



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**I.355**

(10/2000)

SERIE I: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Aspectos y funciones globales de la red – Objetivos de  
calidad de funcionamiento

---

**Característica de disponibilidad de los tipos  
de conexión RDSI a 64 kbit/s**

Recomendación UIT-T I.355

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE I  
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

ESTRUCTURA GENERAL	
Terminología	I.110–I.119
Descripción de las RDSI	I.120–I.129
Métodos generales de modelado	I.130–I.139
Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación	I.140–I.149
Descripción general del modo de transferencia asíncrono	I.150–I.199
CAPACIDADES DE SERVICIO	
Alcance	I.200–I.209
Aspectos generales de los servicios en una RDSI	I.210–I.219
Aspectos comunes de los servicios en una RDSI	I.220–I.229
Servicios portadores soportados por una RDSI	I.230–I.239
Teleservicios soportados por una RDSI	I.240–I.249
Servicios suplementarios en RDSI	I.250–I.299
ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED	
Principios funcionales de la red	I.310–I.319
Modelos de referencia	I.320–I.329
Numeración, direccionamiento y encaminamiento	I.330–I.339
Tipos de conexión	I.340–I.349
<b>Objetivos de calidad de funcionamiento</b>	<b>I.350–I.359</b>
Características de las capas de protocolo	I.360–I.369
Funciones y requisitos generales de la red	I.370–I.399
INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI	
Aplicación de las Recomendaciones de la serie I a interfaces usuario-red de la RDSI	I.420–I.429
Recomendaciones relativas a la capa 1	I.430–I.439
Recomendaciones relativas a la capa 2	I.440–I.449
Recomendaciones relativas a la capa 3	I.450–I.459
Multiplexación, adaptación de velocidad y soporte de interfaces existentes	I.460–I.469
Aspectos de la RDSI que afectan a los requisitos de los terminales	I.470–I.499
INTERFACES ENTRE REDES	
PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	
ASPECTOS DE LOS EQUIPOS DE RDSI-BA	
Equipos del modo de transferencia asíncrono	I.730–I.739
Funciones de transporte	I.740–I.749
Gestión de equipos del modo de transferencia asíncrono	I.750–I.799

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

## RECOMENDACIÓN UIT-T I.355

### CARACTERÍSTICA DE DISPONIBILIDAD DE LOS TIPOS DE CONEXIÓN RDSI A 64 kbit/s

#### Resumen

La finalidad de esta Recomendación es definir los parámetros y objetivos que describen la característica de calidad de funcionamiento de los siguientes tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s:

- tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT);
- tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT);
- tipo de conexión de circuitos especializados (DCCT).

Los tipos de conexión se categorizan de acuerdo con sus características en diferentes tipos de tramos, con puntos de medición (MP) que delimitan cada tramo. Los parámetros definidos son: disponibilidad de tramo de conexión (A) y tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión ( $M_0$ ). La característica de disponibilidad se describe especificando los objetivos del caso más desfavorable para estos parámetros de cada tipo de tramo. Con esos objetivos se pretende ayudar en el diseño y la planificación de la red limitando el efecto agregado de las degradaciones de red, incluidos bloqueos, fallos de equipos y errores de transmisión, en la disponibilidad de la RDSI.

Para definir la función de disponibilidad de los diferentes tipos de conexión, el procedimiento adoptado consiste en especificar un conjunto de elementos de decisión de disponibilidad y los criterios de interrupción asociados. Se utiliza un modelo de disponibilidad de dos estados de acuerdo con el cual el estado de disponibilidad de un tramo en un intervalo de medición específico se determina comparando la disponibilidad observada con los criterios de interrupción particulares. Se dan directrices sobre medición práctica de los parámetros, incluyendo técnicas estadísticas de muestreo. Se incluyen además ejemplos con los que se ilustra cómo calcular una característica de disponibilidad de extremo a extremo representativa utilizando la disponibilidad observada de los tramos individuales.

#### Orígenes

La Recomendación UIT-T I.355, ha sido revisada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por la AMNT (Montreal, 27 de septiembre-6 de octubre de 2000).

## PREFACIO

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

La 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.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2001

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

## ÍNDICE

### Página

1	Introducción .....	1
1.1	Finalidad .....	1
1.2	Alcance .....	1
1.3	Abreviaturas .....	2
1.4	Recomendaciones conexas.....	2
1.5	Metodología de especificación de la disponibilidad.....	3
1.6	Organización de la presente Recomendación .....	4
2	Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de paquetes (PSCT).....	5
2.1	Función de disponibilidad de PSCT .....	5
2.2	Parámetros de disponibilidad de PSCT .....	6
2.3	Objetivos de disponibilidad de PSCT.....	7
3	Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de circuitos (CSCT).....	7
3.1	Función de disponibilidad de CSCT .....	7
3.2	Parámetros de disponibilidad de CSCT .....	9
3.3	Objetivos de disponibilidad de CSCT .....	9
4	Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s de circuitos especializados (DCCT).....	10
4.1	Función de disponibilidad de DCCT .....	10
4.2	Parámetros de disponibilidad de DCCT .....	10
4.3	Objetivos de disponibilidad de DCCT.....	11
Anexo A	– Estimación por muestreo de los parámetros de disponibilidad de la RDSI .....	12
A.1	Estimación del estado de disponibilidad de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación .....	12
A.1.1	Definición de la prueba mínima para determinar el estado de disponibilidad de PSCT .....	12
A.1.2	Definición de la prueba mínima para determinar el estado de disponibilidad de CSCT .....	13
A.2	Estimación de la disponibilidad de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación .....	14
A.3	Estimación del tiempo medio entre interrupciones de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación.....	15
A.4	Base estadística de la fase I de la prueba mínima con $N = 4$ .....	16

A.5	Aplicación de la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT) a la fase I de la prueba mínima de disponibilidad .....	17
A.5.1	Procedimiento de prueba SPRT .....	18
A.5.2	Metodología de SPRT .....	18
Anexo B	– Característica de disponibilidad de extremo a extremo representativa de los tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s .....	21
B.1	Característica de disponibilidad de diseño de extremo a extremo representativa del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de paquetes (PSCT).....	21
B.1.1	Definición de conexiones de PSCT de extremo a extremo ilustrativas.....	22
B.1.2	Característica de disponibilidad de las conexiones PSCT de extremo a extremo para los ejemplos de configuración del caso 1 y del caso 2 .....	22
B.1.3	Característica de disponibilidad de diseño representativa de otros tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s.....	23
B.2	Cálculo del "percentil 95" de la disponibilidad de extremo a extremo a partir de las disponibilidades del "caso más desfavorable" de los tramos de la conexión .....	23
Anexo C	– Parámetros de disponibilidad conexos .....	25
Anexo D	– Factores que deben especificarse al informar sobre la característica de disponibilidad de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s.....	26
D.1	Horas planificadas de disponibilidad del tramo de la conexión .....	26

## Recomendación I.355

### CARACTERÍSTICA DE DISPONIBILIDAD DE LOS TIPOS DE CONEXIÓN RDSI A 64 kbit/s

#### 1 Introducción

##### 1.1 Finalidad

La finalidad de la presente Recomendación es definir los parámetros de calidad de funcionamiento de la red que describen la disponibilidad de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s, establecer valores y asignaciones para estos valores. Contiene además orientaciones sobre la medición de dichos parámetros.

Los objetivos del caso más desfavorable especificados en esta Recomendación están destinados a asistir a los diseñadores y planificadores de las redes, limitando el efecto acumulado de las degradaciones de la red, incluidos los bloqueos, los fallos de los equipos y los errores de transmisión, en la disponibilidad de red de la RDSI.

Los objetivos indicados en esta Recomendación para la disponibilidad de tipos de conexión no corresponden directamente al nivel de calidad de servicio que han de esperar los clientes.

##### 1.2 Alcance

La presente Recomendación define parámetros de disponibilidad y especifica objetivos de disponibilidad del caso más desfavorable para tres tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s (véase el cuadro 1): tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT, *packet-switched connection type*), tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT, *circuit-switched connection type*) y tipo de conexión de circuitos especializados (DCCT, *dedicated-circuit connection type*)<sup>1</sup>. Esta Recomendación proporciona además métodos de estimación de los parámetros de disponibilidad definidos.

**Cuadro 1/I.355 – Tipos de conexión de la Recomendación I.355**

Tipo de conexión I.355	Modo de transferencia de información	Velocidad de transferencia de información (capa 1)	Establecimiento de la conexión
PSCT (nota 1)	Paquete	64 kbit/s	Conmutada
CSCT (nota 2)	Circuito	64 kbit/s	Conmutada
DCCT (nota 3)	Circuito	64 kbit/s	Semipermanente, permanente

NOTA 1 – El tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT) incluye el tipo de conexión RDSI B1 del cuadro 2/I.340 para acceso por el canal B (caso B) de la figura 2-2/X.31.

NOTA 2 – El tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT) incluye el tipo de conexión RDSI A1 del cuadro 2/I.340.

NOTA 3 – El tipo de conexión de circuitos especializados (DCCT) incluye los tipos de conexión RDSI A2 y A3 del cuadro 2/I.340.

<sup>1</sup> La característica de disponibilidad de otros tipos de conexión RDSI queda en estudio.

### 1.3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

A()	Disponibilidad de tramo de conexión ( <i>connection portion availability</i> )
CEP	Probabilidad de error de establecimiento de la comunicación ( <i>call set-up error probability</i> )
CFP	Probabilidad de fallo de establecimiento de la comunicación ( <i>call set-up failure probability</i> )
CSCT	Tipo de conexión con conmutación de circuitos ( <i>circuit-switched connection type</i> )
DCCT	Tipo de conexión con circuitos especializados ( <i>dedicated-circuit connection type</i> )
ISC	Centro de conmutación internacional ( <i>international switching centre</i> )
M <sub>O</sub> ()	Tiempo medio entre interrupciones de tramos de conexión ( <i>mean time between connection portion outages</i> )
MP	Punto de medición ( <i>measurement point</i> )
MPI	Punto de medición I ( <i>measurement point I</i> )
MPT	Punto de medición T ( <i>measurement point T</i> )
PD	Desconexión prematura ( <i>premature disconnect</i> )
PDP	Probabilidad de desconexión prematura ( <i>premature disconnect probability</i> )
PDSP	Probabilidad de estímulo de desconexión prematura ( <i>premature disconnect stimulus probability</i> )
PSCT	Tipo de conexión con conmutación de paquetes ( <i>packet-switched connection type</i> )
RE	Evento de referencia ( <i>reference event</i> )
RER	Tasa de error residual ( <i>residual error ratio</i> )
RP	Probabilidad de reiniciación ( <i>reset probability</i> )
RSP	Probabilidad de estímulo de reiniciación ( <i>reset stimulus probability</i> )
SES	Segundo con muchos errores ( <i>severely errored second</i> )
SPRT	Prueba de relación de probabilidad secuencial ( <i>sequential probability ratio test</i> )
TC	Capacidad de caudal ( <i>throughput capacity</i> )

### 1.4 Recomendaciones conexas

Para caracterizar la disponibilidad, esta Recomendación aplica conceptos y definiciones proporcionados en Recomendaciones conexas sobre calidad de funcionamiento de la RDSI, entre las que cabe citar las Recomendaciones I.350 y X.140 (Estructura general), Recomendación I.353 (Puntos de medición pertinentes) y Recomendaciones I.354, I.352 y G.821 (Parámetros primarios de calidad de funcionamiento).

