi concreta que se usará dentro de este canal está determinada por el campo de dirección AdPHI2 de las tramas PHI2 que transporta) por el que será transportado cada flujo AdPHI2 (flujo RDSI de canal D SAPI 16, TEI, UNI).

²⁰ Los mensajes que el PH recibirá de la RPDCP dependerán del protocolo interno en ella empleado. No obstante, [ETS 300 099] indica que el PH recibe mensajes PLP de la RPDCP (aunque estos sólo están definidos para la interfaz X.25 de acceso a dicha RPDCP).

²¹ Obsérvese que es en la LE-S donde se guarda la asociación entre cada AdPHI2 y su RBd, relación que le resulta necesaria para introducir los mensajes PLP de las llamadas salientes por canal D en el Bdi adecuado.

²² A partir de "E.164 LE-S, UNI/TEI" (flujo SAPI 16 RDSI), el PH puede obtener el RBd del flujo de datos (AdPHI2) correspondiente.

²³ Dentro de la RPDCP puede emplearse cualquier tipo de direcciones internas a la red pero, en cualquier caso, el PH siempre deberá disponer de una dirección X.121 (empleada en la interfaz X.25 en la que actúa como DCE de cara al DTE TE RDSI).

realizar la correspondencia entre la “dirección llamada” X.121 [X.25] (en el mensaje recibido de la RPDCP) y la dirección E.164 de la LE-S o UNI RDSI llamada.

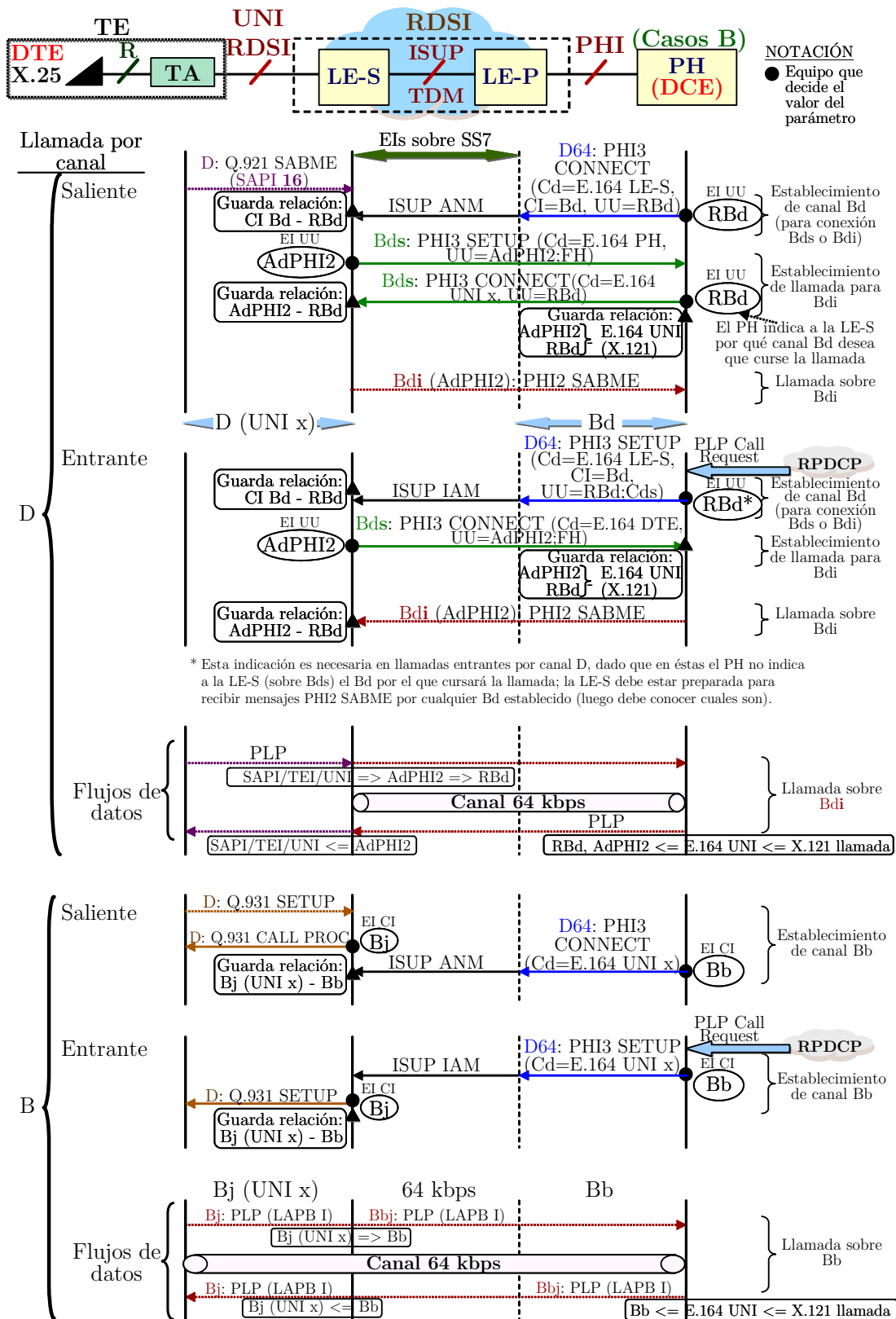


Figura III.6: Intercambio entre LE-S/PH de identificadores de flujos de datos y canales

[ETS 300 099] indica que LE-S y PH deben ser provisionados con la siguiente información (aparte de los parámetros decididos durante la llamada, tales como el número de referencia de los canales Bd):

LE-S	PH
Dirección E.164 del PH (llamadas salientes)	<ul style="list-style-type: none"> • Lista interna de direcciones E.164 de LE-S's (usada para el proceso de selección de canal Bd o Bb ante solicitud de la LE-S). • Correspondencia de direcciones X.121 y E.164. • Valores para los LIC (UNI y TEI) acordados con la LE-S.

Cuadro III.3: Información a provisionar en LE-S y PH

Los próximos subapartados resumen los flujos de mensajes intercambiados para el establecimiento de llamadas en modo paquete por canal D, y en modo paquete por canal B tanto no transparente (caso B) como transparente (caso A).

III.1.1 Establecimiento de llamada sobre canal Bd (modo paquete por canal D en UNI RDSI)

En el acceso a paquetes a través de canal D (Figuras III.3 y III.8), ante una llamada:

- Saliente: el terminal RDSI envía directamente, sin mensajes Q.931 previos [Q.931]/6.1.2.2/6.2.2.2, tramas LAPD (Q.921) con SAPI 16 hasta su LE-S²⁴. Esta central, al reconocer dichas tramas, deberá garantizar la existencia de un canal Bdi con capacidad libre (para su transporte hasta el PH) y Bds (para configurar dicho canal Bdi), estableciéndolos si no lo están.
- Entrante: el canal Bds, común para todas las interfaces de usuario RDSI de una LE-S (gracias al uso de PHI2, que permite multiplexarlas, Figura III.5), transportará un mensaje PHI3 con la indicación de llamada entrante en modo paquete por canal D. Ésta será trasladada a un mensaje Q.931 en la UNI RDSI correspondiente, entregado por difusión (TEI 127). El terminal que responda al mensaje quedará a la espera de la recepción de los paquetes por el SAPI 16.

Las cláusulas siguientes comentan algunos detalles de los flujos de mensajes implicados en estas llamadas.

²⁴ Como indica [Q.931]/6.1.2.2/6.2.2.2, para el soporte de este escenario no resulta necesario el uso de señalización Q.931 en llamadas salientes, pudiendo la central LE-S (mediante preconfiguración) reenviar automáticamente las tramas LAPD con SAPI 16 al PH (el modo trama sí requiere Q.933, transportado por el mismo SAPI 0 que Q.931).

III.1.1.1 Establecimiento de canales Bd y de la conexión Bds

El establecimiento de una canal Bd puede realizarse por solicitud de (el canal Bds se establece sobre el primer Bd)²⁵:

