

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.1493\*

**OBJETIVOS DE DISPONIBILIDAD PARA RADIOENLACES DIGITALES REALES QUE FORMAN PARTE DEL TRAMO NACIONAL DE UN TRAYECTO DIGITAL A VELOCIDAD BINARIA CONSTANTE QUE FUNCIONA A LA VELOCIDAD PRIMARIA O A VELOCIDADES SUPERIORES**

(Cuestión UIT-R 102/9)

(2000)

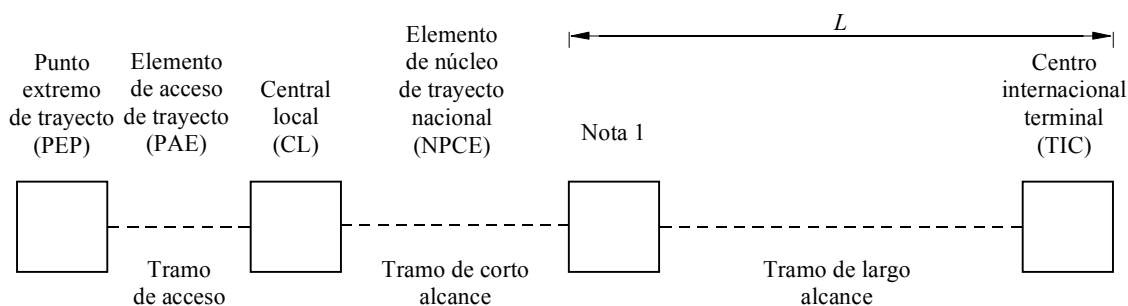
La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- que el UIT-T ha especificado los parámetros y objetivos de disponibilidad para los elementos de trayectos digitales internacionales a velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores (véase la Recomendación UIT-T G.827);
- que los sistemas de radioenlaces digitales desempeñan un papel importante en los trayectos internacionales;
- que es necesario que la disponibilidad de los sistemas de radioenlaces satisfaga los objetivos de disponibilidad del elemento de trayecto especificados en la Recomendación UIT-T G.827;
- que los sistemas de radioenlaces digitales pueden utilizarse en el tramo nacional de un trayecto internacional;
- que a los efectos de la presente Recomendación, el tramo nacional de un trayecto internacional se puede asimilar al elemento de trayecto nacional (NPE, *national path element*) definido en la Recomendación UIT-T G.827;
- que a los efectos de la presente Recomendación, el tramo nacional se puede subdividir en tres secciones básicas (véase la Fig. 1);

FIGURA 1

**Secciones básicas del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia**



*Nota 1* – Dependiendo de la arquitectura de la red del país, este centro puede coincidir con un centro primario (PC, *primary centre*), un centro secundario (SC, *secondary centre*) o un centro terciario (TC, *tertiary centre*) (véase la Recomendación UIT-T G.801).

*Acceso*: Tramo de red de acceso, incluyendo las conexiones entre el PEP y el correspondiente centro de conmutación de acceso local/interconector (CL). Corresponde al PAE.

*Corto alcance*: Tramo de red de corto alcance, incluyendo las conexiones entre el centro de conmutación de acceso local/interconector, CL y un PC, SC o TC (dependiendo de la arquitectura de la red).

*Largo alcance*: Tramo de red de largo alcance, incluyendo las conexiones entre un PC, SC o TIC (dependiendo de la arquitectura de la red) y la cabecera internacional (IG, *international gateway*) correspondiente.

*Nota 2* – El TIC, el PAE y el NPCE se definen en la Recomendación UIT-T M.1010.

1493-01

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 13 de Normalización de las Telecomunicaciones.