La calidad de funcionamiento de la RDSI se considera en el contexto de la matriz  $3 \times 3$  definida en las Recomendaciones I.350 y X.140. En dicha matriz se identifican tres funciones de comunicación independientes del protocolo: acceso, transferencia de información de usuario y abandono. Estas funciones generales corresponden al establecimiento de la conexión, a la transferencia de datos y a la liberación de conexiones a 64 kbit/s, de conformidad con los protocolos de la RDSI recomendados. Cada función se considera en relación con tres aspectos del funcionamiento general (o "criterios de calidad de funcionamiento"): velocidad, exactitud y seguridad de funcionamiento, que expresan,



respectivamente, el retardo o la velocidad, el grado de corrección y el grado de certeza con que se efectúa la función.

La Recomendación I.353 define lo siguiente:

- puntos de medición físicos (MP, *measurement points*) en los que pueden observarse los protocolos RDSI recomendados por el UIT-T;
- MP particulares (designados MPT y MPI), que delimitan tramos de una conexión RDSI de extremo a extremo, para los que pueden especificarse objetivos de calidad de funcionamiento;
- un conjunto de eventos de referencia (RE, *reference events*) significativos para el funcionamiento, cada uno de los cuales corresponde a la transferencia de una unidad de control discreta o información de usuario a través de un MP, de conformidad con un protocolo recomendado por el UIT-T;
- reglas para la identificación del momento en que se produce cualquier RE en cualquier MP.

La Recomendación I.354 define los parámetros de velocidad, exactitud y seguridad de funcionamiento específicos del protocolo para conexiones RDSI con conmutación de paquetes. La Recomendación I.352 define esos mismos parámetros para el establecimiento y la liberación de conexiones RDSI con conmutación de circuitos. La Recomendación G.821 define los parámetros de característica de error (exactitud) para la transferencia de información de usuario en conexiones RDSI con conmutación de circuitos y con circuitos especializados. Los parámetros de calidad de funcionamiento RDSI definidos en estas tres Recomendaciones se utilizan para distinguir los periodos de disponibilidad y de indisponibilidad. Se les llama "parámetros primarios" para subrayar su derivación directa a partir de eventos de referencia significativos para la calidad de funcionamiento de la RDSI.

## 1.5 Metodología de especificación de la disponibilidad

Un modelo de dos estados establece la base para la descripción de la disponibilidad global de tramos de conexión RDSI a 64 kbit/s. Funciones de disponibilidad especificadas comparan los valores de subconjuntos de parámetros primarios con los correspondientes umbrales de interrupción, para clasificar el tramo de conexión como "disponible" (sin interrupción del tramo) o "indisponible" (interrupción del tramo) durante un periodo de disponibilidad planificado. Esta Recomendación especifica las funciones de disponibilidad y define los parámetros y objetivos de disponibilidad que caracterizan el proceso aleatorio binario resultante.

El término "disponibilidad de tramo" se refiere a la capacidad de un usuario de establecer y mantener, en un MP, una conexión útil con (o a través de) otro MP determinado. Esa capacidad se evalúa mediante las funciones de disponibilidad especificadas. Si no puede establecerse una conexión a pesar de haberlo intentado varias veces o si la calidad de la conexión es inaceptable (de acuerdo con los umbrales de interrupción), se dice que el tramo de conexión está indisponible entre esos dos MP. (Obsérvese que el tramo de conexión puede estar indisponible entre  $MP_x$  y  $MP_y$  y estar disponible, al mismo tiempo, el tramo de conexión entre  $MP_x$  y  $MP_z$ .) También puede estar indisponible el tramo de conexión delimitado por un par de MP si las conexiones establecidas entre los MP especificados se desconectan repetidamente. Una sola desconexión prematura de una conexión conmutada no es suficiente para declarar el tramo indisponible – en otras palabras, el usuario debe restablecer la conexión. Sin embargo, si varias conexiones sucesivas entre dos MP se desconectan durante un breve intervalo de tiempo, se declara indisponible el tramo entre esos  $MP^2$ .

---

<sup>2</sup> A menudo puede establecerse una conexión entre dos MP determinados por más de un trayecto físico. Las medidas de disponibilidad definidas en esta Recomendación se aplican al conjunto de facilidades de red que pueden utilizarse para interconectar un determinado par de MP, en vez de al trayecto utilizado para interconectar los MP en un caso concreto.

En la presente Recomendación se definen dos parámetros de disponibilidad genéricos:

- *disponibilidad de tramo de conexión (A)*; y
- *tiempo medio entre interrupciones de tramos de conexión (M<sub>O</sub>)*.

Puede hacerse una estimación de cada parámetro entre cualquier par de MP asociados con una conexión RDSI a 64 kbit/s de extremo a extremo. Esta generalidad hace que los parámetros resulten útiles para asignar y concatenar los objetivos de calidad de funcionamiento.

NOTA – El parámetro de calidad de funcionamiento tiempo medio entre interrupciones de tramos de conexión describe aspectos temporales de la disponibilidad. Este parámetro es análogo al parámetro tiempo medio entre interrupciones del servicio definido en la Recomendación X.137.

Esta Recomendación especifica objetivos de disponibilidad para cuatro tipos de tramo (véase el cuadro 2). No se especifican los valores de calidad de funcionamiento para equipos terminales RDSI pero los parámetros definidos en esta Recomendación pueden emplearse en esa especificación, para ayudar a los usuarios a establecer relaciones cuantitativas entre calidad de funcionamiento de la red y calidad de servicio (Recomendación I.350).

Los objetivos del caso más desfavorable para los parámetros de disponibilidad definidos se especifican en las cláusulas 2 a 4. Se especifican distintos objetivos para tipos de tramo A y B en conexiones PSCT, mientras que en el caso de conexiones CSCT y DCCT se especifica un conjunto de objetivos que se aplica a ambos tipos de tramo. Los valores correspondientes deben ser satisfechos por cualquier tramo de conexión utilizada para proporcionar comunicaciones RDSI. La calidad de funcionamiento de un tramo de conexión a 64 kbit/s puede ser mejor que los objetivos de caso más desfavorable especificados en la presente Recomendación.

**Cuadro 2/I.355 – Tipos de tramos para los que se especifican valores de disponibilidad de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s**

<b>Tipo de tramo (Nota 1)</b>	<b>Características típicas (Nota 2)</b>
MPT-MPI (tipo A)	Conexión a través de una red de acceso
MPT-MPI (tipo B)	Conexión a través de una red de acceso y una o más redes de tránsito
MPI-MPI (tipo A)	Conexión a través de un circuito directo entre redes
MPI-MPI (tipo B)	Conexión a través de una o más redes de tránsito
<p>NOTA 1 – Para distribuir los valores de disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT), se incluye el centro de conmutación internacional (ISC, <i>international switching centre</i>) asociado con un MPI en el tramo MPT-MPI y se excluye del tramo MPI-MPI. Para distribuir los valores de disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT) y del tipo de conexión con circuitos especializados (DCCT), se excluye el ISC asociado con un MPI del tramo MPT-MPI y se incluye en el tramo MPI-MPI. La Recomendación I.353 define las fronteras de MPT y MPI.</p> <p>NOTA 2 – Los valores especificados para los tramos tipo B también son aplicables a los tramos RDSI no identificados explícitamente como tipo A o tipo B.</p>	

## **1.6 Organización de la presente Recomendación**

El resto de la presente Recomendación consta de tres cláusulas y cuatro anexos. La cláusula 2 especifica la disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT). La cláusula 3 especifica la disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT). La cláusula 4 especifica la disponibilidad del tipo de conexión con circuitos especializados (DCCT). En cada uno de esos puntos se definen la función de disponibilidad, los parámetros de disponibilidad y los objetivos de disponibilidad para tramos de conexión del correspondiente tipo de conexión. En el anexo A figuran procedimientos de estimación de valores de parámetros de disponibilidad, incluidas

pruebas mínimas para determinar los estados de disponibilidad de los PSCT y CSCT. El anexo B proporciona métodos numéricos para combinar los valores de calidad de funcionamiento de cada uno de los tramos y estimar así la disponibilidad de extremo a extremo (es decir, MPT a MPT), derivándose valores de MPT a MPT para dos ejemplos de conexiones ficticias de referencia. En el anexo C se definen parámetros conexos que pueden utilizarse en la descripción de la disponibilidad. El anexo D identifica los factores que deben especificarse al informar sobre la disponibilidad de la RDSI.

## 2 Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de paquetes (PSCT)

La cláusula 2 consta de tres subcláusulas. En la subcláusula 2.1 se define la función de disponibilidad para tipos de conexión a 64 kbit/s que soportan servicios con conmutación de paquetes de la RDSI. En la subcláusula 2.2 se definen los parámetros de disponibilidad PSCT. En la subcláusula 2.3 se especifican los objetivos de disponibilidad PSCT del caso más desfavorable.

### 2.1 Función de disponibilidad de PSCT

Para calcular la disponibilidad de PSCT se emplean ocho parámetros de calidad de funcionamiento de las Recomendaciones I.354, X.135 y X.136: capacidad de caudal, probabilidad de fallo de establecimiento de la comunicación, probabilidad de error de establecimiento de la comunicación, tasa de error residual, probabilidad de reiniciación, probabilidad de estímulo de reiniciación, probabilidad de desconexión prematura y probabilidad de estímulo de desconexión prematura. Para definir la función de disponibilidad de los PSCT se utilizan cinco combinaciones particulares de estos parámetros, denominados *parámetros de decisión de disponibilidad*. En el cuadro 3 figuran dichos parámetros de decisión y los criterios de interrupción asociados.