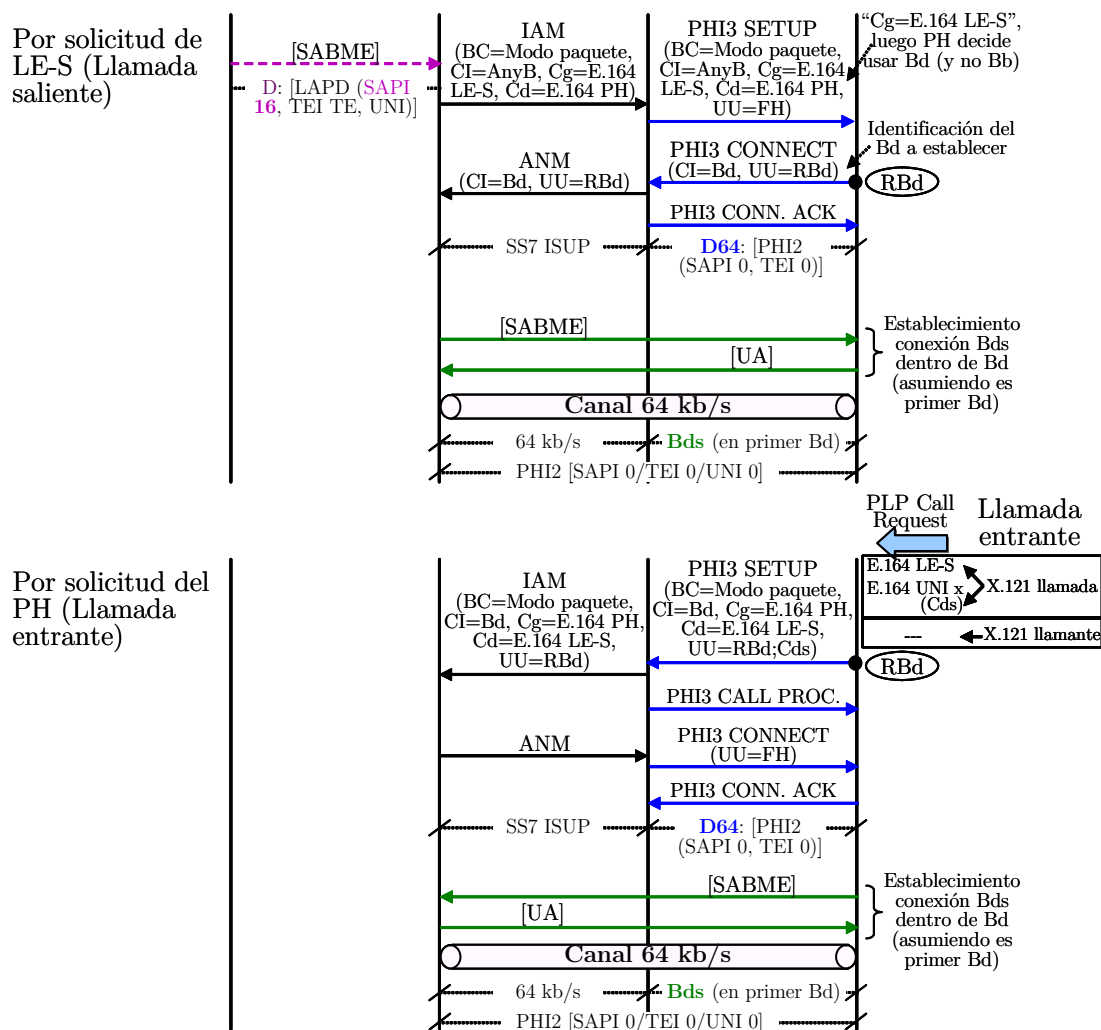
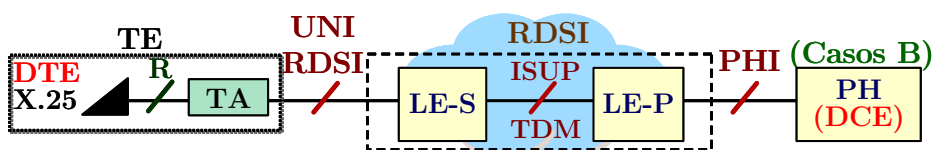
- a) LE-S (al recibir de un TE RDSI un mensaje LAPD SAPI 16): la LE-S envía un mensaje SS7 ISUP IAM que la LE-P cursa hacia el PH con un mensaje PHI3 SETUP en el canal D64:
 - El PH aplica el siguiente procedimiento para decidir si cursar la llamada por un *canal Bd o Bb*: busca la dirección E.164 de la LE-S llamante (EI Cg) en una lista interna (provisionada) de direcciones E.164 de LE-S's, de modo que si la dirección recibida:
 - ▶ Sí está en la lista: utiliza un canal Bd²⁶. El PH asocia un número de referencia a este canal Bd a establecer (RBd), asociándolo con la LE-S (de este modo, a partir del RBd el PH puede conocer la dirección E.164 de la LE-S con la que está establecido).
 - ▶ No está en la lista: utiliza un canal Bb²⁷ (caso A o B según indique el EI BC).
 - El PH responde a la LE-S con un mensaje PHI3 CONNECT en el que inserta el número de referencia asociado al canal Bd establecido (EI UU con RBd), para que la LE-S pueda referirse al mismo posteriormente.
- b) PH (mensaje entrante desde la RPDCCP): el PH enviará a la LE-P un mensaje PHI3 SETUP en canal D64 que llega a la LE-S como mensaje ISUP ANM, con la información:
 - Dirección E.164 de la LE-S llamada (EI Cd) y del suscriptor llamado (dirección E.164 de la UNI, EI UU con Cds), obtenidas a partir de la “dirección llamada” X.121 del mensaje recibido de la RPDCCP.
 - El PH decide si *cursar la llamada sobre un canal Bd o Bb* basándose en acuerdos de suscripción o en función del ancho de banda requerido y del nivel de ocupación de los canales, tal como indica [ETS 300 007]/5.2.1/5.3.1/7.2.2.3. En caso de emplear un canal Bd, el PH incluirá en el mensaje PHI3 SETUP el número de referencia que ha asociado al canal Bd a establecer (EI UU con RBd), para que la LE-S pueda referirse al mismo posteriormente.

²⁵ Alternativamente, el establecimiento de un canal Bd o Bb siempre podrá realizarse por gestión.

²⁶ Ello significa que la llamada corresponde a una llamada saliente de datos por canal D (el terminal, desde una UNI RDSI, está cursando la llamada enviando directamente un SABME, sin Q.931; consecuentemente, el PH recibe un mensaje PHI3 proveniente de un mensaje ISUP de la LE-S, el cual contiene como EI Cg la dirección E.164 de la LE-S), luego el PH decide emplear un canal Bd.

²⁷ El EI Cg recibido corresponderá al de un suscriptor (el terminal RDSI ha solicitado la llamada enviando un mensaje Q.931 en el que ha indicado la dirección E.164 de su interfaz RDSI), luego el terminal RDSI habrá cursado la llamada de datos por un canal B, de modo que el PH decide emplear un canal Bb.

Tras ello, la LE-S enviará un mensaje PHI3 CONNECT al PH indicando la referencia a la función FH que estará asociada a la dirección E.164 de la UNI indicada (con Cds).



EIs (Elementos Información) PHI3/Q.931

CI - Identificación de canal
 BC - Capacidad Portadora
 Cd - Nº de la parte llamada
 Cg - Nº de la parte llamante
 UU - Usuario a Usuario (contiene EIs adicionales)

EIs adicionales PHI3 (en EI UU)

AdPHI2 - Dirección PHI2: SAPI 16 y LIC (TEI TE + ID_UNI RDSI)
 Cds - Dirección E.164 de la UNI RDSI (dirección E.164 del suscriptor)
 RBd - Número referencia Bd
 FH - Nº referencia función FH

Figura III.7: Establecimiento de canales Bd y de la conexión Bds vinculados a una LE-S

III.1.1.2 Establecimiento de llamada sobre una conexión Bdi

El establecimiento de una llamada sobre un canal Bdi puede realizarse por solicitud de:

- a) LE-S (llamada saliente): el SABME (en canal D SAPI 16) recibido del terminal RDSI desencadena en la LE-S el comienzo del proceso de establecimiento de llamada hacia el PH²⁸:
- Si el canal Bds entre la LE-S y el PH no está establecido (no existe ningún canal Bd entre ambos), la LE-S solicita su establecimiento mediante el canal D64 (Apartado III.1.1.1).
 - La LE-S envía al PH un mensaje PHI3 SETUP (sobre el canal Bds), que contiene:
 - ▶ Dirección E.164 del suscriptor llamante (dirección E.164 de la UNI de esa LE-S) que solicita la llamada en modo paquete (EI Cg), usada por el PH para tarificación y para traducirla a la “dirección del llamante” X.121.
 - ▶ Dirección PHI2 (SAPI 16 y LIC “TEI y UNI” del flujo de canal D RDSI asociado) del flujo de datos Bdi que se desea establecer sobre un canal Bd (EI AdPHI2 en EI UU). El PH indexa la asociación entre esta dirección PHI2 y la dirección E.164 del suscriptor llamante.
 - Tras recibir ese mensaje SETUP, el PH selecciona un canal Bd con capacidad disponible para una nueva conexión Bdi. Si no hay ninguno (o todos están saturados), establecerá un nuevo canal Bd (Apartado III.1.1.1)²⁹. Una vez seleccionado el canal Bd, envía el número de referencia de éste (EI UU con RBd) a la LE-S mediante un mensaje PHI3 CONNECT.
 - Una vez recibido el contenido de ese mensaje PHI3 CONNECT, LE-S y PH disponen de toda la información necesaria para cursar la llamada en modo paquete solicitada por el TE RDSI. Consecuentemente, la LE-S envía hacia el PH, sobre el canal Bd asignado,

²⁸ Con este mensaje, la LE-S ya conoce la intención de un terminal RDSI de realizar una llamada en modo paquete por canal D, por lo que debe establecer la comunicación con el PH, sin necesidad de esperar al PLP Restart.

²⁹ Antes de reservar un nuevo canal Bd, el PH debe comprobar que no hay capacidad disponible en ninguno de los canales Bd ya asignados a esa LE-S (una vez que una llamada termina, libera su capacidad en el canal Bd, debiendo reutilizar dicha capacidad). La elección del canal Bd por el que cursar una conexión Bdi será siempre responsabilidad del PH. En llamadas entrantes, si el PH necesita reservar un nuevo Bd para cursar una conexión Bdi, comienza su establecimiento con el envío de un mensaje PHI3 SETUP por el canal D64; tras ello, envía el mensaje PHI3 SETUP por la conexión Bds para realizar la llamada por ese Bdi. En llamadas salientes, la LE-S envía el mensaje PHI3 SETUP sobre la conexión Bds; si no hay ningún canal Bd con capacidad para la conexión Bdi solicitada, el PH rechazará el establecimiento, tras lo cual la LE-S enviará un mensaje PHI3 SETUP por el canal D64 para solicitar la reserva de un nuevo canal Bd.

un mensaje PHI2 SABME para establecer el canal de datos Bdi (continuando así el SABME SAPI 16 que inició el establecimiento del flujo RDSI de canal D SAPI 16).

b) PH (llamada entrante desde la RPDCP): al recibir un mensaje PLP “Call request” de la RPDCP, el PH comienza el establecimiento de la llamada con la LE-S adecuada (determinada por la correspondencia a E.164 de la “dirección del llamado” X.121):

- Si el canal Bds entre la LE-S y el PH no está establecido (no existe ningún canal Bd entre ambos), el PH realiza su establecimiento mediante el canal D64 (Apartado III.1.1.1).
- El PH envía a la LE-S un mensaje PHI3 SETUP (usando el canal Bds), que contiene:
 - ▶ Dirección E.164 del suscriptor llamado (E.164 de la UNI, EI Cd). El PH deduce dicha dirección E.164 de la “dirección llamada” X.121 indicada en el mensaje proveniente de la RPDCP.
 - ▶ Dirección E.164 del usuario llamante (dirección E.164 del DTE X.25 llamante, EI Cg). El PH deduce dicha dirección E.164 de la “dirección del llamante” X.121 indicada en el mensaje proveniente de la RPDCP.
- La LE-S solicita el establecimiento de la llamada al terminal RDSI mediante un mensaje Q.931 SETUP.
- La LE-S envía un mensaje PHI3 CONNECT al PH en el que incluye la dirección PHI2 (EI AdPHI2 en EI UU) para el flujo de datos Bdi que el PH ha solicitado establecer sobre un canal Bd (el EI UU también incluye la referencia a la función FH encargada de la UNI llamada).

El PH indexa la asociación entre esta dirección PHI2 y la dirección E.164 del suscriptor llamado.

- Tras recibir ese mensaje PHI3 CONNECT, el PH selecciona un canal Bd con capacidad disponible para una nueva conexión Bdi. Si no hay ninguno (o todos están saturados), establecerá un nuevo canal Bd (Apartado III.1.1.1).

