

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.2773

(02/2017)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN,
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES
INTELIGENTES

Redes de la próxima generación – Seguridad

Modelos y sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes

Recomendación UIT-T Y.2773

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET,
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES**

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación	Y.2250–Y.2299
Mejoras de las NGN	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Redes basadas en paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999
REDES FUTURAS	Y.3000–Y.3499
COMPUTACIÓN EN LA NUBE	Y.3500–Y.3999
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES Y COMUNIDADES INTELIGENTES	
General	Y.4000–Y.4049
Definiciones y terminologías	Y.4050–Y.4099
Requisitos y casos de utilización	Y.4100–Y.4249
Infraestructura, conectividad y redes	Y.4250–Y.4399
Marcos, arquitecturas y protocolos	Y.4400–Y.4549
Servicios, aplicaciones, computación y proceso de datos	Y.4550–Y.4699
Gestión, control y calidad de funcionamiento	Y.4700–Y.4799
Identificación y seguridad	Y.4800–Y.4899

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

Recomendación UIT-T Y.2773

Modelos y sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes

Resumen

En la Recomendación UIT-T Y.2773 se especifican los modelos y sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes (IDP) en redes evolutivas. En esta Recomendación se abordan asimismo modelos específicos de calidad de funcionamiento y el punto de medición de los sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP, y también se especifican diversos métodos de clasificación de los sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP. Por otro lado, se describen también una plantilla descriptiva de la calidad de funcionamiento de la IDP y sistemas de medición específicos de la calidad de funcionamiento de la IDP.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T Y.2773	17-02-2017	13	11.1002/1000/13015

Términos clave

Inspección detallada de paquetes, sistema de medición de la calidad de funcionamiento, modelo de calidad de funcionamiento

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

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2018

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

ÍNDICE

	Page
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	1
3.1 Términos definidos en otros documentos.....	1
3.2 Términos definidos en la presente Recomendación	3
4 Siglas y acrónimos.....	3
5 Convenios	5
6 Modelo y clasificación de la calidad de funcionamiento de la IDP	5
6.1 Modelo de la calidad de funcionamiento de la IDP	5
6.2 Clasificación sobre la base del tipo de medición de la calidad de funcionamiento	5
6.3 Clasificación con respecto a los planos funcionales y el nodo IDP	6
7 Resumen y plantilla oficial relativos a las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento	7
7.1 Resumen del sistema de medición de la calidad de funcionamiento.....	7
7.2 Plantilla oficial relativa a las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento.....	9
8 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de usuario.....	9
8.1 Sistema de medición IDP "retardo de transferencia interna del nodo"	9
8.2 Sistema de medición IDP de la velocidad de procesamiento de paquetes	10
8.3 Sistema de medición IDP "tasa de errores"	11
8.4 Sistema de medición IDP "tasa de paquetes identificados satisfactoriamente"	14
8.5 Sistema de medición IDP "grado de detalle de la inspección"	15
8.6 Sistema de medición de la calidad de funcionamiento específica del protocolo.....	16
8.7 Sistema de medición IDP "Número de etiquetas de aplicación soportadas" ..	21
8.8 Sistema de medición IDP "tamaño de la IDP-PIB a la velocidad de línea" ...	21
9 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de control	23
9.1 Sistema de medición IDP "tiempo de aplicación de una regla"	23
9.2 Sistema de medición IDP "tiempo de conmutación por fallo"	24
9.3 Sistema de medición IDP "tiempo de despliegue de nodos"	25
9.4 Sistema de medición IDP "Tiempo de sincronización de datos de redundancia"	26
10 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de gestión	27
10.1 Sistema de medición IDP "Tiempo de respuesta del NMS"	27

	Page
10.2 Sistema de medición IDP "Número de NMS coincidentes soportados"	27
10.3 Sistema de medición IDP "Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo"	28
10.4 Sistema de medición "Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS"	29
11 Sistema específico de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP para nodos IDP	30
11.1 Sistema de medición IDP "energía por bit"	30
11.2 Sistema de medición IDP "energía por paquete"	31
Bibliografía	32

Recomendación UIT-T Y.2773

Modelos y sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes

1 Alcance

En esta Recomendación se especifican los modelos y sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes (IDP) en redes evolutivas.

La presente Recomendación contiene:

- modelos específicos de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes;
- sistemas de medición específicos de la calidad de funcionamiento de la inspección detallada de paquetes.

La especificación de nuevos sistemas de medición permite garantizar la calidad necesaria en relación con las Recomendaciones relacionadas con la calidad de funcionamiento.

Los autores y usuarios de esta Recomendación deberán cumplir la legislación, los reglamentos y las políticas nacionales y regionales aplicables. El mecanismo descrito en la presente Recomendación quizá no sea aplicable a la correspondencia internacional si se desea garantizar el cumplimiento de los requisitos jurídicos nacionales en materia de confidencialidad y soberanía aplicables a los proveedores de servicios de telecomunicaciones, así como a la Constitución y el Convenio de la UIT.

2 Referencias

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

[UIT-T I.350] Recomendación UIT-T I.350 (1993), *Aspectos generales de calidad de servicio y de calidad de funcionamiento en las redes digitales, incluidas las RDSI*.

[UIT-T Y.2770] Recomendación UIT-T Y.2770 (2012), *Requisitos para la inspección detallada de paquetes en las redes de la próxima generación*.

[UIT-T Y.2771] Recomendación UIT-T Y.2771 (2014), *Marco para la inspección detallada de paquetes*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

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

3.1.1 aplicación [UIT-T Y.2770]: puede referirse a lo siguiente:

- un tipo de protocolo de aplicación (por ejemplo, los protocolos de aplicación IP de vídeo UIT-T H.264 o el protocolo de inicio de sesión (SIP));
- un tipo de aplicación del usuario del servicio (por ejemplo, VoIP, VoLTE, VoIMS, VoNGN, y VoP2P), por ejemplo, "aplicación de voz por paquetes";

- una "aplicación específica del proveedor" de voz por paquetes, (por ejemplo, VoIP de proveedor 3GPP, VoIP de Skype); y
- una aplicación integrada en otra aplicación (por ejemplo, el contenido de aplicación en un elemento de SIP o un mensaje HTTP).

Cada aplicación se identifica mediante un identificador concreto (por ejemplo, un campo de bits, un patrón, una signatura o una expresión ordinaria como "condiciones a nivel de aplicación", véase también la cláusula 3.2.2 de [ITU-T Y.2770]), que es una característica común a todos los niveles de aplicaciones antes enumerados.

3.1.2 inspección detallada de paquetes (IDP) [ITU-T Y.2770]: análisis, con arreglo a la arquitectura de protocolo por capas OSI-BRM [ITU-T X.200], de;

- las propiedades de la carga útil y/o los paquetes (véase la lista de posibles propiedades en la cláusula 3.2.11 de [ITU-T Y.2770]) para información de encabezamiento más profunda que las capas de protocolo 2, 3 ó 4 (L2/L3/L4);
- otras propiedades de los paquetes,

con el fin de identificar inequívocamente la aplicación.

NOTA – El resultado de la función IDP, junto con otra información adicional como la relativa al flujo, se suele utilizar en funciones posteriores, tales como las de notificación o acciones sobre los paquetes.