**Cuadro 3/I.355 – Criterios de interrupción para los parámetros de decisión de disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de paquetes (PSCT) a 64 kbit/s por la RDSI**

Elemento de decisión	Parámetros de decisión de disponibilidad	Criterio de interrupción
i)	Probabilidad de error de establecimiento de la comunicación (CEP) Probabilidad de fallo de establecimiento de la comunicación (CFP)	$CEP + CFP > 0,9$
ii)	Capacidad de caudal (TC)	$TC < 80 \text{ bit/s}$
iii)	Tasa de error residual (RER)	$RER > 0,001$
iv)	Probabilidad de reiniciación (RP) Probabilidad de estímulo de reiniciación ( $RSP_1, RSP_2$ )	$RSP_1 + RP + RSP_2 > 0,015$
v)	Probabilidad de estímulo de desconexión prematura para cada sentido, $PDSP_1, PDSP_2$ Probabilidad de desconexión prematura (PDP)	$RDSP_1 + PDP + PDSP_2 > 0,001$
NOTA – Los subíndices 1 y 2 se refieren a los puntos extremos del tramo.		

La probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP) se define en la Recomendación X.136.

La calidad de funcionamiento se considera independientemente con respecto a cada criterio de interrupción. Si el valor de la calidad de funcionamiento observada es igual o superior al umbral de interrupción definido, se dice que el funcionamiento respecto a ese criterio de interrupción es

aceptable. Si el valor de la calidad de funcionamiento observada es inferior al umbral de interrupción, se dice que el funcionamiento respecto a ese criterio de interrupción es inaceptable.

Se dice que un tramo PSCT entre MP especificados está *disponible* (o que está en estado de disponibilidad) si la calidad de funcionamiento medida en los MP que delimitan ese tramo es aceptable en relación con todos los criterios de interrupción del PSCT. Se dice que un tramo de PSCT entre MP especificados está *indisponible* (o que está en estado de indisponibilidad) si:

- 1) la calidad de funcionamiento medida en los MP que delimitan ese tramo es inaceptable en relación con uno o más de los cinco criterios de interrupción del PSCT; o
- 2) no pueden generarse los eventos de referencia que se utilizan en la definición de los parámetros de decisión de PSCT, por indisponibilidad del enlace en uno o ambos MP<sup>3</sup>.

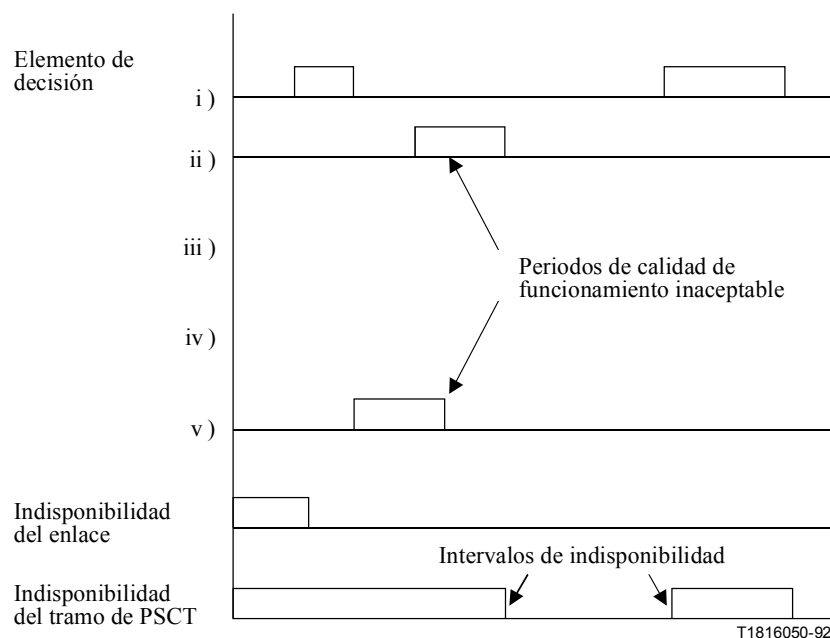
Se excluyen los casos de indisponibilidad del enlace cuya causa esté fuera del tramo.

Los intervalos durante los cuales está indisponible un tramo PSCT se identifican por la superposición de los periodos de calidad de funcionamiento inaceptable según todos los criterios de interrupción del PSCT (y cualesquiera periodos de calidad de funcionamiento inaceptable por indisponibilidad del enlace), como se indica en la figura 1.

Para evitar que las degradaciones transitorias se consideren periodos de indisponibilidad, cada prueba del estado de disponibilidad debe durar por lo menos 5 minutos. Para reducir la probabilidad de cambios de estado durante una prueba del estado de disponibilidad vigente, dicha prueba debe durar menos de 20 minutos. En el anexo A se define una prueba de disponibilidad mínima que satisface estas limitaciones.

## 2.2 Parámetros de disponibilidad de PSCT

En esta subcláusula se especifican los objetivos del caso más desfavorable para dos parámetros de disponibilidad de PSCT: disponibilidad de PSCT y tiempo medio entre interrupciones de PSCT.



**Figura 1/I.355 – Determinación de los estados de disponibilidad del PSTC**

<sup>3</sup> La indisponibilidad de enlace en un MP que delimita un tramo puede deberse, por ejemplo, al fallo de un circuito físico o de un controlador de la capa de enlace de datos dentro del tramo. En la Recomendación X.137 se especifican criterios para definir la indisponibilidad de la capa de enlace de datos.

**2.2.1 Definición de disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de paquetes:** La disponibilidad del PSCT se aplica tanto a servicios de llamada virtual como de circuito virtual permanente. La disponibilidad PSCT,  $A(\text{PSCT})$ , de un tramo de PSCT, es el porcentaje a largo plazo del tiempo de disponibilidad planificado en que ese tramo está disponible efectivamente.

El tiempo de disponibilidad planificado de un tramo de conexión es el tiempo durante el cual el proveedor de la red acepta poner a disposición ese tramo para soportar comunicaciones RDSI. En el anexo A se describe un procedimiento para estimar la disponibilidad de PSCT.

**2.2.2 Definición de tiempo medio entre interrupciones del tipo de conexión con conmutación de paquetes:** El tiempo medio entre interrupciones de PSCT se aplica tanto a servicios de llamada virtual como a servicios de circuitos virtuales permanentes. El tiempo medio entre interrupciones de PSCT,  $M_O(\text{PSCT})$ , para un tramo de conexión, es la duración media de cualquier intervalo continuo durante el cual está disponible el tramo. Los intervalos consecutivos de tiempo de disponibilidad planificado están concatenados. En el anexo A se describe un procedimiento de estimación del  $M_O(\text{PSCT})$ .

### 2.3 Objetivos de disponibilidad de PSCT

El cuadro 4 especifica los objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de PSCT para los cuatro tipos de tramo definidos en el cuadro 2.

## 3 Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de circuitos (CSCT)

La cláusula 3 consta de tres subcláusulas. En la subcláusula 3.1 se define la función de disponibilidad para tipos de conexión a 64 kbit/s que soportan servicios con conmutación de circuitos por la RDSI. En la subcláusula 3.2 se definen los parámetros de disponibilidad de CSCT. En la subcláusula 3.3 se especifican los objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de CSCT.

**Cuadro 4/I.355 – Objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de PSCT [ $A(\text{PSCT})$ ] y de tiempo medio entre interrupciones de PSCT [ $M_O(\text{PSCT})$ ]**

Parámetro	Tipo de tramo			
	MPT-MPI		MPI-MPI	
	A	B	A	B
$A(\text{PSCT})$ (porcentaje)	99,5	99,0	99,5	99,0
$M_O(\text{PSCT})$ (horas)	1200	800	1200	800

### 3.1 Función de disponibilidad de CSCT

Para calcular la característica de disponibilidad de CSCT se utilizan cuatro parámetros primarios<sup>4</sup> de calidad de funcionamiento:

- probabilidad de error de establecimiento de la conexión;
- probabilidad de fallo de establecimiento de la conexión;

<sup>4</sup> La definición exacta de estos parámetros queda en estudio y aparecerá en otra Recomendación.

- probabilidad de estímulo de desconexión prematura; y
- probabilidad de desconexión prematura.

Para definir la función de disponibilidad de CSCT se utilizan dos combinaciones particulares de estos parámetros, denominados *parámetros de decisión de disponibilidad*. En el cuadro 5 figuran dichos parámetros de decisión y los criterios de interrupción asociados.

**Cuadro 5/I.355 – Criterios de interrupción para los parámetros de decisión de disponibilidad de tipo de conexión con conmutación de circuitos (CSCT) a 64 kbit/s por la RDSI**

Elemento de decisión	Parámetros de decisión de disponibilidad	Criterio de interrupción
i)	Probabilidad de error de establecimiento de la conexión (CEP) Probabilidad de fallo de establecimiento de la conexión (CFP)	$CEP + CFP > 0,9$
ii)	Probabilidad de desconexión prematura (PDP) Probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP <sub>1</sub> , PDSP <sub>2</sub> )	$PDSP_1 + PDP + PDSP_2 > 0,001$

NOTA – Los subíndices 1 y 2 se refieren a los puntos extremos del tramo.

La calidad de funcionamiento se considera independientemente con respecto a cada criterio de interrupción. Si el valor de la calidad de funcionamiento observada es igual o superior al umbral de interrupción definido, se dice que el funcionamiento con respecto a ese criterio de interrupción es aceptable. Si el valor de la calidad de funcionamiento observada es inferior al umbral de interrupción, se dice que el funcionamiento con respecto a ese criterio de interrupción es inaceptable.