Acto seguido, el PH enviará a la LE-S un mensaje PHI2 SABME sobre el canal Bd seleccionado para establecer el canal de datos Bdi (cada LE-S debe estar preparada para aceptar mensajes PHI2 SABME en cualquier canal Bd establecido con el PH, cuyo RBd fue indicado a la LE-S en su proceso de establecimiento; el campo de dirección “SAPI 16 y LIC” de cada mensaje PHI2 permitirá correlacionarlo con el flujo de canal D SAPI 16 a que corresponde).

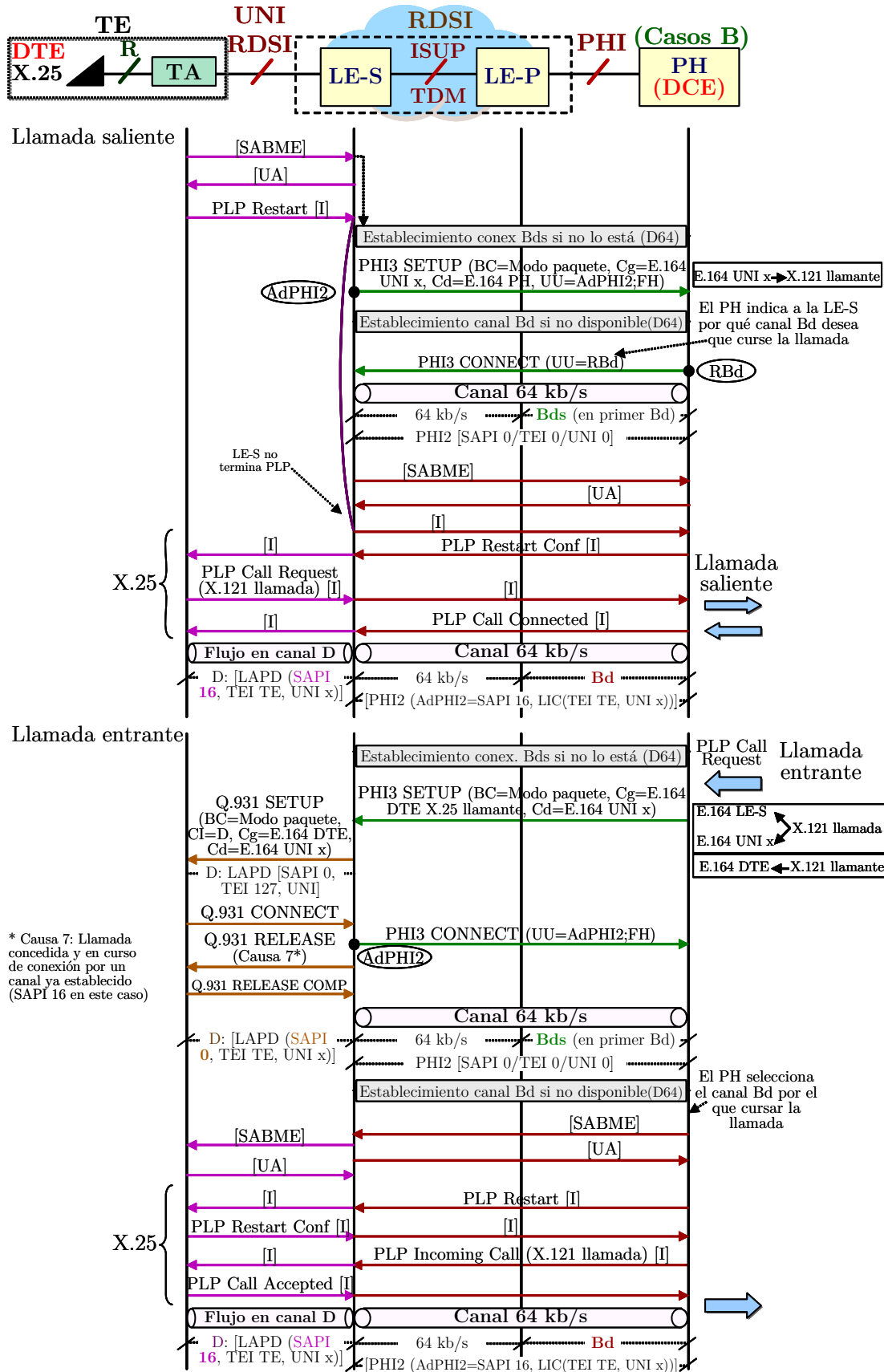


Figura III.8: Establecimiento de llamada sobre canal Bd (modo paquete por canal D en UNI RDSI)

III.1.2 Establecimiento de llamada sobre canal Bb (modo paquete por canal B)

Respecto al acceso en modo paquete por canal B, sea mono o multicanal³⁰, puede observarse como las arquitecturas de protocolos (Figura III.4) y mensajes intercambiados (Figuras III.9 y III.10) coinciden en los casos A y B³¹, difiriendo únicamente en el mensaje PHI3 (canal D64)/Q.931 (canal D) SETUP de establecimiento de llamada (con dirección llamada E.164 la del PH o del suscriptor UNI de la LE-S):

- Caso B (no transparente a la LE): el mensaje SETUP incluye el EI BC solicitando un servicio en modo paquete por canal Bb/B, indicando los protocolos de información de usuario de nivel de enlace y red “X.25 LAPB y PLP”, respectivamente.
- Caso A (transparente a la LE): mediante el mensaje SETUP se solicita un servicio en modo circuito UDI, incluyendo el EI LLC³² para indicar al otro extremo la intención de usar los protocolos X.25 LAPB y PLP en el canal Bb/B.

Salvo dicha diferencia, los mensajes intercambiados en ambos casos para el establecimiento de llamada sobre un canal Bb coinciden. Dicho establecimiento puede realizarse bajo solicitud de:

- a) LE-S (al recibir un mensaje Q.931 SETUP de un TE RDSI): la LE-S envía un mensaje ISUP IAM que la LE-P cursa hacia el PH con un mensaje PHI3 SETUP en el canal D64, el cual contiene la dirección E.164 del suscriptor llamante (dirección E.164 de la UNI, en EI Cg), usada por el PH para tarificación. A continuación:
 - El PH (cuya dirección E.164 viene indicada como usuario llamado en el EI Cd de ese mensaje PHI3 SETUP) determina si emplear un canal Bd o Bb bajo los criterios indicados en el Apartado III.1.1.1. Si decide emplear un canal Bb, el canal Bb concreto lo selecciona bajo los criterios definidos en [Q.931]/5.2.3 (permitiéndose únicamente la indicación “canal indicado, ninguna alternativa es aceptable”, esto es, el PH selecciona el canal y sólo acepta el canal indicado), usándose caso B (no transparente por canal B) o caso A (transparente) según el EI BC recibido. Tras ello, envía un mensaje PHI3 CONNECT por el canal D64 que llega a la LE-S como mensaje ANM, el cual incluye el EI CI con el canal Bb decidido.

³⁰ Un servicio portador en modo paquete multicanal consta de “N” canales B, los cuales se comportan virtualmente como un único canal de tasa Nx64.

³¹ Por ese motivo, se emplea PH para denotar tanto al manejador de paquetes local (casos B) como al remoto (caso A).

³² El EI LLC es transportado transparentemente por la red (LE-S y LE-P), siendo usado extremo a extremo por los equipos llamante y llamado (terminal RDSI y PH).

- Una vez establecido el canal Bb/B, el terminal RDSI (DTE) comienza la llamada X.25 hacia el PH (DCE), intercambiando los pertinentes mensajes LAPB y PLP (con la dirección X.121 llamante y llamada).
- b) Por solicitud del PH (al recibir un mensaje de llamada entrante desde la RPDCP): al recibir un mensaje PLP “Call request” de la RPDCP, el PH determina si debe emplear un canal Bd o Bb bajo los criterios indicados en el Apartado III.1.1.1. Si decide emplear un canal Bb, el canal Bb concreto lo selecciona bajo los criterios definidos en [Q.931]/5.1.2 (permitiéndose únicamente la indicación “canal indicado, ninguna alternativa es aceptable”). Para establecer dicho canal con la LE-S adecuada, el PH envía a la LE-P un mensaje PHI3 SETUP sobre el canal D64, el cual alcanza la LE-S como mensaje ISUP IAM con:
- Dirección E.164 del suscriptor llamado (dirección E.164 de la UNI, EI Cd), obtenida de la dirección llamada X.121 indicada en el mensaje proveniente de la RPDCP.
 - Canal Bb elegido por el PH (EI Bb).
 - EI BC con la indicación de si la llamada se va a realizar en modo paquete (caso B no transparente por canal B) o en modo circuito (caso A transparente). El PH decidirá un modo u otro basándose en acuerdos de suscripción u opciones de red [ETS 300 007].

Una vez establecido el canal Bb/B, el PH (DCE) comienza la llamada X.25 hacia el terminal RDSI (DTE), intercambiando los pertinentes mensajes LAPB y PLP.

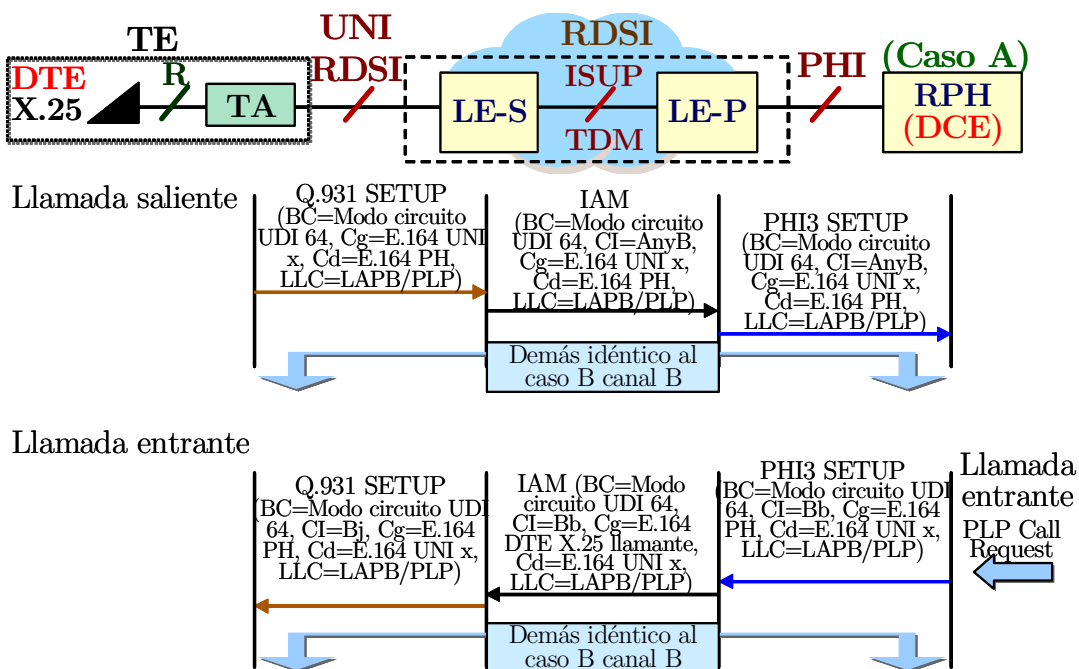


Figura III.9: Establecimiento de llamada sobre canal Bb caso A (modo paquete por canal B caso A en UNI RDSI)