3.1.3 motor IDP [ITU-T Y.2770]: subcomponente y parte central de la entidad funcional IDP que realiza todas las funciones de procesamiento de paquetes (por ejemplo, identificación de paquetes y otras funciones de procesamiento de paquetes de la Figura 6-1 de [ITU-T Y.2770]).

3.1.4 nodo IDP [UIT-T Y.2771]: elemento o dispositivo de red que realiza funciones relacionadas con la IDP. Se trata de un término genérico para designar la materialización de una entidad física IDP.

NOTA – Perspectiva funcional: la función nodo IDP (IDP-NF) consta de la función de aplicación de políticas IDP (IDP-PEF) y la función de decisión de política local (opcional) (L-PDF), por lo que la IDP-NF es funcionalmente equivalente a la entidad funcional IDP.

3.1.5 condición de política IDP (también denominada signatura (IDP)) [ITU-T Y.2770]: representación del estado y/o prerequisites necesarios que identifican una aplicación y definen si deben realizarse las acciones de una regla política. El conjunto de condiciones de política IDP relacionadas con una regla política específica cuándo ésta es aplicable (véase también [b-IETF RFC 3198]).

Las condiciones de política IDP deben contener condiciones a nivel de aplicación y quizá otras opciones tales como condiciones de estado y/o condiciones a nivel de flujo:

- 1) Condición de estado (facultativo):
 - a) grado de condiciones de servicio en la red (por ejemplo, congestión experimentada en trayectos de paquetes); o
 - b) situación del elemento de red (por ejemplo, condición de sobrecarga local de IDP-FE).
- 2) Descriptor del flujo/condiciones a nivel de flujo (facultativo):
 - a) contenido del paquete (campos de encabezamiento);
 - b) características del paquete (por ejemplo, número# de etiquetas MPLS);
 - c) tratamiento del paquete (por ejemplo, interfaz de salida del IDP-FE).
- 3) Descriptor de la aplicación/condiciones a nivel de aplicación:
 - a) contenido del paquete (campos del encabezamiento de la aplicación y carga útil de la aplicación).

NOTA – La condición está relacionada con la "condición simple" en las descripciones formales de las condiciones a nivel de flujo y a nivel de aplicación.

3.1.6 descriptor del flujo (también denominado condiciones a nivel de flujo) [ITU-T Y.2770]: un conjunto de condiciones de reglas que se utiliza para identificar un determinado tipo de flujo (con arreglo a la cláusula 3.1.3 de [ITU-T Y.2770]) en el tráfico inspeccionado.

NOTA 1 – Esta definición de descriptor del flujo amplía la definición que figura en [b-ITU-T Y.2121] con elementos adicionales, como se describe en la cláusula 3.

NOTA 2 – En el Anexo A de [ITU-T Y.2770] se realiza un escáner normativo del descriptor del flujo con mayor detalle tal como se utiliza en [ITU-T Y.2770].

3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

Ninguno.

4 Siglas y acrónimos

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

3GPP	Proyecto común de tecnologías inalámbricas de la tercera generación (<i>third generation partnership project</i>)
DNNF	Función de determinación del nodo siguiente (<i>determining next node function</i>)
IDP	Inspección detallada de paquetes (IDP) (<i>deep packet inspection</i>)
IDP-AcIF	Función de información sobre acciones de IDP (<i>DPI action information function</i>)
IDP-AnF	Función de analizador de IDP (<i>DPI analyser function</i>)
IDP-FE	Entidad funcional de IDP (<i>DPI functional entity</i>)
IDP-NF	Función de nodo IDP (<i>DPI node function</i>)
IDP PD-FE	Entidad funcional de decisión política IDP (<i>DPI policy decision functional entity</i>)
IDP-PEF	Función de aplicación de políticas IDP (<i>DPI policy enforcement function</i>)
IDP-PIB	Base de información de política IDP (<i>DPI policy information base</i>)
IDP-ScF	Función de escáner IDP (<i>DPI scan function</i>)
FIB	Retransmisión de base de información (<i>forwarding information base</i>)
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto (<i>hypertext transfer protocol</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>internet protocol</i>)
KPI	Indicador fundamental de rendimiento (IFR) (<i>key performance indicator</i>)
L-PDF	Función de decisión de normas a nivel local (<i>local PDF</i>)
MP	Punto de medición (<i>measure point</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switch</i>)
NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
OSI-BRM	Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico (<i>open system interconnection-basic reference model</i>)
PIB	Base de información de política (<i>policy information base</i>)
QoE	Calidad de experiencia (<i>quality of experience</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)

S _D -PDF	Función de decisión de política dependiente de la sesión (<i>session-dependent PDF</i>)
SIP	Protocolo de iniciación de sesión (<i>session initiation protocol</i>)
S _I -PDF	Función de decisión de política independiente de la sesión (<i>session-independent PDF</i>)
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>transmission control protocol</i>)
VoIMS	Voz por el sistema de medios integrado (<i>voice over integrated media system</i>)
VoIP	Protocolo de transmisión de la voz por Internet (<i>voice over IP</i>)
VoLTE	Voz por Evolución a largo plazo (<i>voice over long term evolution</i>)
VoNGN	Voz por red de la próxima generación (<i>voice over next generation network</i>)
VoP2P	Voz por transmisión punto a punto (<i>voice over peer to peer</i>)

Cuadro 4-1 – Símbolos matemáticos para la medición de la IDP

ϵ_{DPI}	Tasa de errores (IDP)	–
ϵ_{f-n}	Tasa de errores de falsos negativos (IDP)	–
ϵ_{f-p}	Tasa de errores de falsos positivos (IDP)	–
$\phi_{P,In}$	Velocidad de procesamiento de paquetes entrantes (IDP)	[s ⁻¹]
$\phi_{P,Out}$	Velocidad de salida de paquetes (IDP)	[s ⁻¹]
$\phi_{P,Node,Out}$	Caudal del nodo de paquetes	–
$\phi_{P,Identified}$	Tasa de paquetes identificados satisfactoriamente	–
$P_{Hit,BloomFilter}$	Grado de certidumbre de la información de probabilidad	–
N_{db}	Número de reglas de política de IDP	–
S_p	Tamaño de paquete	–
N_{DPIeng}	Número de motores IDP	–
τ_{TD}	Retardo de transferencia interno del nodo (del nodo IDP)	[ns]
D_{dpi}	Grado de detalle de la inspección de IDP	–
$\lambda_{TCP,con,est}$	Tasa de establecimiento de una conexión TCP satisfactoria	–
$N_{TCP,concur}$	Número de conexiones TCP coincidentes	–
$\lambda_{TCP,succ}$	Tasa de éxito de establecimiento de una conexión TCP	–
$\lambda_{HTTP,trf,rate}$	Tasa de identificación de transacciones de aplicación HTTP	–
N_{Tags}	Número de etiquetas de aplicación soportadas	–
T_{rule}	Tiempo de aplicación de una regla	–
$T_{failover}$	Tiempo de conmutación por fallo	–
T_{deploy}	Tiempo de despliegue de nodos IDP	–
T_{syn}	Tiempo de sincronización de datos de redundancia	–
T_{NMS}	Tiempo de respuesta del NMS	–
N_{NMS}	Número de NMS coincidentes soportados por una entidad IPD	–
$N_{rulewrite}$	Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo	–
$T_{agereport}$	Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS	–
E_{bit}	Energía por bit	–
E_{packet}	Energía por paquete	–

5 Convenios

Ninguno.