- g) que para el NPE a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores, la Recomendación UIT-T G.827 especifica atribuciones de bloque fijas más atribuciones basadas en la distancia para los objetivos de disponibilidad;
- h) que la indisponibilidad de los sistemas de radioenlaces puede deberse a los efectos de la propagación, a fallos de los equipos, a intervenciones humanas, a la interferencia y o a otras causas;
- j) que los parámetros de indisponibilidad, relación de disponibilidad (AR) y tiempo medio entre interrupciones (Mo) o su recíproco, intensidad de interrupciones (OI), son necesarios a efectos de diseño,

*recomienda*

- 1 que los objetivos de disponibilidad aplicables a cualquier radioenlace digital perteneciente al tramo de red de largo alcance del tramo nacional de un trayecto digital internacional a velocidad binaria constante que funcione a la velocidad primaria o a velocidades superiores tengan atribuciones de bloque fijas más atribuciones basadas en la distancia;
- 2 que los objetivos de disponibilidad aplicables a cualquier radioenlace digital real perteneciente a los tramos de red de acceso y de corto alcance del tramo nacional de un trayecto digital internacional a velocidad binaria constante que funcione a la velocidad primaria o a velocidades superiores se fijen en base a bloques (es decir, con independencia de la longitud);
- 3 que los objetivos de disponibilidad aplicables en cada sentido de un radioenlace de longitud enlace,  $L_{enlace}$ , del tramo nacional que funcione a la velocidad primaria o a velocidades superiores se obtengan a partir de los valores indicados en los Cuadros 1 y 2 utilizando las fórmulas (1) y (2) para la AR y el Mo o el recíproco de Mo, OI, respectivamente:

$$AR = 1 - \left( B_j \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_j \right) \quad (1)$$

$$Mo = 1/OI = \frac{1}{D_j \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_j} \quad (2)$$

donde:

$j$ : sección de tramo nacional,  $j = \{1 = \text{red de acceso}, 2 = \text{corto alcance}, 3 = \text{largo alcance}\}$

Los valores de  $B_j$ ,  $C_j$ ,  $D_j$  y  $E_j$  se dan en los Cuadros 1 y 2

$L_R$ : es la longitud de referencia,  $L_R = 2\,500$  km.

El límite inferior de  $L_{enlace}$  utilizado para determinar los objetivos por extrapolación es  $L_{min} = 50$  km.

El parámetro OI se refiere al número de sucesos de indisponibilidad por año, de manera que su recíproco Mo debe multiplicarse por el número de segundos en un año a fin de obtener el tiempo medio efectivo entre los sucesos de indisponibilidad que se han producido en un año, expresado en segundos;

- 4 que los objetivos de disponibilidad se distribuyan de forma que se tengan en cuenta los sucesos de indisponibilidad debidos a la propagación, a fallos en los equipos, a intervenciones humanas y a otras causas. La distribución de los objetivos entre las distintas causas de indisponibilidad queda fuera del alcance de la presente Recomendación y es de la competencia de las administraciones y/o los operadores de red;
- 5 que si el enlace está compuesto por más de un salto, los objetivos se apliquen a todo el enlace. La asignación de objetivos a cada uno de los saltos es responsabilidad de las administraciones y/o los operadores de red (véase más información al respecto en el Anexo 1);
- 6 que los objetivos globales para el tramo nacional (es decir, obtenidos añadiendo los objetivos de red de acceso, corto alcance y largo alcance) implementados por los sistemas de radioenlace no deberán exceder en ningún caso de los objetivos definidos en la Recomendación UIT-T G.827 para el elemento de tramo nacional (véase la Nota 1).

NOTA 1 – El NPE es un elemento de trayecto (PE) utilizado en un país de terminación para conectar el tramo internacional y el PEP. El NPE incluye tanto el PAE como el NPCE.

NOTA 2 – En el campo de aplicación de la presente Recomendación, el tramo nacional corresponde al NPE.

NOTA 3 – El TIC, el PAE y el NPCE se definen en la Recomendación UIT-T M.1010. (Se señala que el centro de conmutación internacional (ISC) y el TIC pueden estar en el mismo sitio.)

NOTA 4 – Los criterios que definen la entrada en el, y la salida del, estado de indisponibilidad se definen en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-T G.826.

NOTA 5 – Se supone que los objetivos para el tramo de acceso de la red son independientes de la longitud ya que, normalmente, estos enlaces tienen una longitud inferior a 50 km.

NOTA 6 – Los objetivos para el tramo de acceso y el tramo de corto alcance se definen para la longitud máxima  $L_{m\acute{a}x} = 250$  km.

NOTA 7 – Los objetivos de corto alcance para longitudes superiores a 2 500 km no son aplicables.