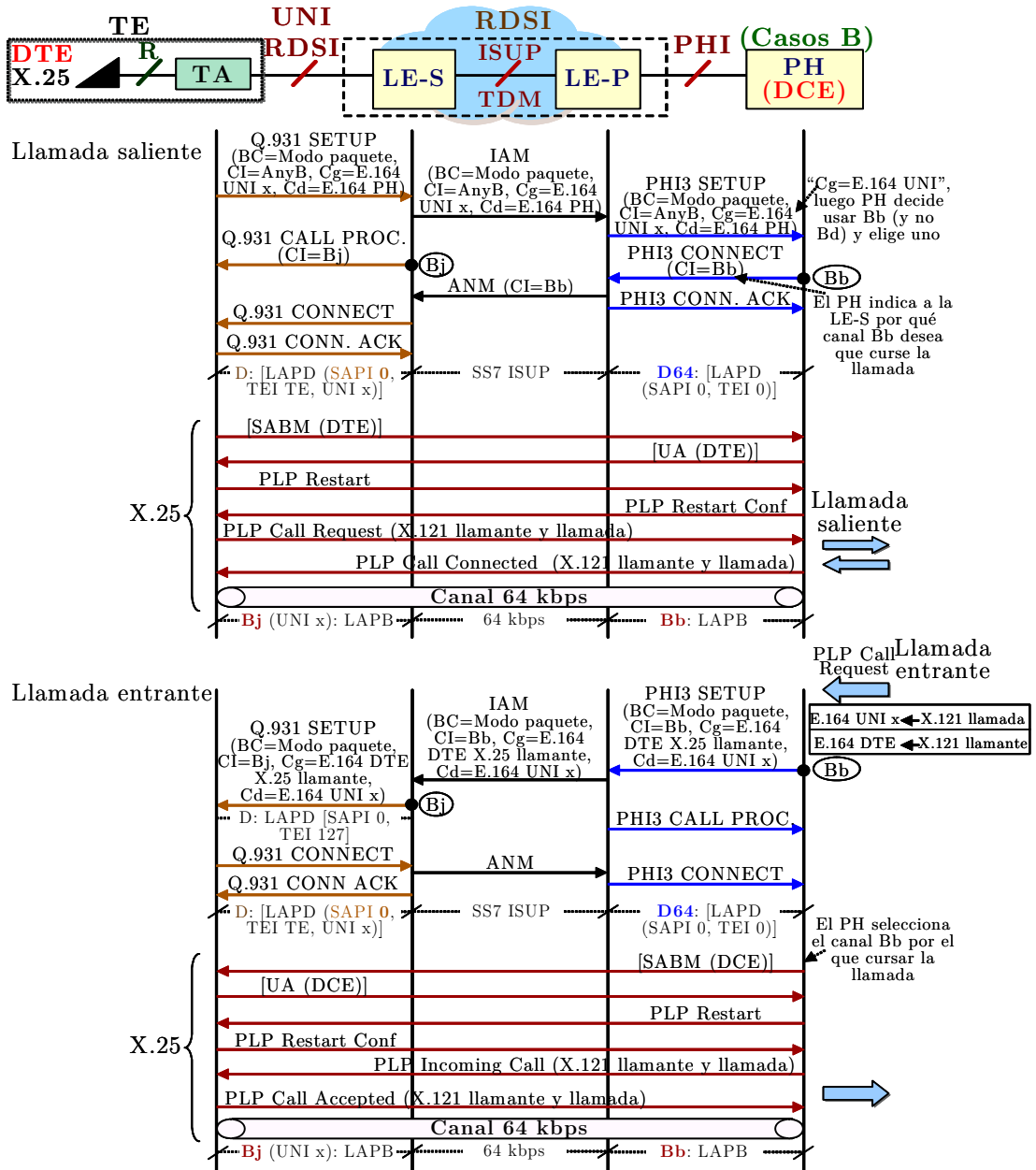


Figura III.10: Establecimiento de llamada sobre canal Bb caso B (modo paquete por canal B caso B en UNI RDSI)

III.2 Interfaz de acceso al manejador de tramas, FHI

De igual modo, [ETS 300 458] propone que la interfaz de acceso al manejador de tramas FH para el modo trama caso A (canal B) corresponda al punto de referencia T de uno o varios accesos primarios RDSI 30B+D (PRA), actuando el FH de terminal de usuario (con TEI 0), con un canal D64 para el establecimiento de sus canales B.

Aunque ningún organismo de normalización, incluida la ETSI, define la interfaz FHI de acceso al manejador de tramas bajo los casos B, podemos plantear sus arquitecturas de protocolos por similitud con la interfaz PHI (presentando arquitecturas de protocolos idénticas los casos A y B por canal B):

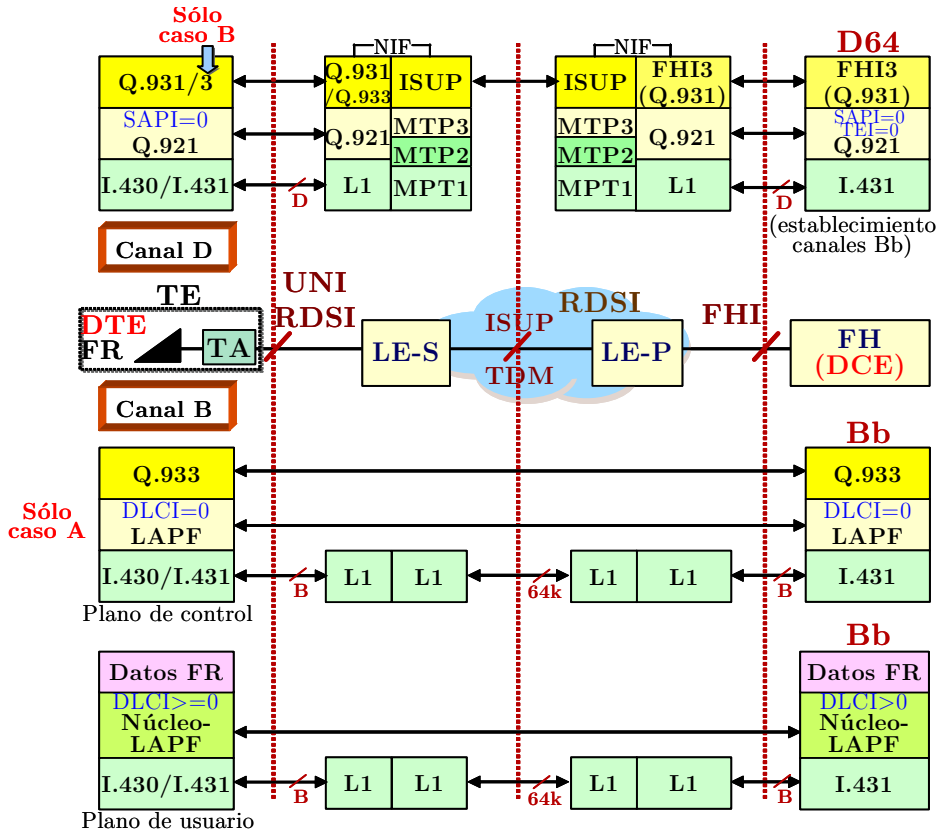


Figura III.11: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo trama por canal B (casos A y B)

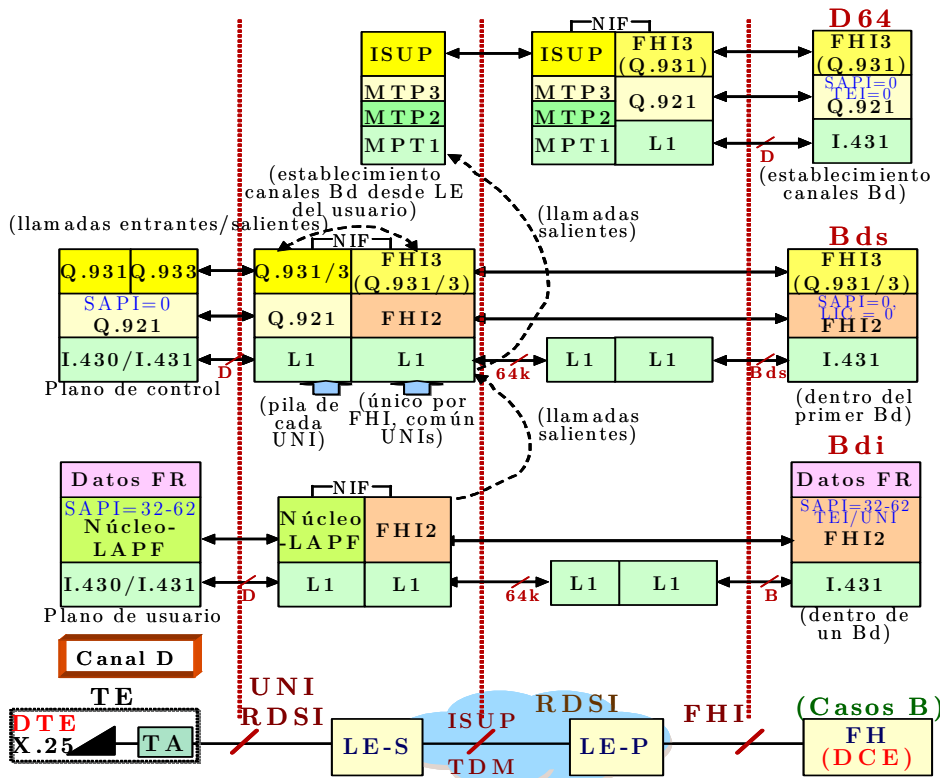


Figura III.12: Arquitecturas de protocolos en red clásica para acceso en modo trama por canal D

Bibliografía

[10646-1:2000]

ISO/IEC 10646-1:2000. "Information technology -- Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS) -- Part 1: Architecture and Basic Multilingual Plane". (4/04).