6 Modelo y clasificación de la calidad de funcionamiento de la IDP

6.1 Modelo de la calidad de funcionamiento de la IDP

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP se especifica sobre la base de las funciones y los eventos de IDP constatados en diversos puntos de medición (MP). En la Figura 6-1 se muestra un ejemplo de un modelo de la calidad de funcionamiento de la IDP.

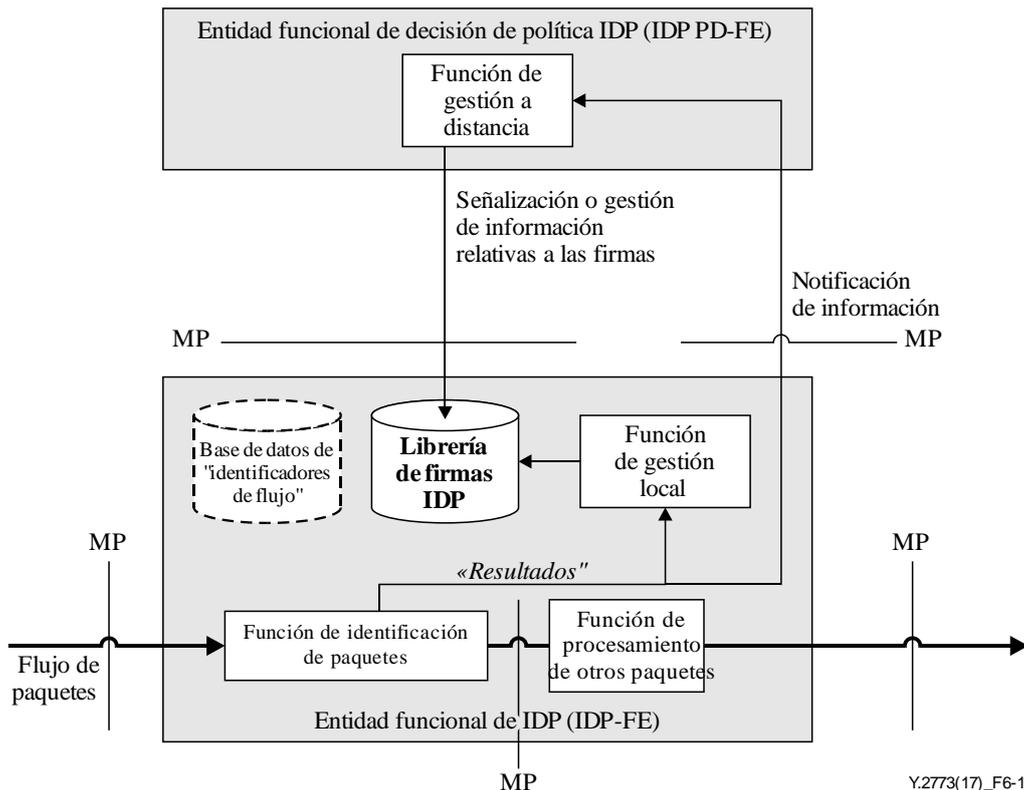


Figura 6-1 – Ejemplo de modelo de la calidad de funcionamiento de la IDP

6.2 Clasificación sobre la base del tipo de medición de la calidad de funcionamiento

A los efectos de comparación e integridad, la calidad de funcionamiento de la IDP se considera en el contexto de la matriz de calidad de funcionamiento $m \times n$ (m y n son enteros de valor superior a 1) que se especifica en [UIT-T I.350]. En dicha matriz se identifican tres funciones de IDP, a saber, identificación de la aplicación, mantenimiento de la base de información de política (PIB) y estado del sistema. Cada función se clasifica con arreglo a cuatro aspectos generales de calidad de funcionamiento, a saber, velocidad, exactitud, dependencia y recursos.

Cuadro 6-1 – Clasificación del sistema de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP

Función IDP	Aspecto de la calidad de funcionamiento			
	Velocidad	Exactitud	Dependencia	Recursos
Identificación de la aplicación	×	×	×	×
Mantenimiento de la PIB	×	×	×	×
Estado del sistema	×	×	×	×

6.3 Clasificación con respecto a los planos funcionales y el nodo IDP

Una descripción del sistema de medición de la calidad de funcionamiento está clara desde un punto de vista lógico si dicho sistema se clasifica con respecto a los planos funcionales y la entidad. En las Figuras 7-6 y 7-7 de [UIT-T Y.2771] se muestran las especificaciones de los planos funcionales y las entidades, que sirven de punto de partida para la especificación del método de clasificación en esta Recomendación (véase la Figura 6-2).