Se dice que un tramo de CSCT entre MP especificados está *disponible* (o que está en estado de disponibilidad) si la calidad de funcionamiento medida en los MP que delimitan ese tramo es aceptable en relación con todos los criterios de interrupción de CSCT. Se dice que un tramo de CSCT entre MP especificados está *indisponible* (o que está en estado de indisponibilidad) si:

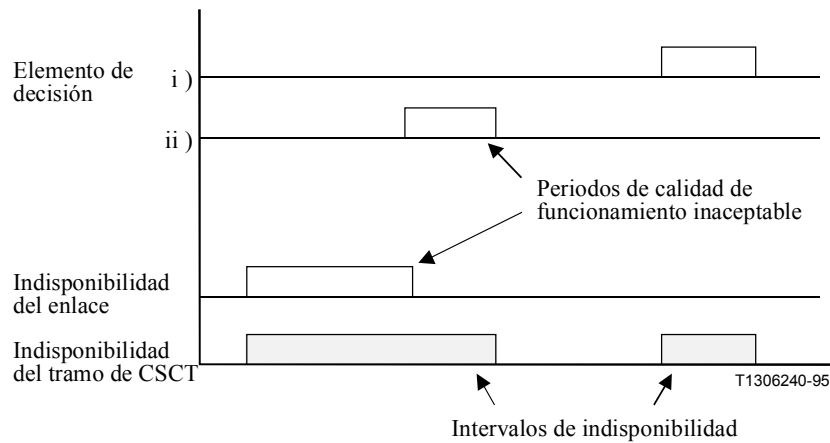
- 1) la calidad de funcionamiento medida en los MP que delimitan ese tramo es inaceptable en relación con uno o más de los dos criterios de interrupción; o
- 2) no pueden generarse los eventos de referencia que se utilizan en la definición de los parámetros de decisión de CSCT, por indisponibilidad del enlace en uno o ambos MP<sup>5</sup>.

Se excluyen los casos de indisponibilidad del enlace cuya causa esté fuera del tramo.

Los intervalos durante los cuales está indisponible un tramo de CSCT se identifican por la superposición de los periodos de calidad de funcionamiento inaceptable según todos los parámetros de decisión de CSCT (y cualesquiera periodos de calidad de funcionamiento inaceptable por indisponibilidad de enlace) como se indica en la figura 2.

Para evitar que las degradaciones transitorias se consideren periodos de indisponibilidad, cada prueba de estado de disponibilidad debe durar por lo menos 5 minutos. Para reducir la probabilidad de cambios de estado durante una prueba del estado de disponibilidad vigente, dicha prueba debe durar menos de 20 minutos. En el anexo A se define una prueba de disponibilidad mínima que satisface estas limitaciones.

<sup>5</sup> La indisponibilidad del enlace en un MP que delimita un tramo puede deberse, por ejemplo, al fallo de un circuito físico o de un controlador de la capa de enlace de datos dentro del tramo. En la Recomendación X.137 se especifican criterios para definir la indisponibilidad de la capa de enlace de datos.



**Figura 2/I.355 – Determinación de los estados de disponibilidad de las conexiones CSCT**

### 3.2 Parámetros de disponibilidad de CSCT

En esta subcláusula se especifican los objetivos del caso más desfavorable para dos parámetros de disponibilidad de CSCT: disponibilidad de CSCT y tiempo medio entre interrupciones de CSCT.

**3.2.1 Definición de disponibilidad del tipo de conexión con conmutación de circuitos:** La disponibilidad del CSCT,  $A(\text{CSCT})$ , de un tramo de CSCT es el porcentaje a largo plazo del tiempo de disponibilidad planeado durante el cual ese tramo está disponible efectivamente.

El tiempo de disponibilidad planeado de un tramo de conexión es el tiempo durante el cual el proveedor de la red acepta poner a disposición ese tramo para soportar comunicaciones RDSI. En el anexo A se describe un procedimiento para estimar la disponibilidad de CSCT.

**3.2.2 Definición de tiempo medio entre interrupciones del tipo de conexión con conmutación de circuitos:** El tiempo medio entre interrupciones de CSCT,  $M_O(\text{CSCT})$ , de un tramo de conexión, es la duración media de cualquier intervalo continuo durante el cual está disponible ese tramo. Los intervalos consecutivos de tiempo de disponibilidad planeado están concatenados. En el anexo A se describe un procedimiento de estimación del  $M_O(\text{CSCT})$ .

### 3.3 Objetivos de disponibilidad de CSCT

El cuadro 6 especifica los objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de CSCT para los dos tipos de tramos definidos en el cuadro 2.

**Cuadro 6/I.355 – Objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad [ $A(\text{CSCT})$ ] y de tiempo medio entre interrupciones [ $M_O(\text{CSCT})$ ] de CSCT**

Parámetro	Tipo de tramo	
	MPT-MPI	MPI-MPI
$A(\text{CSCT})$ (porcentaje)	99,5	99,5
$M_O(\text{CSCT})$ (horas)	1200	1600

#### **4 Característica de disponibilidad del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s de circuitos especializados (DCCT)**

La cláusula 4 consta de tres subcláusulas. En la subcláusula 4.1 se define la función de disponibilidad para tipos de conexión a 64 kbit/s que soportan servicios de circuitos especializados de la RDSI. En la subcláusula 4.2 se definen los parámetros de disponibilidad de DCCT. En la subcláusula 4.3 se especifican los objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de DCCT.

##### **4.1 Función de disponibilidad de DCCT**

Las transiciones entre los estados de disponibilidad y de indisponibilidad se definen en base a las condiciones consecutivas en materia de segundos con muchos errores (SES)<sup>6</sup>. Un tramo de DCCT en estado de disponibilidad pasa al estado de indisponibilidad cuando transcurren por primera vez 10 SES consecutivos. Un tramo de DCCT en estado de indisponibilidad pasa al estado de disponibilidad la primera vez que transcurran 10 segundos consecutivos sin contener SES (véase la figura 3).

NOTA – Según estos criterios, ha de observarse un evento de cambio de estado de disponibilidad antes de que pueda determinarse el estado de disponibilidad de un tramo de DCCT.

##### **4.2 Parámetros de disponibilidad de DCCT**

En esta subcláusula se especifican los objetivos del caso más desfavorable para dos parámetros de disponibilidad de DCCT: disponibilidad de DCCT y tiempo medio entre interrupciones de DCCT.

**4.2.1 Definición de disponibilidad de DCCT:** La disponibilidad de DCCT,  $A(\text{DCCT})$ , de un tramo de DCCT, es el porcentaje a largo plazo de tiempo de disponibilidad planificado durante el cual ese tramo está disponible efectivamente.

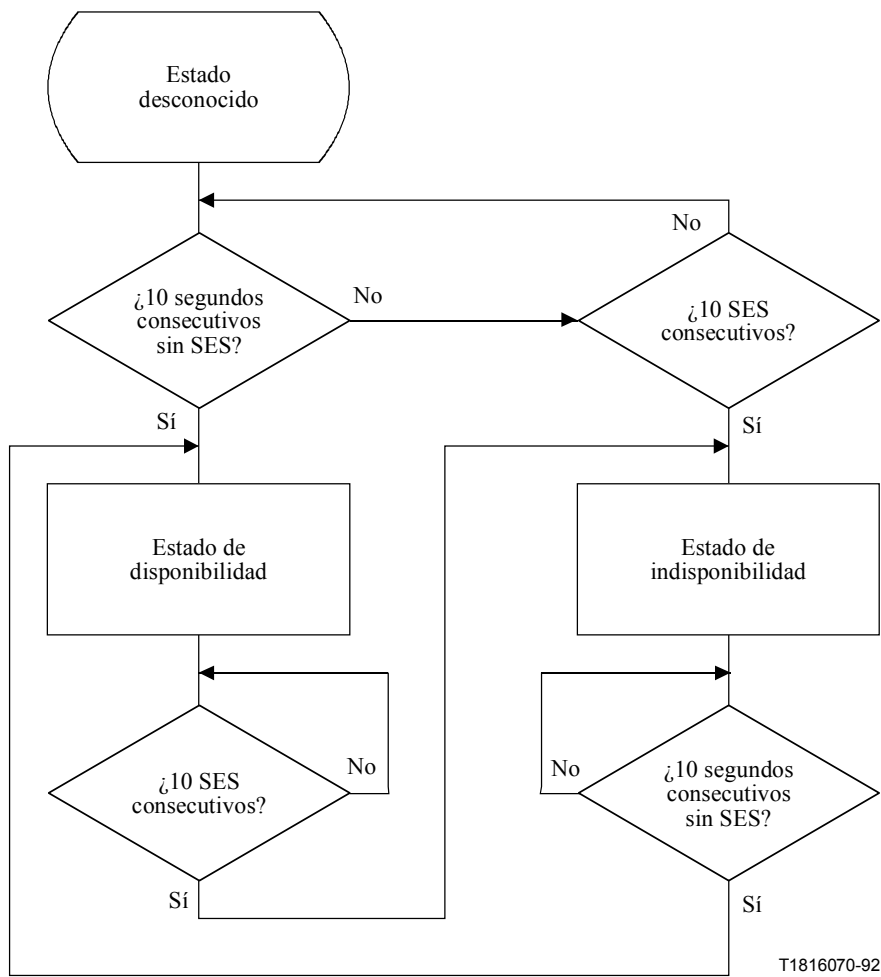
Tiempo de disponibilidad planificado de un tramo de conexión es el tiempo durante el cual el proveedor de la red acepta poner a disposición ese tramo para comunicaciones RDSI.

**4.2.2 Definición de tiempo medio entre interrupciones de DCCT:** El tiempo medio entre interrupciones de DCCT,  $M_0(\text{DCCT})$ , de un tramo de conexión, es la duración media de cualquier intervalo continuo durante el cual está disponible ese tramo. Los intervalos consecutivos de tiempo de disponibilidad planificado están concatenados.

---

<sup>6</sup> SES se define en la Recomendación G.821.





**Figura 3/I.355 – Determinación de los estados de disponibilidad de DCCT**

### 4.3 Objetivos de disponibilidad de DCCT

En el cuadro 7 se especifican los objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de DCCT para cada uno de los cuatro tipos de tramo definidos en el cuadro 2.

**Cuadro 7/I.355 – Objetivos del caso más desfavorable de disponibilidad de DCCT [A(DCCT)] y de tiempo medio entre interrupciones de DCCT ([M<sub>O</sub>(DCCT)]**

Parámetro	Tipo de tramo	
	MPT-MPI	MPI-MPI
A(DCCT) (porcentaje)	En estudio, 99,75	En estudio, 99,75
M <sub>O</sub> (DCCT) (horas)	En estudio, 3600	En estudio, 3600
NOTA – Todos los valores quedan en estudio.		

## ANEXO A

### Estimación por muestreo de los parámetros de disponibilidad de la RDSI

NOTA – Este anexo contiene métodos provisionales y valores asociados para la estimación por muestreo de los parámetros de disponibilidad de la RDSI. Los valores estimados obtenidos mediante estos métodos no corresponden directamente con el nivel de calidad de servicio que han de esperar los clientes.