[11572 - ECMA143]

ISO/IEC 11572 - ECMA143. "Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Private Integrated Services Network -- Circuit mode bearer services -- Inter-exchange signalling procedures and protocol (Q-reference SIGNaling protocol, QSIG)". (12/01).

[13239]

ISO/IEC 13239. "Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - High-level data link control (HDLC) procedures". (7/02).

[2002/22/EC]

The European Parliament and the council of the European Union. "Directive 2002/22/EC of the European Parliament and of the Council". Directive 2002/22/EC. (03/02).

[af-vmoa-145.001]

Broadband Forum af-vmoa-145.001. "Voice and Multimedia Over ATM - Loop Emulation Service (LES) Using AAL2 (Rev 1)". (2/03).

[af-vtoa-0078.000]

Broadband Forum af-vtoa-0078.000. "Circuit Emulation Service (CES) Interoperability. Specification Version 2.0". (1/97).

[AToM]

Cisco Systems. "Any Transport over MPLS (AToM)".
http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/vpn/unvpnst/atomf_ov.htm.

[bo-megaco-isdn-00]

IETF draft-bouwen-megaco-isdn-00 (Expired). "Issues for Megaco - Sigtran Interworking in ISDN Access Gateways". (2000).

[bo-megaco-isdn-01]

IETF draft-bouwen-megaco-isdn-01 (Expired). "Issues for Megaco - Sigtran Interworking in ISDN Access Gateways". (2000).

[bo-megaco-isdn-bcp]

IETF draft-bouwen-megaco-isdn-bcp-01 (Expired). "Best Current Practice for Megaco-Sigtran Interaction in ISDN Access Gateways". (2001).

[bo-megaco-isdn-data]

IETF draft-bouwen-megaco-isdn-data-00 (Expired). "Extensions to Megaco to support Data in an ISDN D-channel". (2000).

[bo-megaco-isdn-pack]

IETF draft-bouwen-megaco-isdn-pack-01 (Expired). "ISDN Package for Megaco". (2001).

[bouwen-sigtran-ill1a]

IETF draft-bouwen-sigtran-ill1a-01 (Expired). "Layer 1 Activation Management for IUA. ISDN Layer 1 Activation Adaptation Layer (IL1A)". (2002).

[CiscoSystems]

"Cisco Systems Inc., Routers". <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/>.

[Collin02]

D. Collins. "Carrier Grade Voice over IP". McGraw-Hill Networking Professional. 2003. ISBN 0-07-140634-4.

[COM19-D29-E]

ITU-T STUDY GROUP 19. "Disposition of ETSI TISPAN NGN Release 1 Specifications in ITU-T NGN related Questions (and in ITU-T NGN-GSI activities)". Contribution 29 COM 19 - D 29 - E. (01/06).

[Conte00]

Alberto Conte, Laurent-Philippe Anquetil, y Thomas Levy. "Experiencing Megaco Protocol for Controlling Non-decomposable VoIP Gateways". Networks, 2000.(ICON 2000).Proceedings.IEEE International Conference onPublication, 105-111 (8/00).

[donovan-sip-gw-client]

IETF draft-donovan-sip-gw-client-00 (Expired). "A Functional Description of a SIP-PSTN Gateway". (1998).

[E.164/I.331]

ITU-T E.164/I.331. "Plan de numeración de telecomunicaciones públicas internacionales". (2/01).

[E.166/X.122]

ITU-T E.166/X.122. "Interfuncionamiento de los planes de numeración de las Recomendaciones E.164 y X.121". (3/88).

[E.800]

ITU-T E.800. "Términos y definiciones relativos a la calidad de servicio y a la calidad de funcionamiento de la red, incluida la seguridad de funcionamiento". (8/94).

[EG 201 973-2]

ETSI EG 201 973-2. "Access and Terminals (AT); Public Switched Telephone Network; Support of legacy terminals by Broadband IP networks and equipment; Part 2: Analogue PSTN terminals". (3/05).

[EN 300 899-1]

ETSI EN 300 899-1. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Signalling System No.7; Interworking between ISDN User Part (ISUP) version 2 and Digital Subscriber Signalling System No. one (DSS1); Part 1: Protocol specification [ITU-T Recommendation Q.699, modified]". (9/88).

[EN 383 001]

ETSI EN 383 001. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control (BICC) Protocol or ISDN User Part (ISUP)". (3/06).

[ES 282 001 v1.1.1]

ETSI ES 282 001 v1.1.1. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 1". (8/05).

[ES 282 001 v2.0.0]

ETSI ES 282 001 v2.0.0. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 2". (3/08).

[ES 282 001 v3.4.1]

ETSI ES 282 001 v3.4.1. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 3". (9/09).

[ES 282 002]

ETSI ES 282 002. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture". (1/06).

[ES 283 002 v2.1.0]

ETSI ES 283 002 v2.1.0. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES); NGN Release 2 H.248 Profile Version 2 for controlling Access and Residential Gateways". (3/08).

[ES 283 027]

ETSI ES 283 027. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Endorsement of the SIP-ISUP Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and Circuit Switched (CS) networks". (4/06).

[ETS 300 007]

ETSI ETS 300 007. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Support of packet-mode terminal equipment by an ISDN". (11/91).

[ETS 300 099]

ETSI ETS 300 099. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Specification of the Packet Handler access point Interface (PHI)". (4/98).

[ETS 300 324]

ETSI ETS 300 324. "V interfaces at the digital Local Exchange - V5.1 interface for the support of Access Network". (2/94).

[ETS 300 399-2]

ETSI ETS 300 399-2. "Frame relay services; Part 2: Integrated Services Digital Network (ISDN); Frame relay bearer service; Service definition". (3/95).

[ETS 300 402-1]

ETSI ETS 300 402-1. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Digital Subscriber Signalling System No. one (DSS1) protocol; Data link layer; Part 1: General aspects". (11/95).

[ETS 300 402-4]

ETSI ETS 300 402-4. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Digital Subscriber Signalling System No. one (DSS1) protocol; Data link layer; Part 4: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma specification for the general protocol". (9/96).

[ETS 300 458]

ETSI ETS 300 458. "Integrated Services Digital Network (ISDN); Specification of the Remote Frame Handler Interface (RFHI)". (10/95).

[ETSI TIPHON]

"ETSI TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks)". http://portal.etsi.org/tb/closed_tb/tiphon.asp.

[ETSI]

"European Telecommunications Standards Institute (ETSI)". <http://portal.etsi.org/>.

[fairlie-mmusic-sdp-sctp]

IETF draft-fairlie-mmusic-sdp-sctp-00 (Expired). "Guidelines for specifying SCTP-based media transport using SDP". (2001).

[FONOPAC]

Alcatel España, S.A. FONOPAC. "Prototipo de Servidor de Acceso con Soporte para RDSI". (12/04).

[G.1000]

ITU-T G.1000. "Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones". (11/01).

[G.701]

ITU-T G.701. "Vocabulario de términos relativos a la transmisión y multiplexación digitales y a la modulación por impulsos codificados". (3/93).

[G.702]

ITU-T G.702. "Velocidades binarias de la jerarquía digital". (11/88).

[G.703]

ITU-T G.703. "Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas". (11/01).

[G.704]

ITU-T G.704. "Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44736 kbit/s". (10/98).

[G.707/Y.1322]

ITU-T G.707/Y.1322. "Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona". (1/07).

[G.711]

ITU-T G.711. "Modulación por impulsos codificados (PCM) de frecuencias vocales". (11/88).

[G.719]

ITU-T G.719. "Low-complexity, full-band audio coding for high-quality, conversational applications". (6/08).

[G.722]

ITU-T G.722. "Codificación de audio de 7 kHz dentro de 64 kbit/s". (11/88).

[G.723.1]

ITU-T G.723.1. "Códex de voz de doble velocidad para la transmisión en comunicaciones multimedios a 5,3 y 6,3 kbit/s". (5/06).

[G.725]

ITU-T G.725. "Aspectos de los sistemas para la utilización del códec audio de 7 kHz dentro de 64 kbit/s". (11/88).

[G.726]

ITU-T G.726. "Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (ADPCM) a 40, 32, 24, 16 kbit/s". (12/90).

[G.902]

ITU-T G.902. "Recomendación marco sobre redes de acceso funcional - Arquitectura y funciones, tipos de accesos, gestión y aspectos del nodo de servicio". (11/95).

[G.960]

ITU-T G.960. "Sección digital para el acceso a velocidad básica a la red digital de servicios integrados". (3/93).

[G.961]

ITU-T G.961. "Sistema de transmisión digital por líneas locales metálicas para el acceso básico RDSI". (3/93).

[G.962]

ITU-T G.962. "Sección digital de acceso a la velocidad primaria de 2048 kbit/s a la red digital de servicios integrados". (3/93).

[G.963]

ITU-T G.963. "Sección digital de acceso a la velocidad primaria de 1544 kbit/s a la red digital de servicios integrados". (3/93).

[G.964]

ITU-T G.964. "Interfaces V en la central local digital - Interfaz V5.1 (basada en 2048 kbit/s) para el soporte de red de acceso". (3/01).

[G.965]

ITU-T G.965. "Interfaces V en la central local digital - Interfaz V5.2 (basada en 2048 kbit/s) para el soporte de red de acceso". (3/01).

[H.221]

ITU-T H.221. "Estructura de trama para un canal de 64 a 1920 kbit/s en teleservicios audiovisuales". (3/09).

[H.246]

ITU-T H.246. "Interfuncionamiento de terminales multimedios de la serie H con terminales multimedios de la serie H y terminales vocales/de banda vocal por la RTGC y la RDSI". (5/06).

[H.248.1]

ITU-T H.248.1. "Protocolo de control de las pasarelas: Versión 3". (9/05).

[H.248.1v1]

ITU-T H.248.1v1. "Protocolo de control de las pasarelas: Versión 1". (3/02).

[H.248.1v2]

ITU-T H.248.1v2. "Protocolo de control de las pasarelas: Versión 2". (5/02).

[H.248.2]

ITU-T H.248.2. "Protocolo de control de las pasarelas: Lotes facsímil, conversación textual y discriminación de llamada". (1/05).

[H.248.64]

ITU-T H.248.64. "Gateway control protocol: IP router packages". (12/09).

[H.248.7]

ITU-T H.248.7. "Protocolo de control de las pasarelas: Lote de anuncio genérico". (3/04).

[H.248.80]

ITU-T H.248.80. "Usage of the revised SDP offer/answer model with H.248 (Draft)". (7/11).

[H.323]

ITU-T H.323. "Sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes". (6/06).