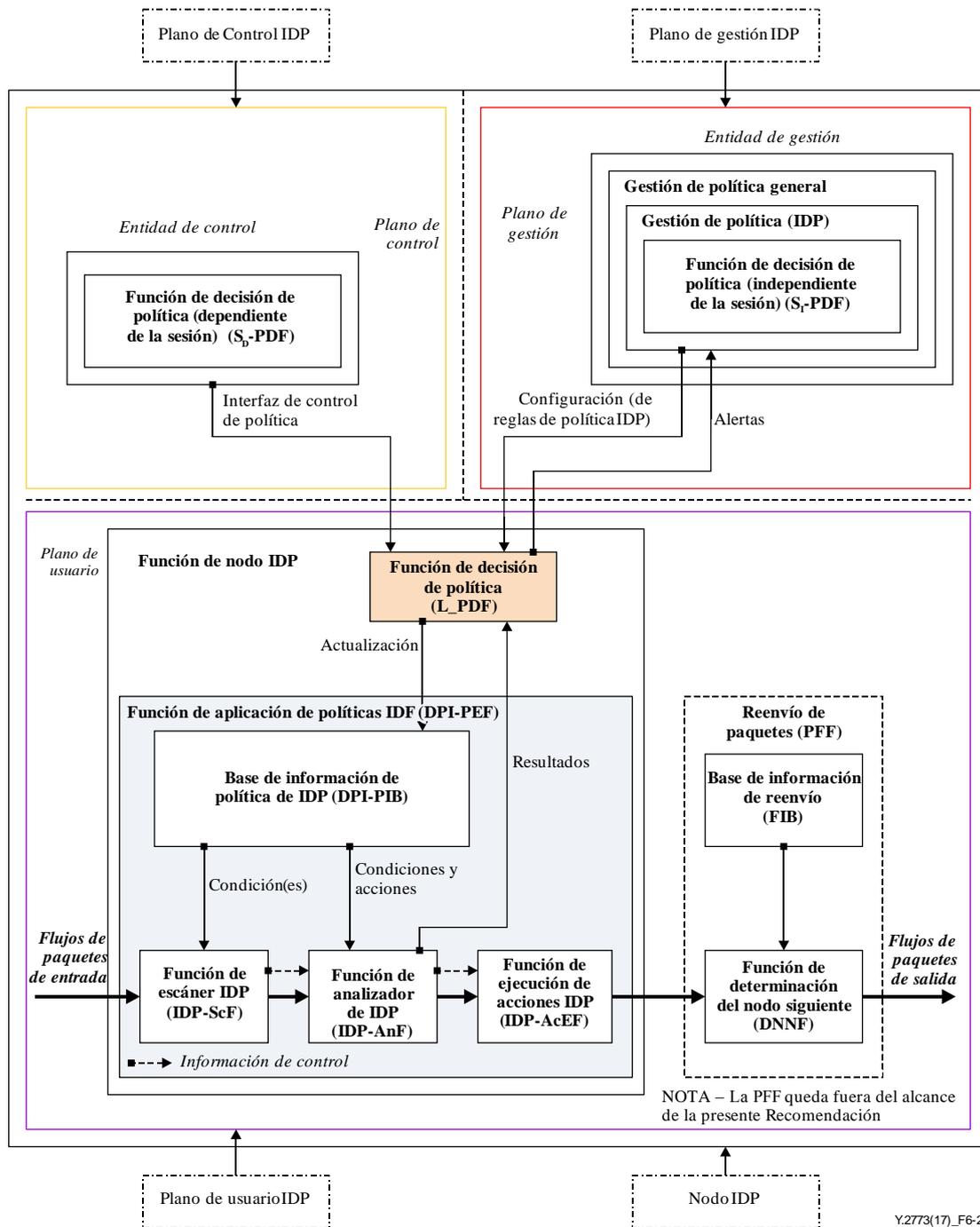


Figura 6-2 – Clasificación de los sistemas de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP sobre la base del plano funcional y el nodo IDP

7 Resumen y plantilla oficial relativos a las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento

7.1 Resumen del sistema de medición de la calidad de funcionamiento

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento se resume en el Cuadro 7-1.

Cuadro 7-1 – Resumen de las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento

Número de secuencia	Sistema de medición de la calidad de funcionamiento	Tipo	Categoría funcional	Plano funcional/entidad
1	Retardo de transferencia interna del nodo	Velocidad	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
2	Velocidad de procesamiento de paquete	Velocidad	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
3	Tasa de errores	Exactitud	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
4	Tasa de errores de falsos positivos	Exactitud	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
5	Tasa de errores de falsos negativos	Exactitud	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
6	Tasa de paquetes identificados satisfactoriamente	Velocidad	Identificación de la aplicación	Plano de usuario
7	Grado de detalle de la inspección de IDP	Recursos	Estado del sistema	Plano de usuario
8	Tasa de establecimiento de una conexión TCP satisfactoria	Velocidad	Estado del sistema	Plano de usuario
9	Número de conexiones TCP coincidentes	Recursos	Estado del sistema	Plano de usuario
10	Tasa de éxito de establecimiento de una conexión TCP	Velocidad	Estado del sistema	Plano de usuario
11	Número de tipos de aplicaciones soportadas	Dependencia	Mantenimiento de la PIB	Plano de usuario
12	Tamaño de la PIB de la IDP a la velocidad de línea	Recursos	Mantenimiento de la PIB	Plano de usuario
13	Tasa de pérdida de paquetes	Exactitud	Estado del sistema	Plano de usuario
14	Tiempo de aplicación de una regla	Velocidad	Mantenimiento de la PIB	Plano de control
15	Tiempo de conmutación por fallo	Velocidad	Estado del sistema	Plano de control
16	Tiempo de respuesta del sistema de gestión de red (NMS)	Velocidad	Estado del sistema	Plano de mantenimiento
17	Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS	Recursos	Mantenimiento de la PIB	Plano de control
18	Número de NMS coincidentes soportados	Dependencia	Estado del sistema	Plano de gestión
19	Energía por bit	Recursos	Estado del sistema	Nodo IDP
20	Energía por paquete	Recursos	Estado del sistema	Nodo IDP

7.2 Plantilla oficial relativa a las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento

Las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento en esta Recomendación utilizan la plantilla proporcionada en el Cuadro 7-2, que a su vez se obtiene de la plantilla de la cláusula 5.4.4 de [b-IETF RFC 6390].

Cuadro 7-2 – Plantilla oficial relativa a las especificaciones del sistema de medición de la calidad de funcionamiento

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	
Símbolo	I	
Descripción del sistema de medición	N	
Método de medición o cálculo	N	
Unidad de medición	N	
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	Por ejemplo, "IDP en tiempo real", "IDP no en tiempo real"
Modelo de notificación	I	
Es un "IFR": ¿sí/no?	I	Por ejemplo, "IFR", "no IFR" o "sin clasificar"
Clasificación por velocidad, exactitud, dependencia o recursos	I	
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

La plantilla se utiliza asimismo para garantizar una mínima calidad de la especificación del sistema de medición descrito en la presente Recomendación. Ahora bien, en primer lugar se presentan los elementos cuya descripción es *normativa* debido al "tipo de marco" de esta Recomendación. Los elementos sin descripción (*informativa*) indican que la utilización de dicho sistema de medición en una especificación real de la calidad de funcionamiento requeriría, en primer lugar, una labor de especificación adicional a fin de lograr un sistema de medición aplicable y completo. Por ejemplo, la descripción de la "implantación" queda fuera del alcance de la Recomendación "marco", o la especificación del sistema de medición sin la información de "verificación" resulta inútil (porque se requiere, por ejemplo, para calibrar la función de medición).

8 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de usuario

8.1 Sistema de medición IDP "retardo de transferencia interna del nodo"

En el Cuadro 8-1 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-1 – Sistema de medición IDP "retardo de transferencia interna del nodo"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Retardo de transferencia interna del nodo
Símbolo	I	τ_{TD}
Descripción del sistema de medición	N	La suma de los tiempos de espera y de servicio de un paquete a través del nodo IDP
Método de medición o cálculo	N	Este valor se calcula midiendo los tiempos de entrada y salida de cada paquete en cada una de las interfaces de una representación física o lógica de una función de nodo IDP. Condición previa: la entidad de medición debe ser capaz de identificar paquetes individuales. Atención: esta métrica suele depender de la carga.
Unidad de medición	N	nanosegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico)
Tiempo de medición	N	Esta métrica puede utilizarse en una gran variedad de intervalos de tiempo
Implantación	I	–
Verificación	I	–
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Normalmente forma parte de la gestión del rendimiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento también se especifica en la cláusula 8.2.3.1 de [UIT-T Y.2771] y se describe en el Cuadro 8-2 de [UIT-T Y.2771].

8.2 Sistema de medición IDP de la velocidad de procesamiento de paquetes

En el Cuadro 8-2 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-2 – Sistema de medición IDP "velocidad de procesamiento de paquetes"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Velocidad de procesamiento de paquetes
Símbolo	I	$\phi_{P,in}$

Cuadro 8-2 – Sistema de medición IDP "velocidad de procesamiento de paquetes"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Descripción del sistema de medición	N	Velocidad de paquetes procesados por la función de aplicación de política de la IDP (IDP-PEF). Se trata de la velocidad de entrada de paquetes, dado que las reglas de política de IDP se aplican a cada paquete entrante. La velocidad de salida es igual o inferior a la velocidad de entrada (debido al posible descarte de paquetes). $\phi_{P,in} \leq \phi_{P,out}$
Método de medición o cálculo	N	Número de paquetes que entran por la interfaz durante un periodo de tiempo. El valor se calcula dividiendo el número por el intervalo de tiempo.
Unidad de medición	N	Paquetes por segundo
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico).
Tiempo de medición	N	Esta métrica se utiliza principalmente en una amplia gama de intervalos de tiempo. Una escala de tiempo suele ser del orden de unos segundos.
Implantación	I	–
Verificación	I	–
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Por lo general forma parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento también se especifica en la cláusula 8.2.3.2 de [UIT-T Y.2771] y se describe en el Cuadro 8-3 de [UIT-T Y.2771].