NOTA 8 – Los objetivos de valor medio de PE no se toman en consideración, ya que se obtienen aplicando la media aritmética de los PE de las mismas categorías, teniendo en cuenta un sistema de transmisión por cable o radioeléctrico. Por ello, a efectos de diseño de los radioenlaces, sólo deberán considerarse objetivos de valor del caso más desfavorable.

NOTA 9 – Los objetivos globales de un radioenlace no deberán exceder de los objetivos del caso más desfavorable definidos en la Recomendación UIT-T G.827 para los NPE de las categorías de longitud correspondientes.

NOTA 10 – Dependiendo de las configuraciones de la red nacional, las administraciones y/o los operadores de red pueden reatribuir los márgenes discrecionales de los objetivos entre los elementos del tramo nacional de un trayecto radioeléctrico.

NOTA 11 – Existe una gran diversidad de arquitecturas de redes de acceso en los diferentes países. Si el trayecto radioeléctrico consta de más de un salto y/o forma parte sólo del tramo de red de acceso, corresponde a las administraciones y/o operadores de red efectuar una distribución apropiada de los objetivos indicados en los Cuadros 1 y 2.

NOTA 12 – Es necesario realizar más estudios para determinar si pueden mejorarse los objetivos de AR y de OI y en qué medida pueden mejorarse.

CUADRO 1

**Parámetros para los objetivos de AR de los enlaces que forman parte del tramo nacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores**

| Tramo de acceso |                    | Tramo de corto alcance |                    | Tramo de largo alcance   |   |
|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|--|---|
| $B_1$           | $C_1$              | $B_2$                  | $C_2$              | $B_3$  | $C_3$   |
| 0               | $5 \times 10^{-4}$ | 0                      | $4 \times 10^{-4}$ | $3 \times 10^{-3}$ para $250 \text{ km} \leq L_{enlace} < 2\,500 \text{ km}$<br>$1,9 \times 10^{-3}$ para $L_{min} \leq L_{enlace} < 250 \text{ km}$ | 0 para $250 \text{ km} \leq L_{enlace} < 2\,500 \text{ km}$<br>$1,1 \times 10^{-4}$ para $L_{min} \leq L_{enlace} < 250 \text{ km}$ |

CUADRO 2

**Parámetros para los objetivos de OI de los enlaces que forman parte del tramo nacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores**

| Tramo de acceso |       | Tramo de corto alcance |       | Tramo de largo alcance   |  |
|-----------------|-------|------------------------|-------|--|--|
| $D_1$           | $E_1$ | $D_2$                  | $E_2$ | $D_3$  | $E_3$  |
| 0               | 100   | 0                      | 120   | 100 para $250 \text{ km} \leq L_{enlace} < 2\,500 \text{ km}$<br>150 para $L_{min} \leq L_{enlace} < 250 \text{ km}$ | 55 para $250 \text{ km} \leq L_{enlace} < 2\,500 \text{ km}$<br>50 para $L_{min} \leq L_{enlace} < 250 \text{ km}$ |

## ANEXO 1

**Terminología y ejemplos de evaluación de un enlace real****1 Introducción**

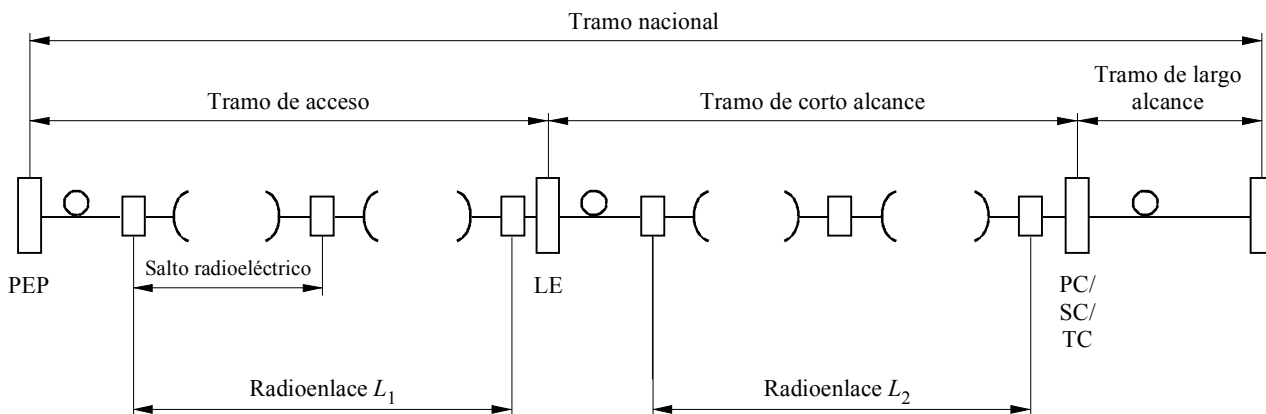
En el presente Anexo se da más información sobre el significado de los términos relativos a la conexión y sobre la relación entre los objetivos indicados en la Recomendación UIT-T G.827 y los objetivos definidos en esta Recomendación, así como algunos ejemplos de evaluación de los objetivos de un radioenlace real.