[H.Sup2]

ITU-T H.Sup2. "Guía de lotes de Recomendaciones UIT-T de la subserie H.248.x". (7/10).

[Hersent99]

O. Hersent, D. Gurle, y P. Jean-Pierre. "IP Telephony: Packet-based multimedia communications systems". Addison-Wesley. 1999. ISBN 0-20-161910-5.

[HSSWorld]

"Aricent, HSS World. SigTran stack".
<http://www.hssworld.com/voip/stacks/sigtran/sigtran.htm>.

[I.120]

ITU-T I.120. "Redes digitales de servicios integrados". (3/93).

[I.122]

ITU-T I.122. "Marco para los servicios portadores en modo trama". (3/93).

[I.140]

ITU-T I.140. "Técnica de los atributos para la caracterización de los servicios de telecomunicación soportados por una RDSI y de las capacidades de red de una RDSI". (3/93).

[I.210]

ITU-T I.210. "Principios de los servicios de telecomunicación soportados por una red digital de servicios integrados y medios para describirlos". (3/93).

[I.230]

ITU-T I.230. "Definición de las categorías de servicios portadores". (11/88).

[I.231.1]

ITU-T I.231.1. "Servicio portador en modo circuito a 64 kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz". (11/88).

[I.231.10]

ITU-T I.231.10. "Servicio portador multivelocidad estructurado a 8 kHz en modo circuito sin restricciones". (8/92).

[I.231.2]

ITU-T I.231.2. "Servicio portador en modo circuito a 64 kbit/s, estructurado a 8 kHz, utilizable para transferencia de información de conversación". (11/88).

[I.231.3]

ITU-T I.231.3. "Servicio portador en modo circuito a 64 kbit/s, estructurado a 8 kHz, utilizable para transferencia de información de audio a 3.1 kHz". (11/88).

[I.231.4]

ITU-T I.231.4. "Servicio portador en modo circuito para transmisión alternada de conversación y 64 kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz". (11/88).

[I.231.5]

ITU-T I.231.5. "Servicio portador en modo circuito a 2 x 64 kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz". (11/88).

[I.231.6]

ITU-T I.231.6. "Servicio portador estructurado a 8 kHz en modo circuito a 384 kbit/s sin restricciones". (7/96).

[I.231.7]

ITU-T I.231.7. "Servicio portador estructurado a 8 kHz en modo circuito a 1536 kbit/s sin restricciones". (7/96).

[I.231.8]

ITU-T I.231.8. "Servicio portador estructurado a 8 kHz en modo circuito a 1920 kbit/s sin restricciones". (7/96).

[I.231.9]

ITU-T I.231.9. "Servicio portador multiuso estructurado a 8 kHz en modo circuito a 64 kbit/s". (3/93).

[I.232.1]

ITU-T I.232.1. "Llamada virtual y circuito virtual permanente". (11/88).

[I.232.2]

ITU-T I.232.2. "Categoría de servicio portador sin conexión (en estudio)". (11/88).

[I.232.3]

ITU-T I.232.3. "Categoría de servicio portador de señalización de usuario". (3/93).

[I.233.1]

ITU-T I.233.1. "Servicio portador RDSI con retransmisión de tramas". (10/91).

[I.233.2]

ITU-T I.233.2. "Servicio portador RDSI con conmutación de tramas". (10/91).

[I.240]

ITU-T I.240. "Definición de teleservicios". (11/88).

[I.257.1]

ITU-T I.257.1. "Servicios suplementarios de transferencia de información adicional: Señalización de usuario a usuario". (10/95).

[I.324]

ITU-T I.324. "Arquitectura de la red digital de servicios integrados". (10/91).

[I.350]

ITU-T I.350. "Aspectos generales de calidad de servicio y de calidad de funcionamiento en las redes digitales incluidas las redes digitales de servicios integrados". (3/93).

[I.363.1]

ITU-T I.363.1. "Especificación de la capa de adaptación del modo transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 1". (8/96).

[I.363.2]

ITU-T I.363.2. "Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 2". (11/00).

[I.411]

ITU-T I.411. "Configuraciones de referencia de las interfaces usuario-red de la red digital de servicios integrados". (3/93).

[I.430]

ITU-T I.430. "Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red básica". (11/95).

[I.431]

ITU-T I.431. "Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red a velocidad primaria". (3/93).

[I.510]

ITU-T I.510. "Definiciones y principios generales del interfuncionamiento de la red digital de servicios integrados". (3/93).

[I.555/X.325]

ITU-T I.555/X.325. "Interfuncionamiento de los servicios portadores con retransmisión de tramas". (9/97).

[IANA EtherType]

"IANA Ether Types assignments". <http://www.iana.org/assignments/ethernet-numbers>.

[IANA MeGaCo]

Kevin J. Boyle. "IANA Megaco-H248 assignments".
<http://www.iana.org/assignments/megaco-h248>.

[IANA Port]

"IANA Port Numbers assignments". <http://www.iana.org/assignments/port-numbers>.

[IANA RTP]

"IANA RTP Parameters assignments". <http://www.iana.org/assignments/rtp-parameters>.

[IANA SCTP]

"IANA Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Parameters".
<http://www.iana.org/assignments/sctp-parameters>.

[IANA SDP]

"IANA SDP Parameters assignments". <http://www.iana.org/assignments/sdp-parameters>.

[IANA]

"Internet Assigned Numbers Authority (IANA)". <http://www.iana.org/>.

[IEEE 802.3]

IEEE IEEE 802.3. "IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks. Specific requirements. Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.". (12/05).

[IETF SigTran]

"IETF WG Signaling Transport (sigtran)".
<http://www.ietf.org/html.charters/sigtran-charter.html>.

[IETF SIP]

"IETF WG Session Initiation Proposal (sip)".
<http://www.ietf.org/html.charters/sip-charter.html>.

[IETF Sipping]

"IETF WG Session Initiation Proposal Investigation".
<http://www.ietf.org/html.charters/sipping-charter.html>.

[IETF]

"Internet Engineering Task Force (IETF)". <http://www.ietf.org/>.

[ietf-l2tpext-pwe3-ip]

IETF draft-ietf-l2tpext-pwe3-ip-05 (Expired). "Signalling and Encapsulation for the Transport of IP over L2TPv3". (2007).

[ISUPDevelop]

"NMS Communications. SS7 ISDN User Part Developer's Reference Manual". <http://www.nmscommunications.com/manuals/6471-31/appa.htm>.

[ITU-T]

"International Telecommunication Union, Telecommunication standardization sector (ITU-T)". <http://www.itu.int>.

[johnston-sipping-cc-uuui]

IETF draft-johnston-sipping-cc-uuui-09. "Transporting User to User Call Control Information in SIP for ISDN Interworking". (2010).

[kotar-sipping-dss1-sip-iw]

IETF draft-kotar-sipping-dss1-sip-iw-01 (Expired). "Interworking between Digital Subscriber Signalling System No. one (DSS1) and Session Initiation Protocol (SIP) for basic call". (2003).

[LIST_IETF_L2TPEXT]

"IETF L2tpext: Layer Two Tunneling Protocol Extensions (l2tpext@ietf.org)". <https://www.ietf.org/mailman/listinfo/l2tpext>.

[LIST_IETF_MEGACO]

"IETF MeGaCo: Media Gateway Control (megaco@ietf.org)". <https://www.ietf.org/mailman/listinfo/megaco>.

[LIST_IETF_PWE3]

"IETF PWE3: Pseudo Wires Edge to Edge (pwe3@ietf.org)". <https://www.ietf.org/mailman/listinfo/pwe3>.

[LIST_IETF_SIGTRAN]

"IETF SigTran: Signaling Transport (sigtran@ietf.org)". <https://www.ietf.org/mailman/listinfo/sigtran>.

[LIST_ITU-T_FGFN]

"ITU-T SG13 FGFN: Focus Group on Future Networks (fgfn@lists.itu.int)".
<http://www.itu.int/ml/lists/info/fgfn>.

[LIST_TISPAN_NGN]

"ETSI TISPAN_NGN: Technical committee list dealing with NGN Project matters (tisper_ngn@list.etsi.org)". http://list.etsi.org/tisper_ngn.html.

[LIST_TISPAN_WG2]

"ETSI TISPAN_WG2: Architecture (tisper_wg2@list.etsi.org)".
http://list.etsi.org/tisper_wg2.html.

[LIST_TISPAN_WG3]

"ETSI TISPAN_WG3: Protocols (tisper_wg3@list.etsi.org)".
http://list.etsi.org/tisper_wg3.html.

[LIST_TISPAN_WG5]

"ETSI TISPAN_WG5: NGN Home Networking (tisper_wg5@list.etsi.org)".
http://list.etsi.org/tisper_wg5.html.

[megaco-namepatterns]

IETF draft-rosen-megaco-namepatterns-01 (Expired). "Name Pattern Package for Megaco". (2002).

[Microtronix]

"Microtronix". <http://www.x25.com/>.

[mmusic-sdp-capabilities]

IETF draft-ietf-mmusic-sdp-media-capabilities-12. "SDP Media Capabilities Negotiation". (2012).

[MSF-IA-MEGACO.010]

MSForum MSF-IA-MEGACO.010. "Multi-service Access Gateway Implementation Agreement (UK Market based on ETSI H.248 profile)". (5/06).

[MSForum]

"Multiservice Forum. Architecture Framework, Implementation, Agreements and Products Specifications". <http://www.msforum.org/techinfo/approved.shtml>.

[munozcalle-mult-isdn]

IETF draft-munozcalle-pwe3-multiplexing-isdn-interfaces-00.txt. "Efficient Multiplexing of ISDN User-Network Interfaces over TDM Pseudo-wires". (2013).

[P.1010]

ITU-T P.1010. "Objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP". (7/04).

[PWE3]

"Pseudowire Emulation Edge to Edge (pwe3)".
<http://www.ietf.org/html.charters/pwe3-charter.html>.

[Q.1901]

ITU-T Q.1901. "Protocolo de control de llamada independiente del portador (BICC)". (6/00).

[Q.1912.5]

ITU-T Q.1912.5. "Interfuncionamiento entre el protocolo de iniciación de sesión (SIP) y el protocolo de control de llamada independiente (BICC) o la parte usuario RDSI (ISUP)". (3/04).

[Q.1980.1]

ITU-T Q.1980.1. "Sintaxis de señalización de banda estrecha - Definición de sintaxis". (12/04).

[Q.2630.1]

ITU-T Q.2630.1. "Protocolo de señalización de la capa de adaptación AAL2 (Conjunto de capacidades 1)". (12/99).