#### A.1 Estimación del estado de disponibilidad de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación

Esta subcláusula define pruebas mínimas para la determinación de los estados de disponibilidad de tipos de conexión con conmutación a 64 kbit/s por la RDSI. La subcláusula A.1.1 define una prueba mínima para la determinación del estado de disponibilidad de tipos de conexión con conmutación de paquetes (PSCT) y A.1.2 define una prueba mínima para la determinación de tipos de conexión con conmutación de circuitos (CSCT). No se define una prueba mínima para la determinación del estado de disponibilidad de tipos de conexión con circuitos especializados (DCCT) porque estos tipos de conexión se establecen con carácter permanente o semipermanente y pueden supervisarse de manera continua.

Los riesgos de decisiones erróneas inherentes a estas pruebas mínimas son los siguientes:

- a) la probabilidad de declarar la conexión disponible cuando la verdadera CEP + CFP es superior a 0,9, igual o inferior al 35%;
- b) la probabilidad de declarar la conexión indisponible cuando la verdadera CEP + CFP es inferior a 0,7, igual o inferior al 24%.

Sin embargo, durante los periodos de disponibilidad, CEP + CFP suele ser mucho más pequeña que 0,7, por lo que la probabilidad real de declarar erróneamente la indisponibilidad es muy inferior al 24%.

Asimismo, durante los periodos de indisponibilidad, CEP + CFP suele ser mayor que 0,9, por lo que la probabilidad real de declarar erróneamente la disponibilidad es inferior al 35%.

##### A.1.1 Definición de la prueba mínima para determinar el estado de disponibilidad de PSCT

La definición de disponibilidad de PSCT exige la comparación de la calidad de funcionamiento observada según los cinco parámetros de decisión con los umbrales de interrupción. Un solo resultado satisfactorio de la prueba que se indica a continuación se considera suficiente para declarar disponible el tramo de conexión. Un solo incumplimiento de cualquiera de los criterios de decisión se considera suficiente para declarar el tramo indisponible. Esta prueba y sus criterios de decisión se consideran los criterios mínimos necesarios para muestrear la disponibilidad de PSCT de un tramo de conexión.

La prueba mínima del estado de disponibilidad de PSCT puede ser iniciada en cualquier sentido del tramo, por equipos y componentes fuera del tramo. La prueba se divide en dos fases: acceso y transferencia de información de usuario. La fase de acceso sólo se utiliza con llamadas virtuales conmutadas.

Fase I: Cuatro intentos consecutivos de establecimiento de la comunicación a través del tramo sometido a prueba ("tramo A").

Fase II: Si la prueba no falló en la fase I, queda en intento de mantener una conexión virtual a través del tramo A durante 5 minutos. Si el tramo A desconecta prematuramente la conexión, ésta debe restablecerse para completar los 5 minutos. Hay que tratar de mantener un caudal medio superior a 150 bit/s durante ese intervalo.

Existen seis criterios para decidir si la prueba ha sido satisfactoria o ha fallado:

- 1) La prueba falla en la fase I si los cuatro intentos de establecimiento de la comunicación resultan en error de establecimiento de la comunicación o fallo de establecimiento de la comunicación (llamadas virtuales conmutadas solamente). En A.4 se presenta un análisis estadístico de esta prueba de fase I. Como alternativa, en lugar de la prueba de fase I anterior, puede utilizarse la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT, *sequential probability ratio test*) presentada en A.5, la metodología SPRT permite una mayor flexibilidad para controlar los errores de tipo I y de tipo II.
- 2) La prueba falla en la fase II si el número total de eventos de reiniciación y de estímulos de reiniciación es cinco o superior.
- 3) La prueba falla en la fase II si el caudal es inferior a 80 bit/s.
- 4) La prueba falla en la fase II si la tasa de error residual es superior a  $10^{-3}$ .
- 5) La prueba falla en la fase II si una desconexión prematura (PD) o un estímulo de desconexión prematura (PDS, *premature disconnect stimulus*) van seguidos de una segunda PD o de un segundo PDS dentro de un intervalo de 5 minutos (llamadas virtuales conmutadas solamente).
- 6) La prueba falla en la fase I o en la fase II si en una frontera de tramo un enlace de datos no está disponible durante el intervalo de 5 minutos por causas internas al tramo A.

La prueba es satisfactoria si se cumplen los seis criterios de decisión y se considera entonces que la conexión con conmutación de paquetes a 64 kbit/s por la RDSI a través del tramo A está disponible durante la prueba. Si falla alguno de los criterios de decisión se considera que la conexión a través del tramo A ha estado indisponible durante la prueba.

Puesto que han de comprobarse simultáneamente varios parámetros de calidad de funcionamiento para que el tramo A pueda considerarse disponible, durante el funcionamiento normal no es posible (sin un procedimiento de prueba como el descrito más arriba) demostrar la disponibilidad del tramo (por ejemplo, puede no ser posible observar simultáneamente el acceso y la transferencia de información de usuario). Por ello si durante el funcionamiento normal el tramo efectúa correctamente la función que se le pide en cada momento, se considera que está disponible.

Los valores de disponibilidad de PSCT y de tiempo medio entre interrupciones de PSCT pueden estimarse en base a esta prueba mínima (véanse A.2 y A.3). Esta estimación es más práctica que la medición basada en observación continua.

### **A.1.2 Definición de la prueba mínima para determinar el estado de disponibilidad de CSCT**

La definición de disponibilidad de CSCT exige comparar la calidad de funcionamiento observada según ambos parámetros de decisión con los umbrales de interrupción. Un solo resultado satisfactorio de la prueba que se indica a continuación se considera suficiente para declarar el tramo de la conexión disponible. Un solo incumplimiento de cualquiera de los criterios de decisión se considera suficiente para declarar el tramo indisponible. Esta prueba y sus criterios de decisión se consideran los criterios mínimos necesarios para muestrear la disponibilidad de CSCT de un tramo de conexión.

La prueba mínima de estado de disponibilidad de CSCT puede ser iniciada en cualquier sentido del tramo, por equipos y componentes exteriores al mismo. La prueba se divide en dos fases: acceso y transferencia de información de usuario.

Fase I: Cuatro intentos de establecimiento de la comunicación consecutivos a través del tramo sometido a prueba ("tramo A").

Fase II: Si la prueba no falló en la fase I, intento de mantener una conexión virtual a través del tramo A durante 5 minutos. Si el tramo A desconecta prematuramente la conexión, ésta debe restablecerse para completar los 5 minutos. Si se produce un estímulo de desconexión prematura por SES, hay que desconectar la llamada y volver a la fase I. Si se produce otro estímulo de desconexión prematura por SES, se termina la fase II.

Existen cuatro criterios para decidir si la prueba ha sido satisfactoria o ha fallado:

- 1) La prueba falla en la fase I si los cuatro intentos de establecimiento de la comunicación resultan en error de establecimiento de la llamada o fallo de establecimiento de la comunicación. En A.4 se presenta un análisis estadístico de esta prueba de fase I. Como alternativa, puede utilizarse la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT) presentada en A.5 en vez de la anterior prueba de fase I. La metodología de la SPRT permite una mayor flexibilidad para controlar los errores de tipo I y de tipo II.
- 2) La prueba falla en la fase II si se reciben dos o más estímulos de desconexión prematura por SES y se ejecutan.
- 3) La prueba falla en la fase II si una desconexión prematura (PD) causada dentro del tramo A va seguida de una segunda PD dentro de un intervalo de 5 minutos.
- 4) La prueba falla en la fase I o en la fase II si en una frontera de tramo un enlace de datos no está disponible durante el intervalo de 5 minutos por causas internas al tramo A.

La prueba es satisfactoria si se cumplen los cuatro criterios de decisión y se considera entonces que la conexión con conmutación de circuitos a 64 kbit/s por la RDSI a través del tramo A está disponible durante la prueba. Si falla alguno de los criterios de decisión, se considera que la conexión a través del tramo A ha estado indisponible durante la prueba.

Puesto que han de comprobarse simultáneamente varios parámetros de calidad de funcionamiento para que el tramo A pueda considerarse disponible, no es posible durante el funcionamiento normal (sin un procedimiento de prueba como el descrito más arriba) demostrar la disponibilidad del tramo (por ejemplo, puede no ser posible observar simultáneamente el acceso y la transferencia de información de usuario). Por ello, si durante el funcionamiento normal el tramo efectúa correctamente la función que se le pide en cada momento, se considera que está disponible.

Los valores de la disponibilidad de CSCT y de tiempo medio entre interrupciones de CSCT pueden estimarse en base a esta prueba mínima (véanse A.2 y A.3). Esta estimación es más práctica que la medición basada en observación continua.

## **A.2 Estimación de la disponibilidad de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación**

Puede efectuarse, como a continuación se indica, una estimación suficiente de los parámetros de disponibilidad de PSCT y CSCT. Partiendo de una estimación *previa* de la disponibilidad se elige un tamaño de muestra "s" no inferior a 300. Se eligen "s" momentos de prueba durante el tiempo de disponibilidad planificado y se distribuyen en un periodo largo de medición (por ejemplo, 6 meses). Teniendo en cuenta las duraciones de las interrupciones previstas, el intervalo entre dos momentos de prueba elegidos no habrá de ser inferior a 7 horas (de esta manera, se logra que las observaciones no estén correlacionadas). Los momentos de prueba deben estar distribuidos uniformemente a lo largo del tiempo de disponibilidad planificada. En cada momento de prueba predeterminado se efectúa la prueba de disponibilidad apropiada descrita anteriormente. Si la prueba falla, el tramo se declara indisponible para esa muestra. En caso contrario, el tramo se declara disponible. La estimación del porcentaje de disponibilidad de PSCT o CSCT es el número de veces que el tramo se declaró disponible, multiplicado por 100 y dividido por el número total de muestras.

### **A.3 Estimación del tiempo medio entre interrupciones de los tramos de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación**

Puede calcularse una estimación suficiente de los parámetros tiempo medio entre interrupciones de PSCT,  $M_O(\text{PSCT})$ , y tiempo medio entre interrupciones de CSCT,  $M_O(\text{CSCT})$ , realizando muestreos consecutivos de la disponibilidad y contando los cambios observados del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad.

Antes de llevar a cabo cualquier prueba, hay que elegir  $k$  intervalos de tiempo no contiguos, cada uno de ellos no inferior a 30 minutos ni superior a 3 horas. La totalidad de tiempo de los  $k$  intervalos debe exceder de tres veces la estimación previa del tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión. Mientras dura cada intervalo predefinido hay que efectuar muestras consecutivas de la disponibilidad. El total de tiempo observado en estado de disponibilidad se añadirá a un contador acumulativo llamado "contador A". El número de transiciones observadas del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad se acumularán en un contador llamado "contador F"<sup>7</sup>.