8.3 Sistema de medición IDP "tasa de errores"

En el Cuadro 8-3 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-3 – Sistema de medición IDP "tasa de errores"

Sistema de medición	Normativo/informativo (Nota 1)	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de errores
Símbolo	I	ϵ_{DPI}
Descripción del sistema de medición	N	Suma de falsos negativos (véase la cláusula 8.3.2) y falsos positivos (véase la cláusula 8.3.1) del nodo IDP

Cuadro 8-3 – Sistema de medición IDP "tasa de errores"

Sistema de medición	Normativo/informativo (Nota 1)	Observación
Método de medición o cálculo	N	Medición directa: imposible (NOTA 2) Medición indirecta (cálculo): $\varepsilon_{DPI} = \varepsilon_{f-n} + \varepsilon_{f-p}$
Unidad de medición	N	–
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico).
Tiempo de medición	N	El intervalo de medición depende de la escala de tiempo desde la perspectiva del usuario del servicio (Nota 3)
Implantación	I	e
Verificación	I	–
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Suele formar parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no? (Nota 1)	I	Sí
<p>NOTA 1 – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.</p> <p>NOTA 2 – Este sistema de medición de la calidad de funcionamiento se denomina también sistema de medición <i>compuesto</i>, es decir, no puede medirse directamente, pero puede obtenerse a partir de sistemas de medición <i>de base</i> medidos previamente (véase la cláusula 5.3.1 de [b-IETF RFC 6390]).</p> <p>NOTA 3 – El usuario del servicio en general representa una entidad remota ("el usuario"), interesado en las mediciones. Ejemplos: sistema de gestión de la calidad de funcionamiento, entidad funcional de decisión política de la IDP (IDP PD-FE).</p>		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento se especifica también en la cláusula 8.2.3.3 de [UIT-T Y.2771] y se describe en el Cuadro 8-4 de [UIT-T Y.2771].

8.3.1 Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos positivos"

En el Cuadro 8-4 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-4 – Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos positivos"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de errores de falsos positivos
Símbolo	I	ε_{f-p}
Descripción del sistema de medición	N	Proporción de resultados negativos notificados por error como positivos
Método de medición o cálculo	N	Las mediciones de este sistema de medición son inherentemente complejas, por lo que en la presente Recomendación sólo se proporcionan algunas indicaciones:

Cuadro 8-4 – Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos positivos"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
		Normalmente, un patrón conocido de una serie suficientemente larga de paquetes se envía a la entidad IDP. El resultado <i>esperado</i> (de aplicar las reglas de política IDP) se compara con los resultados <i>medidos</i> en el proceso IDP. La medición puede ser intrusiva o no.
Unidad de medición	N	–
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico).
Tiempo de medición	N	El intervalo de medición depende de la escala de tiempo desde la perspectiva del usuario del servicio.
Implantación	I	–
Verificación	I	–
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Suele formar parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento se especifica también en la cláusula 8.2.3.3.1 de [UIT-T Y.2771] y se describe en el Cuadro 8-5 de [UIT-T Y.2771].

8.3.2 Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos negativos"

En el Cuadro 8-5 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-5 – Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos negativos"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de errores de falsos negativos
Símbolo	I	ε_{f-n}
Descripción del sistema de medición	N	Proporción de resultados positivos notificados por error como negativos
Método de medición o cálculo	N	Véase el elemento correspondiente en el Cuadro 8-4
Unidad de medición	N	–
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico)
Tiempo de medición	N	El intervalo de medición depende de la escala de tiempo desde la perspectiva del usuario del servicio

Cuadro 8-5 – Sistema de medición IDP "tasa de errores de falsos negativos"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Implantación	I	–
Verificación	I	–
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Suele formar parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento se especifica también en la cláusula 8.2.3.3.2 de [UIT-T Y.2771] y se describe en el Cuadro 8-6 de [UIT-T Y.2771].

8.4 Sistema de medición IDP "tasa de paquetes identificados satisfactoriamente"

En el Cuadro 8-6 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-6 – Sistema de medición IDP "tasa de paquetes identificados satisfactoriamente"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de paquetes identificados satisfactoriamente.
Símbolo	I	$\phi_{P,identified}$
Descripción del sistema de medición	N	Un paquete entrante se ha "identificado satisfactoriamente" (por la función de identificación de paquetes) cuando las condiciones de la regla de política IDP (para al menos una regla de política IDP) "conducen" para el paquete inspeccionado. El tipo de "concordancia" (total, parcial, determinística, con probabilidad, etc.) no se especifica. La "tasa" se refiere al número de paquetes identificados satisfactoriamente por unidad de tiempo
Método de medición o cálculo	N	1 Medición directa: Por ejemplo: aplicación de una conocida regla de política IDP y generación de un flujo de paquetes de características conocidas (es decir, cuya relación de tráfico que debe concordar (o no) se conoce de antemano). El valor medido se compara luego con el valor nominal. 2 Medición indirecta (cálculo): $\phi_{P,Identified} = \phi_{P,In} \cdot (1 - \varepsilon_{DPI})$
Unidad de medición	N	Paquetes por segundo
Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico).

Cuadro 8-6 – Sistema de medición IDP "tasa de paquetes identificados satisfactoriamente"

Tiempo de medición	N	El intervalo de medición depende de la escala de tiempo desde la perspectiva del usuario del servicio.
Implantación	I	–
Verificación	I	Véase la "medición directa" y el "Método de medición o cálculo" en la fila 4
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Suele formar parte de la gestión de la calidad de funcionamiento.
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

El sistema de medición de la calidad de funcionamiento se especifica como en 8.2.3.4 de [UIT-T Y.2771] y se describe como en el Cuadro 8-7 de [UIT-T Y.2771].

8.5 Sistema de medición IDP "grado de detalle de la inspección"

En el Cuadro 8-7 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-7 – Sistema de medición IDP "grado de detalle de la inspección"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Grado de detalle de la inspección IDP
Símbolo	I	D_{DPI}
Descripción del sistema de medición	N	Este sistema de medición representa la capacidad de una entidad IDP para procesar un paquete. Depende del protocolo. Por lo general, en sistema se utiliza el protocolo de Internet (IP).
Método de medición o cálculo	N	1) Configuración de una regla con arreglo al máximo grado de detalle de inspección establecido para una entidad de IDP. 2) Envío del paquete correspondiente a la regla mediante el dispositivo de prueba. 3) Recepción del paquete y verificación de la aplicación de la regla.
Unidad de medición	N	
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la figura 6-1 (modelo de tráfico).
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	

Cuadro 8-7 – Sistema de medición IDP "grado de detalle de la inspección"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Modelo de notificación	I	Suele formar parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

Aunque la entidad funcional IDP (IDP-FE) puede inspeccionar el paquete hasta L7, cada aplicación posee una longitud de encabezamiento de paquetes diferente, por lo que el máximo grado de detalle de inspección PDI es una característica importante de una IDP-FE.