[Q.512]

ITU-T Q.512. "Interfaces de centrales digitales para acceso de abonado". (2/95).

[Q.699]

ITU-T Q.699. "Interfuncionamiento entre un acceso RDSI y un acceso distinto de RDSI a través de la parte usuario RDSI del sistema de señalización N.º 7". (9/97).

[Q.700]

ITU-T Q.700. "Introducción al sistema de señalización N.º 7 del CCITT". (3/93).

[Q.761]

ITU-T Q.761. "Sistema de señalización N.º 7 - Descripción funcional de la parte usuario de la RDSI (ISUP)". (12/99).

[Q.762]

ITU-T Q.762. "Sistema de señalización N.º 7 - Funciones generales de los mensajes y señales de la parte usuario de la RDSI". (12/99).

[Q.763]

ITU-T Q.763. "Sistema de señalización N.º 7 - Formatos y códigos de la parte usuario de la RDSI". (12/99).

[Q.764]

ITU-T Q.764. "Sistema de señalización N.º 7 - Procedimientos de señalización de la parte usuario de la RDSI". (12/99).

[Q.921 (I.441)]

ITU-T Q.921 (I.441). "Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados - especificación de la capa de enlace de datos". (9/97).

[Q.922 (LAPF)]

ITU-T Q.922 (LAPF). "Especificación de la capa de enlace de datos de la RDSI para servicios portadores en modo trama". (2/92).

[Q.931 (1988)]

ITU-T Q.931 (1988). "Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de llamada básica (Q.931/I.451)". (7/88).

[Q.931]

ITU-T Q.931. "Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de llamada básica (Q.931/I.451)". (5/98).

[Q.932 (I.452)]

ITU-T Q.932 (I.452). "Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 - Procedimientos genéricos para el control de los servicios suplementarios de RDSI". (5/98).

[Q.933 (03)]

ITU-T Q.933 (03). "Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 de RDSI - Especificaciones de señalización para el control y la supervisión de estado de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama". (2/03).

[Q.933 (93)]

ITU-T Q.933 (93). "Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 de RDSI - Especificaciones de señalización para el control y la supervisión de estado de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama". (3/93).

[Q.933 (95)]

ITU-T Q.933 (95). "Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 de RDSI - Especificaciones de señalización para el control y la supervisión de estado de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama". (10/95).

[Q.957.1]

ITU-T Q.957.1. "Descripción de la etapa 3 de los servicios suplementarios de transferencia de información adicional que utilizan el sistema de señalización digital de abonado N.º 1: Señalización de usuario a usuario". (7/96).

[Q.Sup45]

ITU-T Q.Sup45. "Informe técnico TRQ.2815: Requisitos para el interfuncionamiento entre redes del control de llamada independiente del portador/parte usuario de la RDSI con redes de origen y destino basadas en el protocolo de iniciación de sesión y en el protocolo de descripción de sesión". (9/03).

[RAD Data]

"RAD Data Communications". <http://www.pseudowire.com/>.

[RFC 1006]

IETF RFC 1006. "ISO Transport Service on top of the TCP Version: 3". (5/87).

[RFC 1305]

IETF RFC 1305. "Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis". (3/92).

[RFC 1332]

IETF RFC 1332. "The PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP)". (5/92).

[RFC 1356]

IETF RFC 1356. "Multiprotocol Interconnect on X.25 and ISDN in the Packet Mode". (8/92).

[RFC 1490]

IETF RFC 1490. "Multiprotocol Interconnect over Frame Relay". (7/93).

[RFC 1598]

IETF RFC 1598. "PPP in X.25". (3/94).

[RFC 1613]

IETF RFC 1613. "Cisco Systems X.25 over TCP (XOT)". (5/94).

[RFC 1618]

IETF RFC 1618. "PPP over ISDN". (5/94).

[RFC 1633]

IETF RFC 1633. "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview". (6/94).

[RFC 1661]

IETF RFC 1661. "The Point-to-Point Protocol (PPP)". (7/94).

[RFC 1662]

IETF RFC 1662. "PPP in HDLC-like Framing". (7/94).

[RFC 1700]

IETF RFC 1700. "Assigned numbers". (10/94).

[RFC 1853]

IETF RFC 1853. "IP in IP Tunneling". (10/95).

[RFC 1883]

IETF RFC 1883. "Internet Protocol, Version 6 (IPv6)". (12/95).

[RFC 1973]

IETF RFC 1973. "PPP in Frame Relay". (6/96).

[RFC 2205]

IETF RFC 2205. "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)". (9/97).

[RFC 2279]

IETF RFC 2279. "UTF-8, a transformation format of ISO 10646". (1/98).

[RFC 2327]

IETF RFC 2327. "SDP: Session Description Protocol (Obsoleted)". (4/98).

[RFC 2330]

IETF RFC 2330. "Framework for IP Performance Metrics (IPPM)". (5/98).

[RFC 2396]

IETF RFC 2396. "Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax". (1/95).

[RFC 2475]

IETF RFC 2475. "An Architecture for Differentiated Services". (12/98).

[RFC 2508]

IETF RFC 2508. "Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links". (2/99).

[RFC 2616]

IETF RFC 2616. "Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1". (6/99).

[RFC 2637]

IETF RFC 2637. "Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)". (8/99).

[RFC 2679]

IETF RFC 2679. "A One-way Delay Metric for IPPM". (9/99).

[RFC 2681]

IETF RFC 2681. "A Round-trip Delay Metric for IPPM". (9/99).

[RFC 2719]

IETF RFC 2719. "Framework Architecture for Signaling Transport". (11/99).

[RFC 2736]

IETF RFC 2736. "Guidelines for Writers of RTP Payload Format Specifications". (12/99).

[RFC 2784]

IETF RFC 2784. "Generic Routing Encapsulation (GRE), version 0". (3/00).

[RFC 2805]

IETF RFC 2805. "Media Gateway Control Protocol Architecture and Requirements". (4/00).

[RFC 2822]

IETF RFC 2822. "Internet Message Format". (4/01).

[RFC 3031]

IETF RFC 3031. "Multiprotocol Label Switching Architecture". (1/01).

[RFC 3108]

IETF RFC 3108. "Conventions for the use of the Session Description Protocol (SDP) for ATM Bearer Connections". (5/01).

[RFC 3204]

IETF RFC 3204. "MIME media types for ISUP and QSIG Objects". (12/01).

[RFC 3232]

IETF RFC 3232. "Assigned Numbers: RFC 1700 is Replaced by an On-line Database". (2/02).

[RFC 3261]

IETF RFC 3261. "SIP: Session Initiation Protocol". (6/02).

[RFC 3264]

IETF RFC 3264. "An Offer/Answer Model with the Session Description Protocol (SDP)". (6/02).

[RFC 3372]

IETF RFC 3372. "Session Initiation Protocol for Telephones (SIP-T): Context and Architectures". (9/02).

[RFC 3389]

IETF RFC 3389. "Real-time Transport Protocol (RTP) Payload for Comfort Noise (CN)". (9/02).

[RFC 3393]

IETF RFC 3393. "IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics (IPPM)". (11/02).

[RFC 3398]

IETF RFC 3398. "Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part (ISUP) to Session Initiation Protocol (SIP) Mapping". (12/02).

[RFC 3410]

IETF RFC 3410. "Introduction and Applicability Statements for Internet Standard Management Framework". (12/02).

[RFC 3525]

IETF RFC 3525. "Gateway Control Protocol Version 1". (6/03).

[RFC 3550]

IETF RFC 3550. "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications". (7/03).

[RFC 3551]

IETF RFC 3551. "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control". (7/03).

[RFC 3578]

IETF RFC 3578. "Mapping of Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part (ISUP) Overlap Signalling to the Session Initiation Protocol (SIP)". (8/03).

[RFC 3761]

IETF RFC 3761. "The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)". (4/04).

[RFC 3807]

IETF RFC 3807. "V5.2-User Adaptation Layer (V5UA)". (6/04).

[RFC 3824]

IETF RFC 3824. "Using E.164 numbers with the Session Initiation Protocol (SIP)". (6/04).

[RFC 3916]

IETF RFC 3916. "Requirements for Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE 3)". (9/04).

[RFC 3931]

IETF RFC 3931. "Layer Two Tunneling Protocol - Version 3 (L2TPv3)". (3/05).

[RFC 3945]

IETF RFC 3945. "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture". (10/04).

[RFC 3985]

IETF RFC 3985. "PseudoWire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Architecture". (3/05).

[RFC 4040]

IETF RFC 4040. "RTP Payload Format for a 64 kbit/s Transparent Call". (4/05).

[RFC 4103]

IETF RFC 4103. "RTP Payload for Text Conversation". (6/05).

[RFC 4123]

IETF RFC 4123. "Session Initiation Protocol (SIP)-H.323 Interworking Requirements". (7/05).

[RFC 4166]

IETF RFC 4166. "Telephony Signalling Transport over Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Applicability Statement". (2/06).

[RFC 4197]

IETF RFC 4197. "Requirements for Edge-to-Edge Emulation of Time Division Multiplexed (TDM) Circuits over Packet Switching Networks". (10/05).

[RFC 4233]

IETF RFC 4233. "Integrated Services Digital Network (ISDN) Q.921-User Adaptation Layer (IUA)". (1/06).

[RFC 4349]

IETF RFC 4349. "High-Level Data Link Control (HDLC) Frames over Layer 2 Tunneling Protocol, Version 3 (L2TPv3)". (2/06).

[RFC 4447]

IETF RFC 4447. "Pseudowire Setup and Maintenance Using the Label Distribution Protocol (LDP)". (4/06).

[RFC 4553]

IETF RFC 4553. "Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP)". (6/06).

[RFC 4566]

IETF RFC 4566. "SDP: Session Description Protocol". (7/06).

[RFC 4591]

IETF RFC 4591. "Frame Relay over Layer 2 Tunneling Protocol Version 3 (L2TPv3)". (7/06).

[RFC 4618]

IETF RFC 4618. "Encapsulation Methods for Transport of PPP\High-Level Data Link Control (HDLC) over MPLS Networks". (9/06).

[RFC 4619]

IETF RFC 4619. "Encapsulation Methods for Transport of Frame Relay over Multiprotocol Label Switching (MPLS) Networks". (9/06).

[RFC 4733]

IETF RFC 4733. "RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals". (12/06).

[RFC 4734]

IETF RFC 4734. "Definition of Events for Modem, Fax, and Text Telephony Signals". (12/06).

[RFC 4960]

IETF RFC 4960. "Stream Control Transmission Protocol (SCTP)". (9/07).