**2 Definición y terminología**

Esta Recomendación pretende definir los objetivos de disponibilidad de radioenlaces reales pertenecientes al NPE, definido en la Recomendación UIT-T G.827. Un radioenlace se puede asimilar a un tramo del trayecto y puede pertenecer a cualquier tramo de la red, como se muestra en la Fig. 2.

FIGURA 2

Ejemplo de radioenlaces utilizados en el tramo de acceso y en el tramo de corto alcance del NPE



1493-02

Históricamente, la terminología utilizada en la Recomendación UIT-T G.827 se deriva de los requisitos de mantenimiento de los trayectos internacionales, ya que la disponibilidad es uno de los factores que más influyen en el comportamiento de un trayecto radioeléctrico. De hecho, en el pasado los requisitos de característica de error eran un factor irrelevante y, por lo tanto, no se consideraban. Actualmente, desde el punto de vista del mantenimiento, la característica de error tiene la misma importancia que la disponibilidad. Además, los requisitos de característica de error y disponibilidad son los requisitos fundamentales en el diseño de los enlaces.

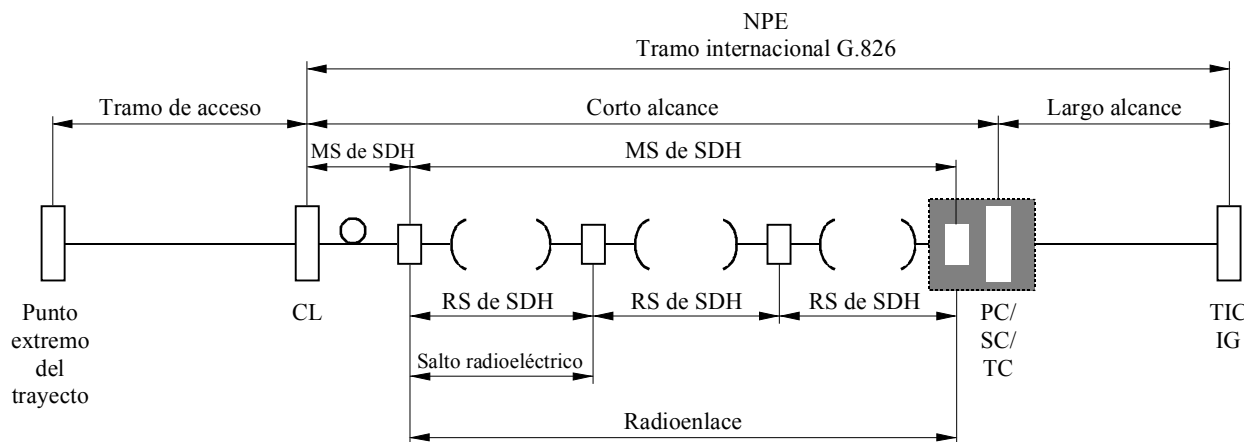
Por otro lado, los objetivos de característica de error definidos en las Recomendaciones UIT-R F.1092, UIT-R F.1189 y UIT-R F.1397 y en las Recomendaciones UIT-T G.826, UIT-T G.828 y UIT-T G.829 para los trayectos de jerarquía digital pliesícrona (PDH), de jerarquía digital síncrona (SDH) y por células tienen como marco de especificación los distintos elementos de un trayecto. En concreto, los elementos que componen una SDH son la sección múltiplex (MS, *multiplex section*) y la sección de regenerador (RS, *regenerator section*) y constituyen la base de las definiciones de la calidad de funcionamiento. Para aclarar la relación entre objetivos de característica de error y de disponibilidad, deben explicarse las relaciones entre las secciones SDH y los elementos de trayecto.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de radioenlace que constituye una parte de un tramo de corto alcance y se compone de MS y RS de SDH. Los objetivos de esta Recomendación son aplicables al radioenlace mientras que los objetivos de característica de error de la Recomendación UIT-R F.1491 son aplicables a las MS y RS de SDH simples implementadas por radiocomunicación. La distribución de los objetivos de disponibilidad y característica de error queda fuera del alcance de la presente Recomendación así como de la Recomendación UIT-R F.1491.

Para el diseño de un radioenlace, además de los objetivos deben considerarse detenidamente los efectos de la propagación, ya que la relación entre disponibilidad y calidad de funcionamiento viene definida por los fenómenos de propagación. De hecho, un fenómeno de propagación puede tener una influencia mayor en la calidad de funcionamiento pero menor en la disponibilidad, o viceversa.

El objetivo de disponibilidad de un radioenlace definido en la presente Recomendación debe atenerse a los objetivos del NPE especificados por la Recomendación UIT-T G.827.

FIGURA 3  
Ejemplo de radioenlace que constituye un tramo del NPE



1493-03

### 3 Relaciones entre los objetivos indicados en la Recomendación UIT-T G.827 y los definidos en esta Recomendación

En este punto se comparan y representan, en las Figs. 4 y 5, las relaciones entre los objetivos de la Recomendación UIT-T G.827 y los objetivos establecidos en la presente Recomendación.

La citada Recomendación UIT-T G.827 define dos tipos de objetivos denominados «valor medio» y «valor del caso más desfavorable». Los objetivos de valor medio para PE se definen a efectos de diseño de la red. De hecho, el valor debe determinarse calculando la media aritmética de los PE en las mismas categorías considerando el sistema de transmisión en un entorno independiente del medio. Puesto que el propósito de la presente Recomendación es definir los objetivos a efectos de diseño, sólo se ha hecho referencia a los valores del caso más desfavorable.

En la Fig. 4 se comparan los objetivos de la relación de indisponibilidad (UR) ( $UR = 1 - AR$ ). Los objetivos indicados en esta Recomendación se corresponden con las cifras existentes especificadas en las Recomendaciones UIT-R F.696 y UIT-R F.697.

### 4 Cálculo de los objetivos de disponibilidad

En este punto figuran algunos ejemplos de aplicación de la presente Recomendación a enlaces reales para obtener los objetivos.

#### 4.1 Caso 1: tramo de acceso de 30 km de longitud

La longitud es inferior a  $L_{min} = 50$  km, por lo que se ha utilizado el valor de  $L_{enlace} = 50$  km.

$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 0 \frac{50}{2500} + 5 \times 10^{-4} \right) = 0,9995$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{0 \frac{50}{2500} + 100} = 1 \times 10^{-2}$$

Estos valores corresponden a una AR del 99,95% (una indisponibilidad de 263 min/año), un número de sucesos por año de OI = 100 y un tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad,  $Mo = 5\,256$  min.

FIGURA 4  
Relación entre los objetivos de AR definidos en la Recomendación UIT-T G.827