A continuación se especifica el máximo grado de detalle de inspección IDP (D_{DPI}):

Max D_{DPI} es el número máximo de bytes de un paquete de datos que puede procesar una IDP-FE. Es decir, Max D_{DPI} es la longitud máxima en (en bytes) de una unidad de datos de protocolo que puede procesar la función de escaneado IDP en una IDP-FE.

Cabe destacar que D_{DPI} tiene en cuenta todos los datos comprendidos desde L2 hasta L7, incluidos el encabezamiento y la carga útil del protocolo.

8.6 Sistema de medición de la calidad de funcionamiento específica del protocolo

8.6.1 Sistemas de medición para TCP

8.6.1.1 Información de base relativa a la comunicación orientada a la conexión

El Protocolo de control de transmisión (TCP) pertenece a la categoría de protocolos "orientados a la conexión". El concepto de "conexión" únicamente guarda relación con una configuración específica de un descriptor de flujo (véase la cláusula 3.2.16 en [UIT-T Y.2770]) desde la perspectiva IDP-FE. Dicha conexión tiene lugar, por lo general, en particular en L2, L3 o L4. Por ejemplo, en L2, una conexión Ethernet o una conexión virtual Ethernet; en L3, una conexión IP unidireccional o bidireccional; en L4, una conexión de transporte IP. En consecuencia, los indicadores de la calidad de funcionamiento en esta zona se asocian a una IDP dependiente del flujo.

8.6.1.2 Tipo de flujo de paquetes en tráfico TCP

Una entidad IDP no realiza, por lo general, las funciones de cliente TCP, servidor TCP o servidor intermedio TCP, entre otras, y su comportamiento es transparente para las entidades TCP de extremo a extremo. El "establecimiento de una conexión TCP" desde una perspectiva de la entidad de IDP conlleva que:

- el descriptor de flujo IDP contenga por lo menos condiciones de política de 5-tuplas para una conexión de transporte IP por TCP; y
- se especifiquen las conexiones de seguimiento del estado de la conexión TCP (escenario IDP dinámico).

8.6.1.3 Sistema de medición IDP "tasa de establecimiento de una conexión TCP satisfactoria"

En el Cuadro 8-8 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-8 – Sistema de medición IDP "tasa de establecimiento de una conexión TCP satisfactoria"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de establecimiento de una conexión TCP satisfactoria
Símbolo	I	$\lambda_{TCP,con,est}$
Descripción del sistema de medición	N	Número de conexiones TCP por segundo a través del nodo IDP establecidas satisfactoriamente. Una conexión TCP se establece satisfactoriamente si tiene lugar una toma de contacto TCP de tres vías (bajo la hipótesis de IDP-FE de que ambos puntos extremos TCP hayan pasado al estado de conexión ESTABLISHED). Para verificar este sistema de medición, el nodo IDP debe realizar un seguimiento de la máquina de estado TCP.
Método de medición o cálculo	N	El resultado puede calcularse mediante el cálculo del número de tomas de contacto TCP de tres vías a lo largo de un periodo de observación.
Unidad de medición	N	Segundos recíprocos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	La exactitud de la temporización debería permitir, por lo general, mediciones con respecto a una escala de segundos.
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	Por lo general forma parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento		

Ejemplo:

Una medición de $\lambda_{TCP,con,est}$ equivalente a 100 significa que en 1 s se han establecido satisfactoriamente 100 conexiones TCP a través del nodo IDP (por el par lejano de entidades cliente TCP y servidor TCP).

8.6.1.4 Sistema de medición IDP "número de conexiones TCP coincidentes"

En el Cuadro 8-9 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-9 – Sistema de medición IDP "número de conexiones TCP coincidentes"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Número de conexiones TCP coincidentes
Símbolo	I	$N_{TCP,concur}$
Descripción del sistema de medición	N	Número de conexiones TCP coincidentes establecidas satisfactoriamente en el nodo IDP a lo largo de un periodo de observación dado. Este sistema de medición depende del número de conexiones TCP en paralelo establecidas satisfactoriamente a lo largo del periodo de observación T (por ejemplo por segundo).
Método de medición o cálculo	N	Determinado por la ecuación: $N_{TCP,concur} = \lambda_{TCP,con,est} \cdot T$
Unidad de medición	N	– (entero)
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Por lo general forma parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

Ejemplo:

Si las 2 tuplas notificadas ($N_{TCPconcur}, T$) corresponden a (100, 10), el número de conexiones conjuntas establecidas satisfactoriamente en el nodo IDP en 10 s es igual a 100.

8.6.1.5 Sistema de medición IDP "Tasa de éxito de establecimiento de una conexión TCP"

En el Cuadro 8-10 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-10 – Sistema de medición IDP "Tasa de éxito de establecimiento de una conexión TCP"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de éxito de establecimiento de una conexión TCP
Símbolo	I	$\lambda_{TCP,succ}$
Descripción del sistema de medición	N	Este sistema de medición especifica el número de conexiones TCP a través del nodo IDP establecidas satisfactoriamente con respecto al número total de intentos de conexión TCP. El sistema de medición depende del número de intentos de conexiones TCP $N_{TCP,con,att}$, el número de conexiones TCP establecidas satisfactoriamente $N_{TCP,succ}$ y la duración del periodo de prueba T (en segundos).
Método de medición o cálculo	N	Véanse las ecuaciones siguientes: $\lambda_{TCP,succ} = \frac{\lambda_{TCP,con,est}}{\lambda_{TCP,con,att}}$ siendo $\lambda_{TCP,con,est} = \frac{N_{TCP,con,est}}{T} [s^{-1}]$ y $\lambda_{TCP,con,att} = \frac{N_{TCP,con,att}}{T} [s^{-1}]$
Unidad de medición	N	–
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Por lo general forma parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	Sí
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

Ejemplo:

Si las 3 tuplas notificadas ($N_{TCP,att}$, $N_{TCP,succ}$, T) corresponden a (100, 10,5), existirá un periodo de observación de 5 s, 100 intentos de conexión TCP y 10 conexiones TCP establecidas satisfactoriamente, lo que hace que el valor de $\lambda_{TCP,succ}$ sea 10%.

8.6.2 Sistema de medición IDP para capa de aplicación IP

Uno de los requisitos funcionales fundamentales de la inspección detallada de paquetes es la identificación y transferencia de aplicaciones para garantizar la calidad de servicio y la calidad percibida. Las aplicaciones IP más habituales incluyen HTTP, FTP, P2P, correo electrónico y vídeo. En el Cuadro 8-11 se describe el sistema de medición "tasa de identificación de transacciones de aplicación HTTP".