[RFC 5085]

IETF RFC 5085. "Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV): A Control Channel for Pseudowires". (12/07).

[RFC 5086]

IETF RFC 5086. "Structure-Aware Time Division Multiplexed (TDM) Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN)". (12/07).

[RFC 5087]

IETF RFC 5087. "Time Division Multiplexing over IP (TDMoIP)". (12/07).

[RFC 5125]

IETF RFC 5125. "Reclassification of RFC 3525 to Historic". (2/08).

[RFC 5287]

IETF RFC 5287. "Control Protocol Extensions for the Setup of Time-Division Multiplexing (TDM) Pseudowires in MPLS Networks". (8/08).

[RFC 5526]

IETF RFC 5526. "The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application for Infrastructure ENUM". (4/09).

[RFC 5611]

IETF RFC 5611. "Layer Two Tunneling Protocol version 3 - Setup of Time-Division Multiplexing (TDM) Pseudowires". (8/09).

[RFC 5939]

IETF RFC 5939. "Session Description Protocol (SDP) Capability Negotiation". (9/10).

[RFC 768]

IETF RFC 768. "User Datagram Protocol (UDP)". (8/80).

[RFC 791]

IETF RFC 791. "Internet Protocol (IP)". (9/81).

[RFC 793]

IETF RFC 793. "Transfer Control Protocol (TCP)". (9/81).

[sadler-pppext-lapd]

IETF draft-sadler-pppext-lapd-00 (Expired). "PPP over LAP-D". (2001).

[SR 002 211]

ETSI SR 002 211. "List of standards and/or specifications for electronic communications networks, services and associated facilities and services; in accordance with Article 17 of Directive 2002/21/EC". (2/04).

[T.140]

ITU-T T.140. "Protocolo de conversación mediante texto para aplicaciones multimedia". (2/98).

[T.30]

ITU-T T.30. "Procedimientos de transmisión de documentos por facsímil por la red telefónica general conmutada". (9/05).

[T.38]

ITU-T T.38. "Procedimientos para la comunicación facsímil en tiempo real entre terminales facsímil del grupo 3 por redes con protocolo Internet". (4/07).

[taylor-sdp-tdm-01]

IETF draft-taylor-mmusic-sdp-tdm-01 (Expired). "Conventions for the use of the Session Description Protocol (SDP) for Digital Circuit Connections". (2002).

[TR 180 001 v1.1.1]

ETSI TR 180 001 v1.1.1. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Release 1; Release definition". (3/06).

[TR 183 014]

ETSI TR 183 014. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation; Development and Verification of PSTN/ISDN Emulation". (12/05).

[TR 9577]

ISO/IEC TR 9577. "Information technology - Protocol identification in the network layer". (12/99).

[TR-NWT-000397]

AT&T Bellcore TR-NWT-000397. "ISDN Basic Access Transport System Requirements". (12/93).

[TS 101 313]

ETSI TS 101 313. "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); Network architecture and reference configurations; Phase II: Scenario 1 + Scenario 2". (2/99).

[TS 102 332]

ETSI TS 102 332. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Backhauling of ISDN Q.921 (Transport of DSS1 over IP); ISDN Q.921-User Adaptation Layer (IUA)". (6/04).

[TS 123 228]

ETSI TS 123 228. "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (3GPP TS 23.228 version 7.6.0 Release 7)". (12/06).

[TS 129 163]

ETSI TS 129 163. "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and Circuit Switched (CS) networks (3GPP TS 29.163 version 8.9.0 Release 8)". (2/10).

[TS 129 232]

ETSI TS 129 232. "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Media Gateway Controller (MGC) - Media Gateway (MGW) interface; Stage 3 (3GPP TS 29.232 version 9.0.1 Release 9)". (5/10).

[TS 183 002 v3.3.1]

ETSI TS 183 002 v3.3.1. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES); H.248 Profile Version 3 for controlling Access and Residential Gateways". (8/09).

[TS 183 036]

ETSI TS 183 036. "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); ISDN/SIP interworking; Protocol specification". (1/09).

[V.110/I.463]

ITU-T V.110/I.463. "Soporte proporcionado por una red digital de servicios integrados (RDSI) a equipos terminales de datos con interfaces del tipo serie V". (2/00).

[V.120/I.465]

ITU-T V.120/I.465. "Soporte proporcionado por una red digital de servicios integrados (RDSI) a equipos terminales de datos con interfaces del tipo serie V con multiplexión estadística". (10/96).

[V.150.1]

ITU-T V.150.1. "Módem sobre redes de protocolo Internet: Procedimientos para la conexión de extremo a extremo de los equipos de terminación del circuito de datos de la serie V". (1/03).

[V.151]

ITU-T V.151. "Procedimientos para la conexión de extremo a extremo de teléfonos con texto analógicos RTPC sobre una red IP utilizando la retransmisión de texto". (5/06).

[V.152]

ITU-T V.152. "Procedimientos para el soporte de datos en banda vocal en redes IP". (1/05).

[V.153]

ITU-T V.153. "Interfuncionamiento entre T.38 y V.152 utilizando paridad IP para servicios facsímil en tiempo real". (12/09).

[V.18]

ITU-T V.18. "Requisitos operacionales y de interfuncionamiento de los equipos de terminación del circuito de datos que funcionan en el modo teléfono con texto". (11/00).

[V.25]

ITU-T V.25. "Equipo de respuesta automática y procedimientos generales para el equipo de llamada automática en la red telefónica general conmutada, con procedimientos para la neutralización de los dispositivos de control de eco en las comunicaciones establecidas tanto manual como automáticamente". (10/96).

[V.8bis]

ITU-T V.8bis. "Procedimientos de identificación y selección, a través de la red telefónica pública conmutada y de circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto, de modos de funcionamiento comunes entre equipos de terminación del circuito de datos y entre equipos terminales de datos". (11/00).

[VirtualAccess]

"Virtual Access (Alcatel & Lucent Partner), VoIP Gateways".
<http://www.virtualaccess.com/NgnApplications.htm>.

[X.25]

ITU-T X.25. "Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados". (10/96).

[X.263]

ITU-T X.263. "Tecnología de la información - Identificación de protocolos en la capa de red". (9/98).

[X.30]

ITU-T X.30. "Soporte de equipos terminales de datos basados en las Recomendaciones X.21, X.21 bis y X.20 bis por una red digital de servicios integrados". (3/93).

[X.31/I.462]

ITU-T X.31/I.462. "Soporte de equipos terminales en modo paquete por una red digital de servicios integrados". (11/95).

[X.325/I.550]

ITU-T X.325/I.550. "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos". (10/96).

[X.328]

ITU-T X.328. "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento de redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas y redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos". (10/96).

[X.33]

ITU-T X.33. "Acceso a los servicios de transmisión de datos con conmutación de paquetes a través de los servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas". (10/96).

[X.35]

ITU-T X.35. "Interfaz entre una red pública de datos con conmutación de paquetes y una red privada de datos con conmutación de paquetes basado en los procedimientos y mejoras de la Rec. X.25 para definir una función de pasarela que se proporciona en la RPDCP". (11/93).

[X.36 (1995)]

ITU-T X.36 (1995). "Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados". (4/95).

[X.36]

ITU-T X.36. "Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados". (2/03).

[X.75]

ITU-T X.75. "Sistema de señalización con conmutación de paquetes entre redes públicas que proporcionan servicios de transmisión de datos". (10/96).

[X.76]

ITU-T X.76. "Interfaz red-red entre redes públicas que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas en circuitos virtuales permanentes o circuitos virtuales conmutados". (2/03).

[Y.100]

ITU-T Y.100. "Visión general de la elaboración de normas relativas a la infraestructura mundial de la información". (6/98).

[Y.101]

ITU-T Y.101. "Terminología de la infraestructura mundial de la información: Términos y definiciones". (3/00).

[Y.110]

ITU-T Y.110. "Principios y marco de la infraestructura mundial de la información (IMT-2000 o GII, Global Information Infrastructure)". (6/98).

[Y.1251]

ITU-T Y.1251. "Modelo arquitectural general para el interfuncionamiento". (8/02).

[Y.140]

ITU-T Y.140. "Infraestructura mundial de la información: Puntos de referencia para el marco de interconexión". (11/00).

[Y.1401]

ITU-T Y.1401. "Requisitos generales para el interfuncionamiento con redes basadas en el protocolo Internet". (10/00).

[Y.1414]

ITU-T Y.1414. "Interfuncionamiento de los servicios vocales y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo". (7/04).

[Y.1451.1/G.799.1]

ITU-T Y.1451.1/G.799.1. "Especificaciones de funcionalidad e interfaces para equipos de la red de transporte de la red telefónica general conmutada (RTGC) para la interconexión entre redes RTGC e IP". (6/04).

[Y.1452]

ITU-T Y.1452. "Comunicaciones vocales interurbanos a través de redes IP". (3/06).

[Y.1453]

ITU-T Y.1453. "Interfuncionamiento TDM IP - Interfuncionamiento en el plano de usuario". (3/06).

[Y.1501/I.351/G.820]

ITU-T Y.1501/I.351/G.820. "Relaciones entre las Recomendaciones sobre la calidad de funcionamiento de la red digital de servicios integrados (RDSI), las redes basadas en IP y la capa física". (7/04).

[Y.1540/I.380]

ITU-T Y.1540/I.380. "Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet". (11/07).

[Y.1541]

ITU-T Y.1541. "Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet". (2/06).

[Y.2000 Suplemento 1]

ITU-T Y.2000 Suplemento 1. "Alcance de la versión 1 de la red de próxima generación". (7/06).

[Y.2001]

ITU-T Y.2001. "Visión general de las redes de próxima generación". (12/04).

[Y.2011]

ITU-T Y.2011. "Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación". (10/04).

[Y.2012]

ITU-T Y.2012. "Requisitos funcionales y arquitectura de la red de próxima generación versión 1". (9/06).

[Y.2021]

ITU-T Y.2021. "IMS para redes de próxima generación". (9/06).

[Y.2031]

ITU-T Y.2031. "Arquitectura para emular la RTPC/RDSI". (9/06).

[Y.2091]

ITU-T Y.2091. "Términos y definiciones aplicables a las redes de próxima generación". (2/08).

[Y.2201]

ITU-T Y.2201. "Requisitos de las redes de próxima generación, versión 1". (4/07).

[Y.2262]

ITU-T Y.2262. "Emulación y simulación RTPC/RDSI". (12/06).

[Znaty01]

Simon Znaty. "Next Generation Network et Téléphonie sur IP". Efort. 2001.