Para cada intervalo predefinido:

- Si todas las muestras de disponibilidad consecutivas son satisfactorias, se añade al contador A la duración total del intervalo. El valor acumulado del contador F no debe modificarse.
- Si la primera muestra de disponibilidad es satisfactoria y falla cualquier de las muestras subsiguientes del intervalo, se aumenta el contador F en una unidad. Al contador A se añade la duración total de todas las muestras de disponibilidad anteriores al primer fallo. Después de la primera muestra de disponibilidad fallida, puede descartarse el tiempo restante del intervalo, sin probar su disponibilidad.
- Si falla la primera muestra de disponibilidad, se supone que la transición de estado se produjo antes de que comenzara el intervalo. No se añade nada al contador A de tiempo de disponibilidad observado. Tampoco se añade nada al contador acumulativo de cambios de estado observados, contador F. Puede descartarse el tiempo restante del intervalo sin probar su disponibilidad.

Una vez acumulados los resultados de cada uno de los intervalos predefinidos, la relación entre los contadores A y F,  $A/F$ , es una estimación del tiempo medio entre interrupciones del tramo de conexión. Puede obtenerse una estimación más precisa estadísticamente aumentando el número de intervalos observados,  $k$ .

Al estimar el tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión se supone que, si una interrupción comienza durante una muestra de la característica de disponibilidad, esta muestra o la siguiente decidirán que la sección está indisponible. Esta suposición es razonable, ya que las interrupciones del tramo de conexión, en contraste con los fallos transitorios, durarán más de 5 minutos.

Es práctico y estadísticamente justificable descartar el resto del intervalo tras el fallo de una muestra de disponibilidad. El tramo de conexión debe volver al estado de disponibilidad antes de que pueda acumularse cualquier otro tiempo de disponibilidad y antes de que puedan observarse otras transiciones al estado de indisponibilidad. En primer lugar, el tiempo previsto para restablecer las comunicaciones puede ser grande con respecto al tiempo restante del intervalo. Puede ser inapropiado y contraproducente continuar probando una sección de red en fallo o congestionada. En segundo lugar, si las transiciones al estado de indisponibilidad son independientes estadísticamente, el descarte del resto del intervalo, que puede incluir tiempo en estado de disponibilidad y un número

---

<sup>7</sup> Ambos contadores se ponen a cero inicialmente.

proporcional de transiciones al estado de indisponibilidad, no afectará al resultado<sup>8</sup>. La única consecuencia de la interrupción de la prueba es la pérdida de tiempo de prueba. Para minimizar esa pérdida, los intervalos de prueba deben ser cortos con respecto a la suma del tiempo previsto hasta el restablecimiento del tramo de conexión y el tiempo previsto entre interrupciones del tramo de conexión. Por ello, cada prueba no debe durar más de 3 horas.

En el procedimiento de estimación descrito anteriormente hay dos fuentes de error sistemático (bias). En primer lugar, si una interrupción comienza durante la última muestra de disponibilidad del intervalo, la transición puede provocar o no el fallo de la muestra. Si la muestra no falla, se pierde la transición de estado y se sobrestima el tiempo medio entre interrupciones del tramo de conexión. En segundo lugar, el paso al estado de indisponibilidad durante la primera muestra de disponibilidad del intervalo puede provocar o no el fallo de esta muestra. Según el procedimiento de estimación, si falla la muestra, se descartará el intervalo, se pierde la transición de estado y se sobrestima el tiempo medio entre interrupciones del tramo de conexión. Estos efectos laterales puede minimizarse aumentando la duración de cada intervalo y aumentando, consiguientemente, el número de muestras de disponibilidad, con lo que disminuye el efecto de los resultados de la primera y de la última muestras como una proporción de la totalidad de los resultados muestreados. Se recomienda un intervalo mínimo de 30 minutos y seis muestras de disponibilidad de 5 minutos.

De manera alternativa, pueden corregirse ambos errores sistemáticos sustituyendo la primera de las instrucciones indicadas más arriba como sigue:

- Si todas las muestras de disponibilidad consecutivas son satisfactorias, se añade la duración total del intervalo al contador A. Inmediatamente después del intervalo se toma una muestra de disponibilidad adicional. Si esta muestra falla, se aumenta el contador F en una unidad. Si la muestra es satisfactoria, no se cambia el contador F. La duración de la muestra adicional no afecta al contador A.

Con esta modificación se identifica cualquier transición de estado que pueda producirse durante la última muestra del intervalo y se elimina la primera fuente de error sistemático. Además se contabilizan ciertas transiciones que se producen fuera del intervalo. Esas transiciones se cuentan con la misma probabilidad de que la segunda fuente de error sistemático descarte transiciones indebidamente. Así pues, con este procedimiento modificado se corrigen ambas fuentes de error sistemático. Con esta modificación, puede estimarse más exactamente el tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión.

#### **A.4 Base estadística de la fase I de la prueba mínima con $N = 4$**

En esta subcláusula se aporta material complementario para aclarar la base estadística de la fase I de la prueba mínima de disponibilidad.

Por definición, un tramo de conexión de PSCT está indisponible si la probabilidad de error de establecimiento de la llamada más la probabilidad de fallo de establecimiento de la comunicación es superior a 0,9 (el análisis también sirve para la disponibilidad de CSCT):

$$CFP + CEP > 0,9$$

---

<sup>8</sup> Si las interrupciones tienden a agruparse, la suspensión de una prueba tras una transición al estado de indisponibilidad tenderá a sobrestimar el tiempo medio entre interrupciones del tramo de conexión. Si las interrupciones tienden a agruparse negativamente, la suspensión de una prueba tras una transición al estado de indisponibilidad tenderá a subestimar el tiempo medio entre interrupciones del tramo de conexión.

Se toma, por tanto, la hipótesis  $H_0$  siguiente como hipótesis nula, y la hipótesis  $H_a$  como hipótesis alternativa:

$$H_0: CEP + CFP < z$$

$$H_a: CEP + CFP > 0,9$$

Utilizando la prueba de disponibilidad mínima (véanse A.1.1 y A.1.2), las probabilidades de errores de tipo I y de tipo II vienen dadas por:

$$\text{Prob. (error de tipo I)} < z^4 = 0,24 \text{ (para } z = 0,7)$$

$$\text{Prob. (error de tipo II)} < 1 - (0,9)^4 \approx 0,35$$

El cuadro A.1 presenta las probabilidades de diferentes eventos teniendo en cuenta el nivel efectivo de probabilidad de fallo y de error de establecimiento de la comunicación. Dicho cuadro muestra en qué medida esta prueba protege contra la posibilidad de designar como indisponible a un tramo que está disponible. Además, la prueba identifica correctamente el estado de indisponibilidad con una probabilidad superior al 65%.

**Cuadro A.1/I.355 – Características de error de la fase I de la prueba mínima con  $N = 4$**

CEP + CFP efectiva	Probabilidad de identificar correctamente el estado de disponibilidad	Probabilidad de identificar correctamente el estado de indisponibilidad	Probabilidad de identificar el estado de disponibilidad como indisponibilidad Prob. (error de tipo I)	Probabilidad de identificar el estado de disponibilidad como disponible Prob. (error de tipo II)
0,1	0,999	NA	0,0001	NA
0,2	0,998	NA	0,002	NA
0,3	0,992	NA	0,008	NA
0,4	0,974	NA	0,026	NA
0,5	0,937	NA	0,063	NA
0,6	0,87	NA	0,13	NA
0,7	0,76	NA	0,24	NA
0,8	0,59	NA	0,41	NA
> 0,9	NA	> 0,65	NA	< 0,35
0,95	NA	0,81	NA	0,19
0,99	NA	0,96	NA	00,04
0,999	NA	0,996	NA	0,004
NA No aplicable ( <i>not applicable</i> )				

### A.5 Aplicación de la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT) a la fase I de la prueba mínima de disponibilidad

En esta subcláusula se aplica la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT) a la fase I de la prueba de disponibilidad. El método SPRT ofrece una prueba alternativa, no mínima, para aquellas situaciones en las que se requiere una mayor flexibilidad para gestionar los errores de tipo I y tipo II.

### A.5.1 Procedimiento de prueba SPRT

Fase I: Efectuar una SPRT<sup>9</sup> del par de hipótesis que se indican más adelante, utilizando un valor apropiado de  $z$  ( $z < 0,9$ ). En esta prueba se efectuarán intentos de establecimiento de la comunicación sucesivo por el tramo sometido a prueba, A. Si según la SPRT, la hipótesis  $H_0$  es cierta, se pasa a la fase II de la prueba mínima. Si según la SPRT, la hipótesis  $H_a$  es cierta, se termina la prueba y se concluye que el tramo de conexión de PSCT está indisponible, porque la suma de las probabilidades de fallo de la llamada y de error de la llamada excede del umbral de interrupción de 0,9.

$H_0$ : CEP + CFP  $< z$  (no se satisface el criterio de interrupción)

$H_a$ : CEP + CFP  $> 0,9$  (se satisface el criterio de interrupción)

### A.5.2 Metodología de SPRT

Las hipótesis utilizadas se basan en el criterio de esta Recomendación de que la suma de probabilidades de fallo de llamada y de error de llamada superior a 0,9 (es decir, CFP + CEP  $> 0,9$ ) determina la interrupción de un tramo de conexión. Este criterio lleva implícita la afirmación de que, en la práctica, puede distinguirse entre CFP + CEP  $> 0,9$  y CFP + CEP  $< 0,9$ . Sin embargo, a lo más que puede llegarse realmente es a distinguir entre CFP + CEP  $> 0,9$  y CFP + CEP  $< z$  ( $0 < z < 0,9$ ).

La metodología de la prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT) controla simultáneamente los errores de tipo I y de tipo II y es la herramienta estadística más poderosa de que se dispone<sup>10</sup>, para decidir entre dos alternativas. Por simplicidad, este anexo utiliza la misma probabilidad de decisión errónea para errores de tipo I y de tipo II. En esta subcláusula se supone que el éxito y el fracaso de cada tentativa de llamada tienen una distribución binomial.

A continuación se examinan las hipótesis que han de comprobarse, la regla de decisión, los puntos de decisión superior e inferior, el número mínimo de tentativas con éxito o con fracaso al final de la SPRT y el número previsto de tentativas de establecimiento de la comunicación.

#### 1) Hipótesis

La SPRT utiliza el siguiente par de hipótesis donde  $H_0$  corresponde al umbral de interrupción no rebasado y  $H_a$  corresponde al umbral de interrupción rebasado.

$H_0$ : CEP + CFP  $< z$  (no se satisface el criterio de interrupción)

$H_a$ : CEP + CFP  $> 0,9$  (se satisface el criterio de interrupción)

#### 2) Regla de decisión y puntos de decisión superior e inferior

La SPRT llega a una decisión basada en que la calidad de funcionamiento observada es superior o inferior a unos valores determinados. Dichos valores dependen del número de observaciones efectuadas,  $n$ , y se designan por UD( $n$ ) y LD( $n$ ), respectivamente. Las fórmulas para LD( $n$ ) y UD( $n$ ) se dan más adelante, después de la regla de decisión<sup>11</sup>.

#### 3) Regla de decisión

Si al efectuar  $n$  intentos, el número de intentos fallidos es mayor que UD( $n$ ), se satisface el criterio de interrupción.

<sup>9</sup> La metodología SPRT figura en A.5.2.

<sup>10</sup> Véase, por ejemplo, George G. Roussas, *A First Course in Mathematical Statistics* (Addison-Wesley, 1973).

<sup>11</sup> En las fórmulas que siguen, error = P (error de tipo I) = P (error de tipo II). Se utilizan comúnmente valores de error de 0,01 a 0,10.



$$\sum_{j=1}^n x_j > UD(n)$$

Si al efectuar  $n$  intentos, el número de intentos fallidos es menor que  $LD(n)$ , no se satisface el criterio de interrupción.

$$\sum_{j=1}^n x_j < LD(n)$$

Se siguen los intentos de llamadas hasta llegar a una decisión.

4) *Fórmulas para  $UD(n)$  y  $LD(n)$*

$$UD(n) = \frac{\log\left(\frac{(1-error)}{(error)}\right) - n \log\left(\frac{(1-0,9)}{(1-z)}\right)}{\log\left(\frac{0,9(1-z)}{z(1-0,9)}\right)}$$

$$LD(n) = \frac{\log\left(\frac{(error)}{(1-error)}\right) - n \log\left(\frac{(1-0,9)}{(1-z)}\right)}{\log\left(\frac{0,9(1-z)}{z(1-0,9)}\right)}$$

5) *Número mínimo de fallos o éxitos para terminar una SPRT*

Las cantidades  $L$  y  $U$  representan el número mínimo de intentos de establecimiento de la comunicación requerido por la SPRT para decidir si son ciertas  $H_0$  o  $H_a$ , respectivamente. Si los intentos de establecimiento de la comunicación tienen éxito, no se satisface el criterio de interrupción, mientras que si las  $U$  tentativas de establecimiento de la comunicación fallan, se satisface el criterio de interrupción. En el cuadro A.2 se dan los valores tabulados de  $U$  y  $L$ .

6) *Número esperado de tentativas de establecimiento de la comunicación*

El número previsto de tentativas de establecimiento de la comunicación hasta que la SPRT produce una decisión resulta útil para determinar la duración y el coste de la prueba. En las hipótesis  $H_0$  y  $H_a$ , el número esperado de tentativas de establecimiento de la comunicación es  $E_o(n)$  y  $E_a(n)$ , respectivamente. A continuación se indican las aproximaciones asintóticas para ellas, basadas en la utilización de una probabilidad binomial para la suma de error de establecimiento de la comunicación y de fallo de establecimiento de la comunicación. Con estas aproximaciones se efectuaron cálculos cuyos resultados figuran en el cuadro A.3 superiores a 100. El resto del cuadro A.3 se elaboró empleando técnicas de matriz iterativas que dan valores más precisos.

$$E_o(n) = \frac{[1 - 2(error)] \log\left(\frac{(error)}{(1-error)}\right)}{z \log\left(\frac{0,9(1-z)}{z(1-0,9)}\right) + \log\left(\frac{(1-0,9)}{(1-z)}\right)}$$

$$E_a(n) = \frac{[1 - 2(\text{error})] \log\left(\frac{(1 - \text{error})}{(\text{error})}\right)}{0,9 \log\left(\frac{0,9(1 - z)}{z(1 - 0,9)}\right) + \log\left(\frac{(1 - 0,9)}{(1 - z)}\right)}$$

En el cuadro A.3 figuran los valores calculados  $E_o(n)$  y  $E_a(n)$ .

**Cuadro A.2/I.355 – Número mínimo de intentos de establecimiento de la comunicación**

<b>U/L (nota 1)</b>			
<b>z (nota 2)</b>	<b>Porcentaje de error (nota 3)</b>		
	<b>10%</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
0,85	39/6	52/8	81/12
0,80	19/4	25/5	40/7
0,75	13/3	17/4	26/6
0,70	9/2	12/3	19/5
0,65	7/2	10/3	15/4
0,60	6/2	8/3	12/4
0,55	5/2	6/2	10/4
0,50	4/2	6/2	8/3
0,45	4/2	5/2	7/3
0,40	3/2	4/2	6/3
0,35	3/2	4/2	5/3
0,30	2/2	3/2	5/3
0,25	2/2	3/2	4/3
0,20	2/2	2/2	4/3
0,15	2/2	2/2	3/3
0,10	2/2	2/2	3/3

NOTA 1 – U y L son el número mínimo de errores o de fallos sucesivos de establecimiento de la comunicación, necesario para terminar la SPRT, decidiendo en favor de  $H_0$  y  $H_a$  respectivamente.

NOTA 2 – z es el valor umbral especificado en la hipótesis nula ( $H_0$ ).

NOTA 3 – Los encabezamientos de las columnas representan las tasas de errores especificadas. Debido a las aproximaciones utilizadas en la SPRT, las tasas de errores tienen como límite superior  $\text{error}/(1 - \text{error})$ . Las diferencias son pequeñas en la gama de tasas de errores considerada.

**Cuadro A.3/I.355 – Número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación**

$E_a(n)/E_o(n)$ (nota 1)			
$z$ (nota 2)	Porcentaje de error (nota 3)		
	10%	5%	1%
0,85	161,3/143,7	243,2/216,6	413,3/368,1
0,80	51,5/45,3	74,5/65,1	122,7/101,4
0,75	27,4/22,3	39,3/32,5	63,9/52,2
0,70	17,1/14,4	24,5/20,1	40,1/32,3
0,65	12,1/10,2	17,3/13,9	27,9/22,2
0,60	9,2/7,4	13,3/10,8	21,0/16,3
0,55	7,4/6,1	10,0/7,7	16,5/13,0
0,50	5,8/4,9	8,6/6,5	13,0/10,1
0,45	5,4/4,3	7,0/5,4	10,9/8,4
0,40	4,0/3,7	5,6/4,8	8,8/7,2
0,35	3,9/3,4	5,5/4,3	7,0/5,7
0,30	2,6/2,8	4,1/3,7	6,5/5,2
0,25	2,6/2,6	3,7/3,3	5,4/4,6
0,20	2,4/2,5	2,7/2,8	5,0/4,1
0,15	2,4/2,3	2,5/2,7	3,7/3,7
0,10	1,0/1,0	2,4/4,4	3,7/3,7

NOTA 1 –  $E_a(n)$  y  $E_o(n)$  son el número previsto de pruebas necesarias para finalizar la SPRT cuando el tramo está indisponible y disponible, respectivamente.

NOTA 2 –  $z$  es el valor umbral especificado en la hipótesis nula ( $H_0$ ).

NOTA 3 – Los encabezamientos de las columnas representan las tasas de errores especificadas. Debido a las aproximaciones utilizadas en la SPRT, las tasas de errores tienen como límite superior  $\text{error}/(1 - \text{error})$ . Las diferencias son pequeñas en la gama de tasas de errores considerada.

## ANEXO B

### Característica de disponibilidad de extremo a extremo representativa de los tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s

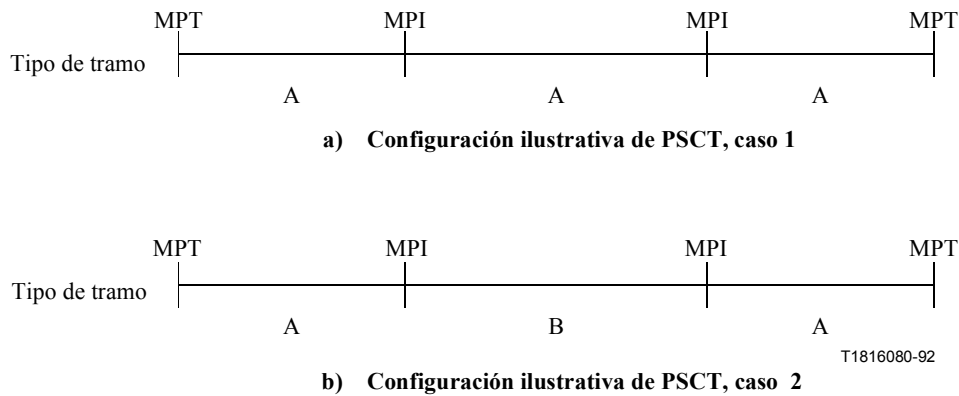
#### B.1 Característica de disponibilidad de diseño de extremo a extremo representativa del tipo de conexión RDSI a 64 kbit/s con conmutación de paquetes (PSCT)

En la presente subcláusula se dan dos ejemplos que ilustran cómo puede estimarse la disponibilidad de diseño de extremo a extremo (MPT a MPT) asociada a los servicios con conmutación de paquetes de la RDSI que utilizan tipos de conexión a 64 kbit/s, a partir de los valores de disponibilidad de tramos de conexión individuales especificados en esta Recomendación. Más adelante se definen dos concatenaciones ilustrativas de tramos de conexión. Para ambos ejemplos se calculan los valores de disponibilidad de tramo de conexión de extremo a extremo y el tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión. Si bien son posibles otros modelos de redes y otras hipótesis estadísticas, los métodos presentados en este anexo proporcionan una manera práctica de estimar la disponibilidad de extremo a extremo a partir de la disponibilidad de cada tramo de red.

### B.1.1 Definición de conexiones de PSCT de extremo a extremo ilustrativas

Para facilitar la referencia, las dos conexiones de PSCT de extremo a extremo (es decir, MPT a MPT) ilustrativas presentadas en este anexo se designarán como configuración "caso 1" y configuraciones "caso 2". Estas configuraciones ficticias pero representativas, son aplicables a los tipos de tramo definidos en el cuadro 2 (es decir, A y B).

En la figura B.1 se definen las configuraciones ilustrativas de PSCT del caso 1 y del caso 2.



**Figura B.1/I.355 – Definición de las configuraciones ilustrativas de PSCT, caso 1 y caso 2**

### B.1.2 Característica de disponibilidad de las conexiones PSCT de extremo a extremo para los ejemplos de configuración del caso 1 y del caso 2

Se han calculado los valores de disponibilidad de las conexiones PSCT de extremo a extremo para las configuraciones de conexión del caso 1 y del caso 2 y se representan en los cuadros B.1 y B.2. Los cálculos se efectuaron aplicando los métodos descritos más adelante a cada tramo de red que, por conveniencia al definir estos ejemplos, se caracterizan por unos valores de calidad de funcionamiento en cuanto a exactitud y seguridad que son los del caso más desfavorable especificados en esta Recomendación.

**Cuadro B.1/I.355 – Disponibilidad y tiempo medio entre interrupciones de conexiones PSCT de extremo a extremo para el ejemplo de configuración del caso 1**

Ejemplo de configuración de PSCT del caso 1	
Parámetro	Valor de extremo a extremo
Disponibilidad de PSCT (en porcentaje)	98,5
Tiempo medio entre interrupciones de PSCT (horas)	436

**Cuadro B.2/I.355 – Disponibilidad y tiempo medio entre interrupciones de conexiones PSCT de extremo a extremo para el ejemplo de configuración del caso 2**

Ejemplo de configuración de PSCT del caso 2	
Parámetro	Valor de extremo a extremo
Disponibilidad de PSCT (en porcentaje)	97,5
Tiempo medio entre interrupciones de PSCT (horas)	300

Suponiendo que los valores de disponibilidad de PSCT correspondientes a cada tramo de conexión son estadísticamente independientes, el valor de disponibilidad de extremo a extremo puede calcularse multiplicando los porcentajes de tiempo en que cada tramo de conexión está disponible.

*Ejemplo:* Para calcular la disponibilidad de PSCT de extremo a extremo de la configuración del caso 1 se acude al cuadro 4, obteniendo así las disponibilidades de cada tramo (MPT-MPI de tipo A: porcentaje = 99,5; MPI-MPT de tipo A: porcentaje = 99,5). Según esto, la disponibilidad de extremo a extremo en porcentaje viene dada por:  $(99,5) (99,5) (99,5) = 98,5$ .

La calidad de funcionamiento de extremo a extremo por lo que se refiere a tiempo medio entre interrupciones de PSCT puede estimarse suponiendo que el tiempo medio entre interrupciones del PSCT en cada tramo de conexión es independiente y tiene una distribución exponencial. Según esto, el objetivo de calidad de funcionamiento con respecto al tiempo medio entre interrupciones de PSCT,  $T$ , se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$T = [T_1^{-1} + T_2^{-1} + \dots + T_i^{-1} + \dots + T_H^{-1}]^{-1}$$

donde  $T$  se expresa en horas si el tiempo medio entre interrupciones de PSCT de cada uno de los tramos de conexión  $T_i$  ( $i = 1, 2, \dots, H$ ), está expresado en horas.

*Ejemplo:* Para la configuración de PSCT del caso 1, el tiempo medio entre interrupciones de PSCT del tramo MPT-MPI de tipo A es de 1200 horas y el del tramo MPI-MPI de tipo A es de 1600 horas (véase el cuadro 4). El objetivo de calidad de funcionamiento de extremo a extremo es entonces:  $[1200^{-1} + 1600^{-1} + 1200^{-1}]^{-1} = 436$  horas.

### **B.1.3 Característica de disponibilidad de diseño representativa de otros tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s**

Los métodos ilustrativos utilizados para calcular los valores de disponibilidad de diseño de extremo a extremo del tipo de conexión con conmutación de paquetes a 64 kbit/s por la RDSI (véase B.1) pueden emplearse también para calcular la disponibilidad de extremo a extremo de otros tipos de conexión.

## **B.2 Cálculo del "percentil 95" de la disponibilidad de extremo a extremo a partir de las disponibilidades del "caso más desfavorable" de los tramos de la conexión**

En esta subcláusula se describe un método para calcular el valor del percentil 95 de la disponibilidad de una conexión de extremo a extremo a partir de las características de los tramos de la conexión.

Se muestra que dicho cálculo sólo es posible si los tipos de tramos de conexión están especificados en términos de valores medios y de valores de percentiles (por ejemplo, el percentil 95).

### 1) *Notación*

$U_{95i}$	Valor del percentil 95 de la indisponibilidad de un tramo de la conexión
$U_{mi}$	Valor medio de la indisponibilidad de un tramo de la conexión
$\sigma_i$	Desviación típica de la indisponibilidad de un tramo de la conexión
$V_i$	Variación de la indisponibilidad de un tramo de la conexión
$U_{95}$	Valor del percentil 95 de la indisponibilidad de la conexión de extremo a extremo
$U_m$	Valor medio de la indisponibilidad de la conexión de extremo a extremo
$S$	Desviación típica de la indisponibilidad de la conexión de extremo a extremo
$V$	Variación de la indisponibilidad de la conexión de extremo a extremo

2) *Hipótesis*

Se supone que los valores de  $U_{mi}$  son lo suficientemente bajos como para que  $U_m$  pueda aproximarse por la sumatoria  $\sum U_{mi}$ . Esta hipótesis es válida para los valores especificados en la presente Recomendación.

3) *Cálculo*

a) Para la suma de las variables aleatorias independientes se aplica lo siguiente:

$$U_m = \sum U_{mi} \quad (B-1)$$

$$V = \sum V_i = \sum (\sigma_i)^2 \quad (B-2)$$

b) Muchas distribuciones se pueden modelar mediante distribuciones Gamma, gracias a la flexibilidad de este tipo de distribución.

Se puede demostrar que para este tipo de distribución se aplica la siguiente ecuación:

$$U_{95i} = U_{mi} + 2 \sigma_i \quad (B-3)$$

Por tanto, si en esta Recomendación se especifica el valor medio  $U_{mi}$  y el percentil 95,  $U_{95i}$ , de la disponibilidad de cada tramo de la red concatenado, aplicando la ecuación (B-3) a cada tramo de la red se obtiene:

$$\sigma_i = (U_{95i} - U_{mi}) / 2 \quad (B-4)$$

y aplicando la ecuación (B-2) de la indisponibilidad de extremo a extremo se obtiene:

$$V = (0,5)^2 \sum (U_{95i} - U_{mi})^2 \quad (B-5)$$

o bien

$$S = 0,5 \left[ \sum (U_{95i} - U_{mi})^2 \right]^{1/2}$$

c) La suma de variables aleatorias independientes tiende a una distribución normal cuando el número de estas variables es suficientemente grande. En este caso, el percentil 95 de la suma viene dado por:

$$U_{95} = U_m + 1,65S \quad (B-6)$$

Es decir que, empleando las ecuaciones (B-1) y (B-5):

$$U_{95} = \sum U_{mi} + \frac{1,65}{2} \left[ \sum (U_{95i} - U_{mi})^2 \right]^{1/2} \quad (B-7)$$

Para una mayor exactitud,  $U_{95}$  se puede calcular mediante la expresión:

$$U_{95} = 1 - \prod_i A_{mi} + \frac{1,65}{2} \left[ \sum (U_{95i} - U_{mi})^2 \right]^{1/2} \quad (B-8)$$

donde  $A_{mi}$  es la disponibilidad media de un tramo de la conexión.

d) Como sólo deben sumarse tres valores de indisponibilidad (dos tramos nacionales y un tramo internacional), la hipótesis de una distribución normal para la suma de estas tres variables aleatorias podría no ser válida. Por tanto, es más apropiado calcular el valor de  $U_{95}$  mediante la expresión:

$$U_{95} = 1 - \prod_i A_{mi} + \left[ \sum (U_{95i} - U_{mi})^2 \right]^{1/2} \quad (B-9)$$

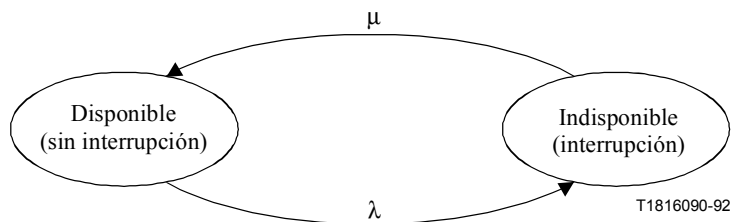
## ANEXO C

### Parámetros de disponibilidad conexos

Normalmente se utilizan otros cuatro parámetros para describir la característica de disponibilidad. Se definen, de manera general, de la siguiente manera:

- tiempo medio hasta el restablecimiento del tramo de conexión ( $M_R$ ), es la duración media de los intervalos de tiempo de disponibilidad;
- tasa de fallos ( $\lambda$ ), es el número medio de transiciones del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad por unidad de tiempo de disponibilidad;
- tasa de restablecimiento ( $\mu$ ), es el número medio de transiciones del estado de indisponibilidad al estado de disponibilidad por unidad de tiempo de indisponibilidad;
- indisponibilidad del tramo de conexión ( $U$ ), es la relación a largo plazo entre el tiempo de indisponibilidad efectivo y el tiempo de disponibilidad planificado, expresada en tanto por ciento.

El valor matemático de cualquiera de estos parámetros puede estimarse utilizando los valores de disponibilidad de tramo de conexión ( $A$ ) y tiempo medio entre interrupciones de tramo de conexión ( $M_O$ ), tal como se indica de forma resumida en la figura C.1.



a) Diagrama de estados

$$M_O = \frac{1}{\lambda}$$

$$M_R = \frac{1}{\mu}$$

$$A = 100 \left( \frac{M_O}{M_O + M_R} \right) = 100 \left( \frac{\mu}{\lambda + \mu} \right)$$

$$U = 100 - A = 100 \left( \frac{M_R}{M_O + M_R} \right) = 100 \left( \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right)$$

b) Relaciones entre los parámetros

Figura C.1/I.355 – Modelo y parámetros de disponibilidad básicos

## ANEXO D

### **Factores que deben especificarse al informar sobre la característica de disponibilidad de tipos de conexión RDSI a 64 kbit/s**

Son muchos los factores que influyen en la disponibilidad que puede conseguirse en un determinado tramo de conexión a 64 kbit/s. Al informar sobre la característica de disponibilidad de la RDSI, deberán especificarse los siguientes factores.

#### **D.1 Horas planificadas de disponibilidad del tramo de la conexión**

Estas configuraciones deben especificarse con antelación.

Queda en estudio.





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

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