Cuadro 8-11 – Sistema de medición IDP "tasa de identificación de transacciones de aplicación HTTP"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tasa de identificación de transacciones de aplicación HTTP
Símbolo	I	$\lambda_{\text{HTTP, trf, rate}}$
Descripción del sistema de medición	N	Número de transacciones HTTP por segundo a través del nodo IDP establecidas satisfactoriamente e identificadas por el nodo IDP. Una conexión HTTP se establece satisfactoriamente si tiene lugar una toma de contacto HTTPGET/POST – RESPONSE. Para evaluar este sistema de medición, el nodo de IDP debe realizar un seguimiento del mensaje y código de estado HTTP.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de una regla de política de IDP para transacciones HTTP. Inicio del tráfico de sesión HTTP entre el cliente HTTP y el servidor HTTP. Verificación del número de transacciones HTTP establecidas satisfactoriamente e identificadas por el nodo de IDP a lo largo de un periodo de tiempo determinado.
Unidad de medición	N	Segundos recíprocos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	La exactitud de la temporización debería permitir, por lo general, mediciones con respecto a una escala de segundos.
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento		

Ejemplo:

Una medición de $\lambda_{\text{HTTP, trf, rate}}$ correspondiente a 100 significa que en 1 s se han establecido satisfactoriamente 100 transacciones HTTPGET/POST- RESPONSE con el código de estado "HTTP 200 OK" a través del nodo de IDP entre las entidades cliente HTTP y servidor HTTP).

8.7 Sistema de medición IDP "Número de etiquetas de aplicación soportadas"

En el Cuadro 8-12 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-12 – Sistema de medición ISP "Número de etiquetas de aplicación soportadas"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Número de etiquetas de aplicación soportadas
Símbolo	I	N_{Tags}
Descripción del sistema de medición	N	Número máximo de tipos de aplicación que puede soportar el nodo IDP. Al identificarse una aplicación, el nodo IDP notifica la etiqueta de aplicación a través de e2 (por ejemplo a un NMS) o e1 (por ejemplo a varias PD-FE).
Método de medición o cálculo	N	Declaración del fabricante de la lista de aplicaciones soportadas. Cálculo del número de tipos de aplicaciones reconocidas mediante el envío de los paquetes de aplicación correspondientes conforme a lista de aplicaciones declarada.
Unidad de medición	N	(entero)
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	e2 (por ejemplo a un NMS) o e1 (por ejemplo a varias PD-FE)
Tiempo de medición	N	El intervalo de medición depende de la escala temporal desde la perspectiva del usuario del servicio.
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

Ejemplo:

$N_{\text{Tags, max}} = 5$, si el nodo IDP soporta cinco aplicaciones (por ejemplo HTTP, FTP, TFTP, NetBIOS y DB2), es decir, el número máximo de etiquetas de aplicación soportadas por este nodo IDP es 5.

8.8 Sistema de medición IDP "tamaño de la IDP-PIB a la velocidad de línea"

En el Cuadro 8-13 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 8-13 – Sistema de medición IDP "tamaño de la IDP-PIB a la velocidad de línea"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tamaño de la IDP-PIB a la velocidad de línea
Símbolo	I	N_{db}
Descripción del sistema de medición	N	Capacidad de la IDP-PIB medida con arreglo al número de regla cuando el tráfico de entrada alcanza la velocidad del puerto de entrada y en el puerto de salida no se producen pérdidas de paquetes a raíz del procesado de la IDP
Método de medición o cálculo	N	<ol style="list-style-type: none"> 1) Configuración de las reglas IDP de un nodo de IDP para ocupar todas las entradas físicas de la PIB en el nodo IDP 2) Selección de dos puertos físicos del nodo de IDP con la misma velocidad de línea y conexión de los puertos con el dispositivo de prueba. 3) El dispositivo de prueba comienza a enviar tráfico a la velocidad de línea que no se ajusta a las reglas configuradas para uno de los puertos anteriores, mientras recibe tráfico de otro puerto. 4) Si no se producen pérdidas de paquetes, el número de entrada física de IDP será el resultado de la medición. En caso contrario, se suprimirá de la IDP una entrada, o más, y el proceso pasará a la etapa 3.
Unidad de medición	N	
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	Véase la Figura 6-1 (modelo de tráfico).
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	"IDP en tiempo real"
Modelo de notificación	I	Por lo general forma parte de la gestión de la calidad de funcionamiento
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
<p>NOTA 1 – N: elemento de descripción normativa; I: elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.</p> <p>NOTA 2 – 1) Si bien se trata de un método de medición habitual, pueden aplicarse otros modelos; 2) En la etapa 4, el número de entrada que debe suprimirse depende de la precisión de la prueba. Por ejemplo, si el valor de dicha precisión es 10, el número de entrada que ha de suprimirse será también 10; 3) Otros factores, entre ellos la longitud de la regla, pueden influir en el resultado de la medición.</p>		

Puesto que la capacidad de un enlace y el tamaño mínimo de paquete no varían en la mayoría de nodos de IDP en las instalaciones, cabe especificar el número máximo de reglas o el tamaño de IDP-PIB que puede soportarse en la velocidad de línea, así como cualquier tamaño de paquete, incluidos sus tamaños mínimo y máximo.

A continuación se especifica el tamaño de la Base de información de política IDP (DPI-PIB) a la velocidad de línea (N_{db}).

$N_{DPI-PIB,max}$ es el número máximo de reglas de política IDP que pueden soportarse cuando

- los paquetes de llegada pueden ser de cualquier tamaño, incluidos los tamaños mínimo y máximo (en términos de la trama L2);
- la probabilidad de cumplir una condición arbitraria es independientemente uniforme; y
- los paquetes de llegada acceden a la IDP-FE a la máxima velocidad de línea.

9 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de control

9.1 Sistema de medición IDP "tiempo de aplicación de una regla"

En el Cuadro 9-1 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 9-1 – Sistema de medición IDP "tiempo de aplicación de una regla"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo de aplicación de una regla
Símbolo	I	T_{rule}
Descripción del sistema de medición	N	Tiempo transcurrido entre el momento en que se establece una regla de IDP y el momento en que se aplica en un nodo IDP.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de los flujos de datos correspondientes a las reglas de IDP en el instrumento de prueba, comienzo del envío de flujos de datos al establecerse las reglas de IDP y registro del tiempo que tardan en aplicarse las nuevas reglas mediante los datos estadísticos del instrumento de prueba.
Unidad de medición	N	milisegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	

Cuadro 9-1 – Sistema de medición IDP "tiempo de aplicación de una regla"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

9.2 Sistema de medición IDP "tiempo de conmutación por fallo"

En el Cuadro 9-2 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 9-2 – Sistema de medición IDP "tiempo de conmutación por fallo"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo de conmutación por fallo
Símbolo	I	$T_{failover}$
Descripción del sistema de medición	N	Al utilizar el modelo de protección 1+N, el tiempo transcurrido entre el fallo del componente activo y el momento en que el componente en reserva comienza a realizar la función del componente que ha fallado.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de los flujos de datos correspondientes a las reglas de IDP en el instrumento de prueba, comienzo del envío de flujos de datos y desactivación del componente activo, y registro del tiempo mediante los datos estadísticos recibidos del instrumento de prueba.
Unidad de medición	N	milisegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

9.3 Sistema de medición IDP "tiempo de despliegue de nodos"

En el Cuadro 9-3 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 9-3 – Sistema de medición IDP "tiempo de despliegue de nodos"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo de despliegue de nodos
Símbolo	I	T_{deploy}
Descripción del sistema de medición	N	La calidad de funcionamiento de la red en curso puede verse influida al desplegar en ella un nodo de IDP. A menor tiempo de despliegue, menor será la influencia en la red.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de los flujos de datos de extremo a extremo correspondientes a la red en curso, comienzo del envío de flujos de datos al desplegarse un nodo de IDP; al concluir el despliegue, registro del tiempo transcurrido entre el despacho de un comando del NMS al nodo de IDP y la respuesta del nodo de IDP al alcanzar el NMS.
Unidad de medición	N	milisegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