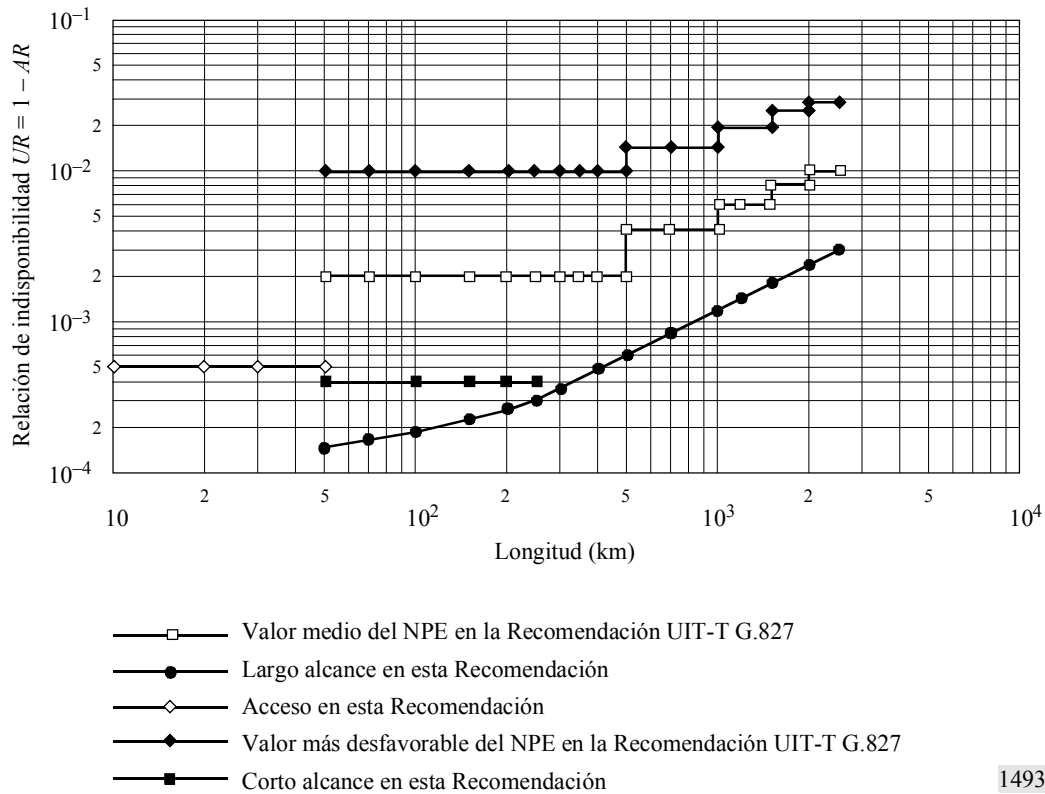
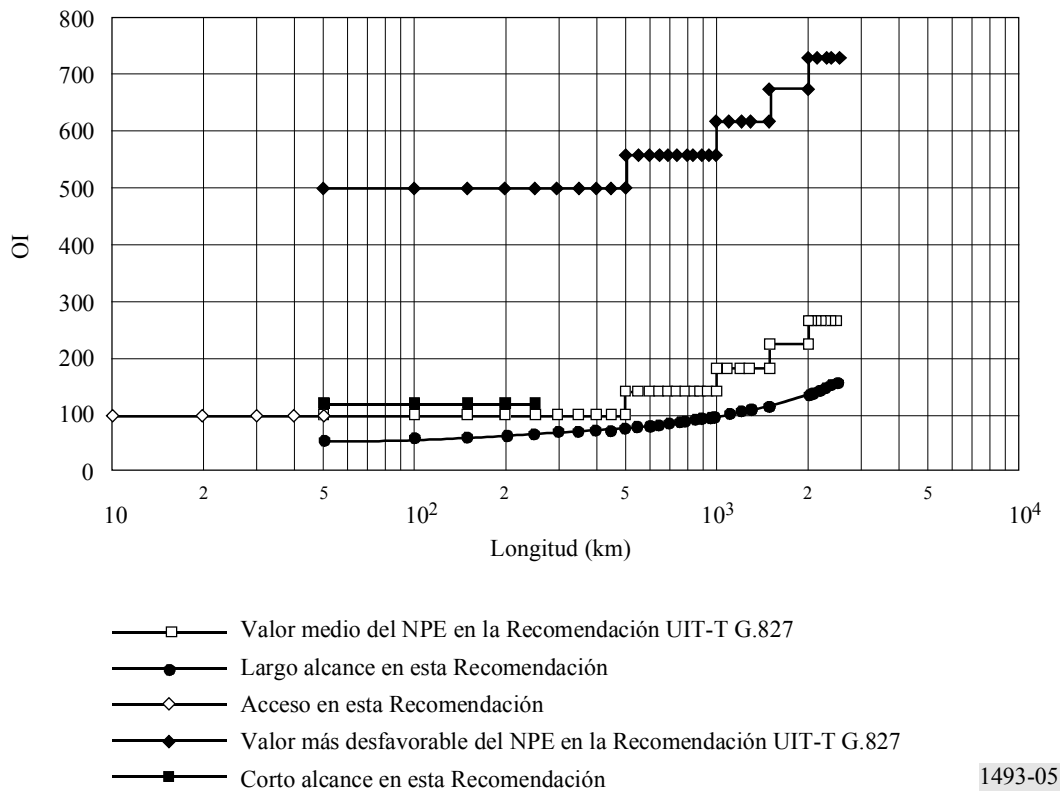


FIGURA 5  
Relación entre los objetivos OI definidos en la Recomendación UIT-T G.827 y los indicados en esta Recomendación



#### 4.2 Caso 2: tramo de corto alcance de 105 km de longitud

La longitud se encuentra en la gama 50-250 km, por lo que:

$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 0 \frac{105}{2500} + 4 \times 10^{-4} \right) = 0,9996$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{0 \frac{105}{2500} + 120} = 8,34 \times 10^{-3}$$

Estos valores corresponden a una AR del 99,96% (una indisponibilidad de 210 min/año), un número de sucesos por año de OI = 120 y un tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo = 4 380 min.

#### 4.3 Caso 3: tramo de largo alcance de 960 km de longitud

La longitud se encuentra en la gama 250-2 500 km, por lo que:

$$AR = 1 - \left( B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left( 3 \times 10^{-3} \times \frac{960}{2500} + 0 \right) = 0,9988$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{100 \frac{960}{2500} + 55} = 1,071 \times 10^{-2}$$

Estos valores corresponden a una AR del 99,88% (una indisponibilidad de 606 min/año), un número de sucesos por año de OI = 93 y un tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo = 5 627 min.

#### 4.4 Caso 4: objetivos globales para un enlace de 1 095 km de longitud compuesto por un tramo de acceso de 30 km, un tramo de corto alcance de 105 km y un tramo de largo alcance de 960 km

Los objetivos AR de este enlace vienen dados por la suma de los objetivos de indisponibilidad referidos al tramo del enlace perteneciente a cada tramo de red:

$$AR = 1 - UR = 1 - (UR_{AN} + UR_{SH} + UR_{LH}) = 1 - (5 \times 10^{-4} + 4 \times 10^{-4} + 1,15 \times 10^{-3}) = 0,9979$$

donde:

$UR$ : relación de indisponibilidad total

$UR_{AN}$ : objetivo de relación de indisponibilidad del tramo de acceso

$UR_{SH}$ : objetivo de relación de indisponibilidad del tramo de corto alcance

$UR_{LH}$ : objetivo de relación de indisponibilidad del tramo de largo alcance (véanse los ejemplos anteriores).

El objetivo de Mo viene dado por el valor recíproco de la suma de los objetivos de OI referidos a la parte del enlace perteneciente a cada tramo de red:

$$Mo = \frac{1}{OI_{AN} + OI_{SH} + OI_{LH}} = \frac{1}{100 + 120 + 93} = 3,19 \times 10^{-3}$$

donde:

$Mo$ : tiempo medio total entre interrupciones

$OI_{AN}$ : objetivo de intensidad de interrupciones del tramo de acceso

$OI_{SH}$ : objetivo de intensidad de interrupciones del tramo de corto alcance

$OI_{LH}$ : objetivo de intensidad de interrupciones de largo alcance (véanse los ejemplos anteriores).

Estos valores corresponden a una AR del 99,795% (una indisponibilidad de 1 077 min/año), un número de sucesos por año OI = 313 y un tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo = 1 674 min.

De acuerdo con la Recomendación UIT-T G.827, los objetivos para un NPE de 1 095 km son:

- valor medio de AR = 0,994
- valor del caso más desfavorable de AR = 0,98083
- OI media = 183
- OI del caso más desfavorable = 614.

En este ejemplo, los objetivos globales son conformes a la Recomendación UIT-T G.827.

---