9.4 Sistema de medición IDP "Tiempo de sincronización de datos de redundancia"

En el Cuadro 9-4 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 9-4 – Sistema de medición IDP "Tiempo de sincronización de datos de redundancia"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo de sincronización de datos de redundancia
Símbolo	I	T_{syn}
Descripción del sistema de medición	N	Al utilizar el modelo de protección $1 + N$, tiempo transcurrido entre la escritura de las reglas de IDP en el componente activo y la recepción de las mismas reglas de IDP por el componente en reserva.
Método de medición o cálculo	N	La entidad de control configura las reglas de IDP en el componente activo; las reglas de IDP son leídas posteriormente por los componentes en reserva cada 100 ms hasta que las reglas de IDP del componente en reserva son las mismas que las del componente activo; el tiempo transcurrido en dicho proceso corresponderá al valor de la medición.
Unidad de medición	N	milisegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

10 Sistema de medición específico de la calidad de funcionamiento de la IDP para el plano de gestión

10.1 Sistema de medición IDP "Tiempo de respuesta del NMS"

En el Cuadro 10-1 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 10-1 – Sistema de medición IDP "Tiempo de respuesta del NMS"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo de respuesta del NMS
Símbolo	I	T_{NMS}
Descripción del sistema de medición	N	Tiempo transcurrido entre el despacho de un comando del NMS a un nodo de IDP y la respuesta a la recepción del nodo de IDP al llegar al NMS.
Método de medición o cálculo	N	Existen dos métodos de medición: 1) por el NMS; 2) mediante el instrumento de prueba.
Unidad de medición	N	milisegundos
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

10.2 Sistema de medición IDP "Número de NMS coincidentes soportados"

En el Cuadro 10-2 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 10-2 – Sistema de medición IDP "Número de NMS coincidentes soportados"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Número de NMS coincidentes soportados por una entidad de IDP
Símbolo	I	N_{NMS}
Descripción del sistema de medición	N	Máximo número de NMS coincidentes que puede soportar una entidad de IDP
Método de medición o cálculo	N	Incorporación gradual de instancias NMS relativas a una entidad de IDP hasta que el estado de un NMS o la entidad de IDP no es normal

Cuadro 10-2 – Sistema de medición IDP "Número de NMS coincidentes soportados"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Unidad de medición	N	Ninguna
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

10.3 Sistema de medición IDP "Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo"

En el Cuadro 10-3 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 10-3 – Sistema de medición IDP "Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo
Símbolo	I	$N_{rulewrite}$
Descripción del sistema de medición	N	Al utilizar un sistema del NMS para gestionar una regla de IDP, el tiempo necesario para modificar el cuadro de reglas influye en la calidad del rendimiento de reenvío del nodo de IDP correspondiente.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de los flujos de datos correspondientes a un grupo de reglas de IDP que han de escribirse en el cuadro de reglas de IDP en el instrumento de prueba; comienzo de la escritura de las reglas en el cuadro de reglas de IDP mientras comienza el envío del flujo de datos; cálculo del número de reglas escritas por segundo mediante los datos estadísticos recibidos del instrumento de prueba.
Unidad de medición	N	
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	

Cuadro 10-3 – Sistema de medición IDP "Número de reglas de IDP del NMS escritas por segundo"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento		

10.4 Sistema de medición "Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS"

En el Cuadro 10-4 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 10-4 – Sistema de medición "Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS
Símbolo	I	$T_{agereport}$
Descripción del sistema de medición	N	Cuando una regla de IDP, o varias, vencen, es necesario que el NMS lo conozca a fin de sincronizar su base de datos y adoptar otras medidas. El nodo de IDP informa posteriormente del vencimiento de la regla al NMS a la mayor brevedad posible.
Método de medición o cálculo	N	Configuración de los flujos de datos correspondientes a una regla de IDP con periodo de vencimiento en el instrumento de prueba; comienzo del envío de flujos de datos; cuando el NMS recibe el mensaje del informe de vencimiento, se detiene el envío de datos y se calcula el tiempo mediante la información estadística de los datos recibidos del instrumento de prueba.
Unidad de medición	N	segundos
Punto(s) de medición con	N	

Cuadro 10-4 – Sistema de medición "Tiempo del informe sobre antigüedad de la regla de IDP del NMS"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
posible dominio de medición		
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

11 Sistema específico de medición de la calidad de funcionamiento de la IDP para nodos IDP

11.1 Sistema de medición IDP "energía por bit"

En el Cuadro 11-1 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 11-1 – Sistema de medición IDP "energía por bit"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Energía por bit
Símbolo	I	E_{bit}
Descripción del sistema de medición	N	Disipación de energía unitaria por bit (es decir, disipación de energía promedio por cada bit de datos procesado) de las entidades de IDP de un nodo.
Método de medición o cálculo	N	Disipación de energía general (julios)/tráfico de datos general (bit)
Unidad de medición	N	Picojulios por bit
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	

Cuadro 11-1 – Sistema de medición IDP "energía por bit"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		

11.2 Sistema de medición IDP "energía por paquete"

En el Cuadro 11-2 se proporciona la especificación del sistema de medición.

Cuadro 11-2– Sistema de medición IDP "energía por paquete"

Sistema de medición	Normativo/informativo	Observación
Nombre del sistema de medición	N	Energía por paquete
Símbolo	I	ϕ_{power}
Descripción del sistema de medición	N	Disipación de energía unitaria por paquete (es decir, disipación de energía promedio por cada paquete de datos procesado) de las entidades de IDP de un nodo.
Método de medición o cálculo	N	Disipación de energía general (julios)/tráfico de datos general (paquete)
Unidad de medición	N	Picojulios por paquete
Punto(s) de medición con posible dominio de medición	N	
Tiempo de medición	N	
Implantación	I	
Verificación	I	
Utilización y aplicaciones	I	
Modelo de notificación	I	
Se trata de un "IFR": ¿sí/no?	I	No
NOTA 1 – N: Elemento de descripción normativa; I: Elemento de descripción informativa; IFR: Indicador fundamental de rendimiento.		
NOTA 2 – Este indicador de calidad de funcionamiento se utiliza para evaluar la disipación de energía de una entidad o un nodo IDP. Habida cuenta de su dependencia de la longitud del paquete, puede escogerse una cierta longitud de paquete mientras se prueba y evalúa una entidad o nodo IDP.		

Bibliografía

- [b-ITU-T X.200] Recomendación UIT-T X.200 (1994) | ISO/IEC 7498-1:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: El modelo básico.*
- [b-ITU-T Y.2121] Recomendación UIT-T Y.2121 (2008), *Requisitos para el soporte de la tecnología de transporte con conocimiento del estado del flujo en la red de próxima generación.*
- [b-IETF RFC 3198] IETF RFC 3198 (2001), *Terminology for policy-based management.*
- [b-IETF RFC 6390] IETF RFC 6390 (2011), *Guidelines for considering new performance metric development.*

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación