

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1492*

OBJETIVOS DE DISPONIBILIDAD PARA RADIOENLACES DIGITALES REALES QUE FORMAN PARTE DEL TRAMO INTERNACIONAL 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

- a) 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);
- b) que los sistemas de radioenlaces digitales desempeñan un papel importante en los trayectos internacionales;
- c) 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;
- d) que los sistemas de radioenlaces digitales pueden utilizarse en los países de tránsito y de terminación de un trayecto internacional;
- e) que para el elemento de trayecto digital internacional 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;
- f) que la indisponibilidad de los sistemas de radioenlaces puede deberse a los efectos de la propagación, a fallos en los equipos, a intervenciones humanas, a la interferencia o a otras causas;
- g) que los objetivos de disponibilidad, relación de disponibilidad (AR) y el 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 real que forme parte del tramo internacional de un trayecto digital 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 en cada sentido de un radioenlace de longitud L_{enlace} 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 tiempo Mo o el recíproco de Mo, OI, respectivamente.

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

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

donde:

el valor de j es:	1	para	L_{min}	<	$L_{enlace} \leq 250$ km
	2	para	250 km	<	$L_{enlace} \leq 2\,500$ km
	3	para	2\,500 km	<	$L_{enlace} \leq 7\,500$ km
	4	para			$L_{enlace} > 7\,500$ km

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.

Los valores de B_j , C_j , D_j y E_j aparecen en los Cuadros 1 y 2.

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

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

3 que los objetivos de disponibilidad se distribuyan de tal 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 cae fuera del ámbito de la presente Recomendación;

4 que cuando el enlace está compuesto por más de un salto, los objetivos se apliquen a todo el enlace. La extrapolación de los objetivos para cada salto individual es responsabilidad del operador de la red (en el Anexo 1 aparece más información al respecto);

5 que los objetivos para el radioenlace que forma parte de cualquier elemento de trayecto que componga el tramo internacional, es decir, el elemento de núcleo de trayecto entre países (ICPCE) y el elemento de núcleo de trayecto internacional (IPCE) no rebasen en ningún caso los objetivos definidos en la Recomendación UIT-T G.827 (en el Anexo 1 aparece más información al respecto).

NOTA 1 – El tramo internacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores se compone de al menos un ICPCE y/o un IPCE.

NOTA 2 – El ICPCE es el elemento de trayecto (PE) transportado en el trayecto digital de orden más elevado a través de la frontera entre dos países. El ICPCE es el enlace entre redes de distintos países, considerados como subredes. Este PE está limitado por las estaciones fronterizas (FS) donde puede terminar el trayecto entre países de orden más elevado. Cuando dicho trayecto no está terminado por la FS, el ICPCE está limitado por el punto de acceso de sección entre países soporte.

NOTA 3 – El IPCE es el PE utilizado en una red núcleo. La frontera de este PE depende de su aplicación; para un país de tránsito, este elemento está limitado por las dos FS. Para un país de terminación, el elemento está limitado por la cabecera internacional (IG) y la FS. En particular, este elemento debe estar delimitado por el centro de conmutación internacional (ISC) y la FS o por el centro internacional terminal (TIC), que corresponde al extremo del tramo internacional, y la FS. El TIC se define en la Recomendación UIT-T M.1010. (Obsérvese que el ISC y el TIC pueden estar en el mismo emplazamiento.)

NOTA 4 – El tramo internacional de un trayecto está compuesto por el IPCE y el ICPCE, de manera que la frontera de este elemento corresponde al IPCE (es decir, la FS o el TIC o el ISC), y por el tramo de ICPCE que atraviesa la frontera entre dos países.

NOTA 5 – Los criterios que definen la entrada en el estado de indisponibilidad y la salida del mismo se definen en el § A.1 del Anexo A de la Recomendación UIT-T G.826.

NOTA 6 – 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 internacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores

Longitud (km)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 250$		$250 < L_{enlace} \leq 2\,500$		$2\,500 < L_{enlace} \leq 7\,500$		$L_{enlace} > 7\,500$	
	B_1	C_1	B_2	C_2	B_3	C_3	B_4	C_4
Tramo internacional	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-4}$	3×10^{-3}	0	3×10^{-3}	0	En estudio	En estudio

CUADRO 2

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

Longitud (km)	$L_{min} \leq L_{enlace} \leq 250$		$250 < L_{enlace} \leq 2\,500$		$2\,500 < L_{enlace} \leq 7\,500$		$L_{enlace} \geq 7\,500$	
	D_1	E_1	D_2	E_2	D_3	E_3	D_4	E_4
Tramo internacional	150	50	100	55	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio

ANEXO 1

Terminología y ejemplos de evaluación de un enlace real

1 Introducción

En el presente Anexo aparece 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 para un radioenlace real.

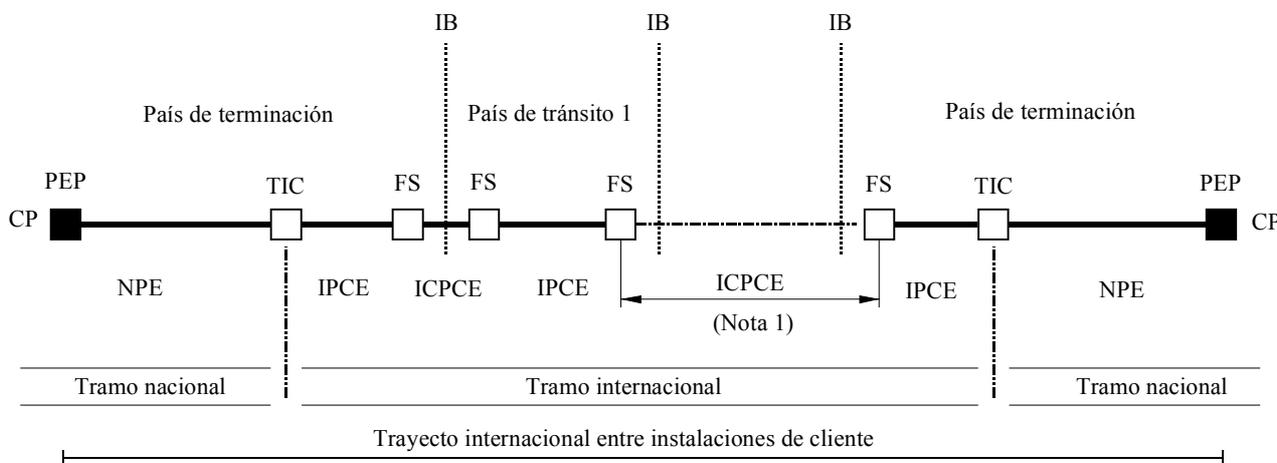
2 Definición y terminología

Esta Recomendación pretende definir los objetivos de disponibilidad de un radioenlace real pero como en una red de telecomunicaciones el término enlace es bastante general a continuación se aclara el significado de este término dentro del contexto de la presente Recomendación.

La definición de PE aparece en la Recomendación UIT-T G.827. En la Fig. 1 se representa un ejemplo de trayecto compuesto por varios PE. Un radioenlace puede identificarse con un tramo del trayecto y puede implementar un IPCE (o parte del mismo) y/o un ICPCE, como muestra la Fig. 2. Además, un enlace puede estar constituido por varios saltos.

FIGURA 1

Ubicación conceptual de los elementos de un trayecto internacional entre instalaciones de clientes



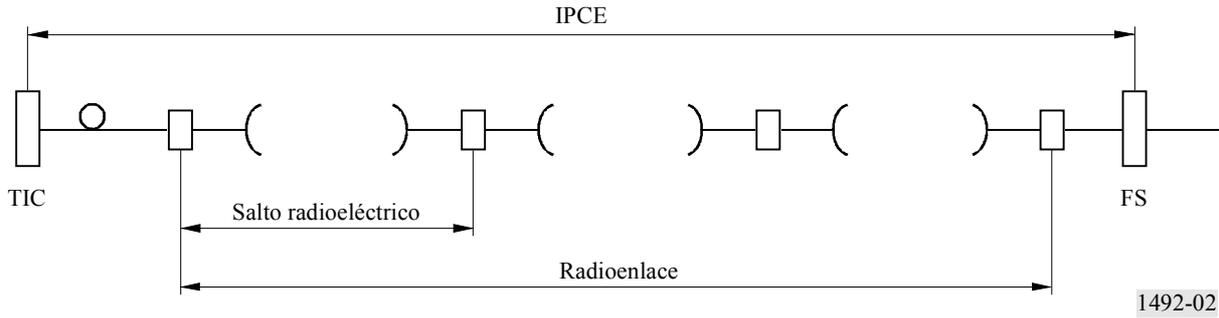
PEP:	Punto extremo de trayecto	NPE:	Elemento de trayecto nacional
IB:	Frontera internacional	CP:	Instalaciones de cliente

Nota 1 – Este ICPCE atraviesa dos fronteras internacionales y es soportado típicamente por un satélite o sistema de transmisión submarino.

1492-01

Históricamente, la terminología utilizada en la Recomendación UIT-T G.827 se deriva de los requisitos de mantenimiento de los trayectos internacionales, puesto que la disponibilidad es uno de los factores principales que repercuten en el comportamiento de un trayecto radioeléctrico. De hecho, en el pasado los requisitos de la característica de error eran un factor despreciable 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 de disponibilidad son fundamentales en el diseño de los enlaces.

FIGURA 2
Ejemplo de un radioenlace que constituye un tramo del IPCE

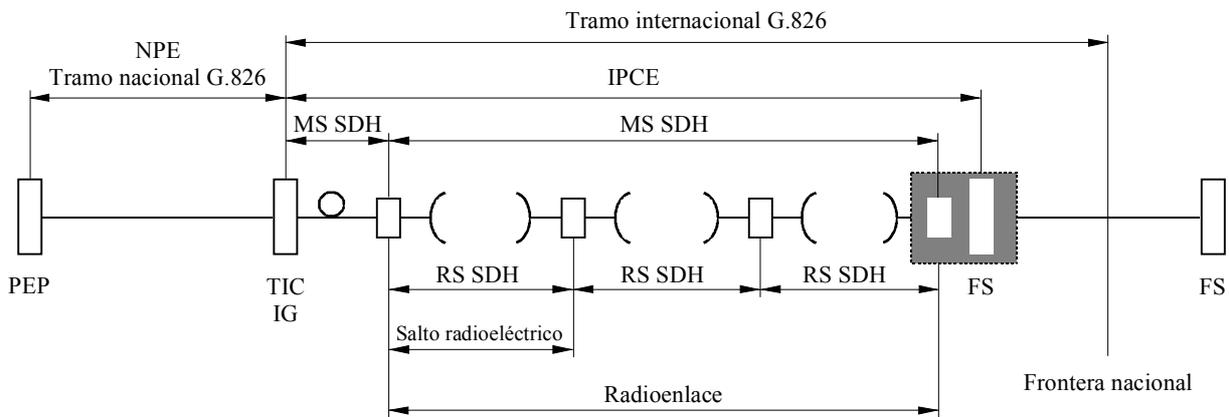


1492-02

Por otro lado, los objetivos de calidad de funcionamiento 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 plesiócrona (PDH), de jerarquía digital síncrona (SDH) y basados en célula se basan en los distintos elementos de un trayecto. En particular, los elementos que componen una SDH son la sección múltiplex (MS) y las secciones de regeneradores (RS) que constituyen la base de las definiciones de la calidad de funcionamiento. Para aclarar la relación entre los objetivos de calidad de funcionamiento y de disponibilidad, deben explicarse las relaciones entre las secciones SDH y los elementos de trayecto.

En la Fig. 3 se representa un ejemplo de un radioenlace que constituye un tramo de un elemento de trayecto IPCE compuesto de MS y RS de SDH. Los objetivos de esta Recomendación son aplicables al radioenlace mientras que los objetivos de la Recomendación UIT-R F.1397 son aplicables a la SDH simple con MS y RS implementadas por radiocomunicaciones. La subdivisión de objetivos de disponibilidad y de calidad de funcionamiento para cada salto cae fuera del ámbito de esta Recomendación y de la Recomendación UIT-R F.1397.

FIGURA 3
Ejemplo de un radioenlace que constituye un tramo del IPCE



1492-03

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

El objetivo de disponibilidad de un radioenlace definido en la presente Recomendación debe cumplir los objetivos del IPCE definidos en la Recomendación UIT-T G.827.

3 Relaciones entre los objetivos definidos 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 el PE se definen a efectos de diseño de la red. De hecho, el valor debe determinarse calculando la media matemática de los PE en las mismas categorías considerando el sistema de transmisión en un entorno independiente del medio.

En la Fig. 4 se comparan los objetivos de AR. La elección de alinear los objetivos de esta Recomendación con los de la Recomendación UIT-T G.827 da lugar a valores menos estrictos con respecto a los utilizados hasta ahora para las aplicaciones radioeléctricas (definidos en las Recomendaciones UIT-R F.557 y UIT-R F.696). Por lo tanto, se ha decidido alinear los objetivos de la presente Recomendación con las cifras existentes. Como puede observarse, los objetivos resultantes son más estrictos que los de la Recomendación UIT-T G.827 para cualquier longitud. En el Cuadro 3 aparecen valores numéricos para algunas longitudes del enlace.

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

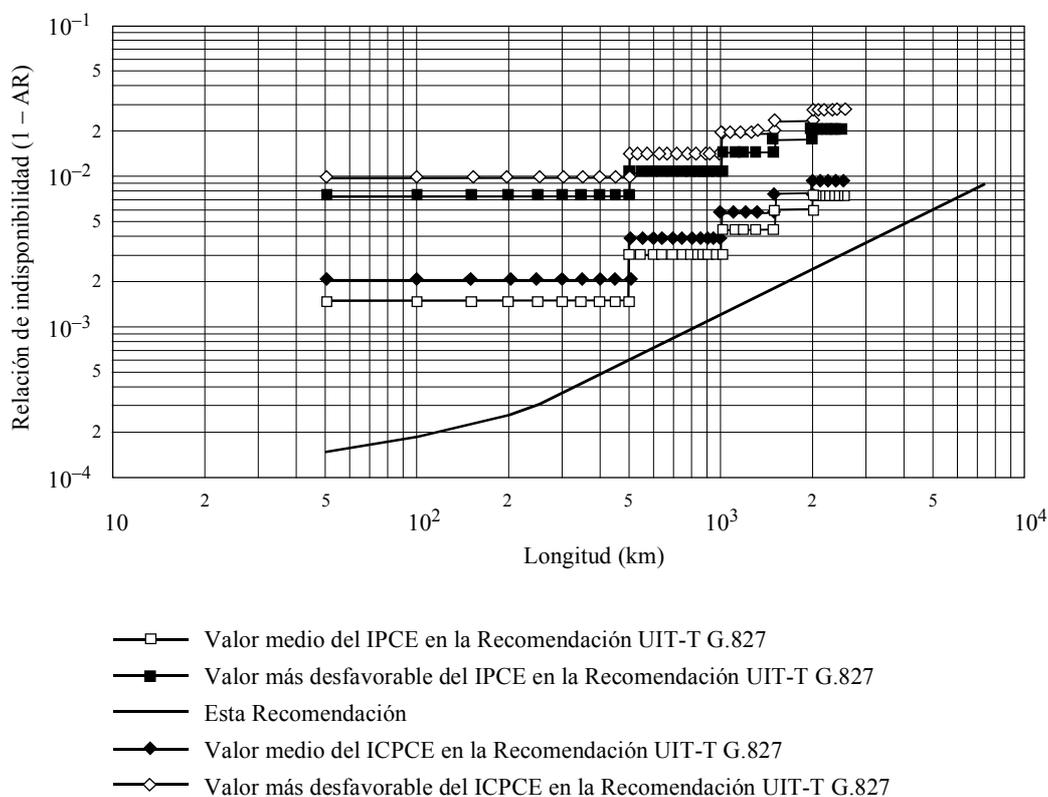
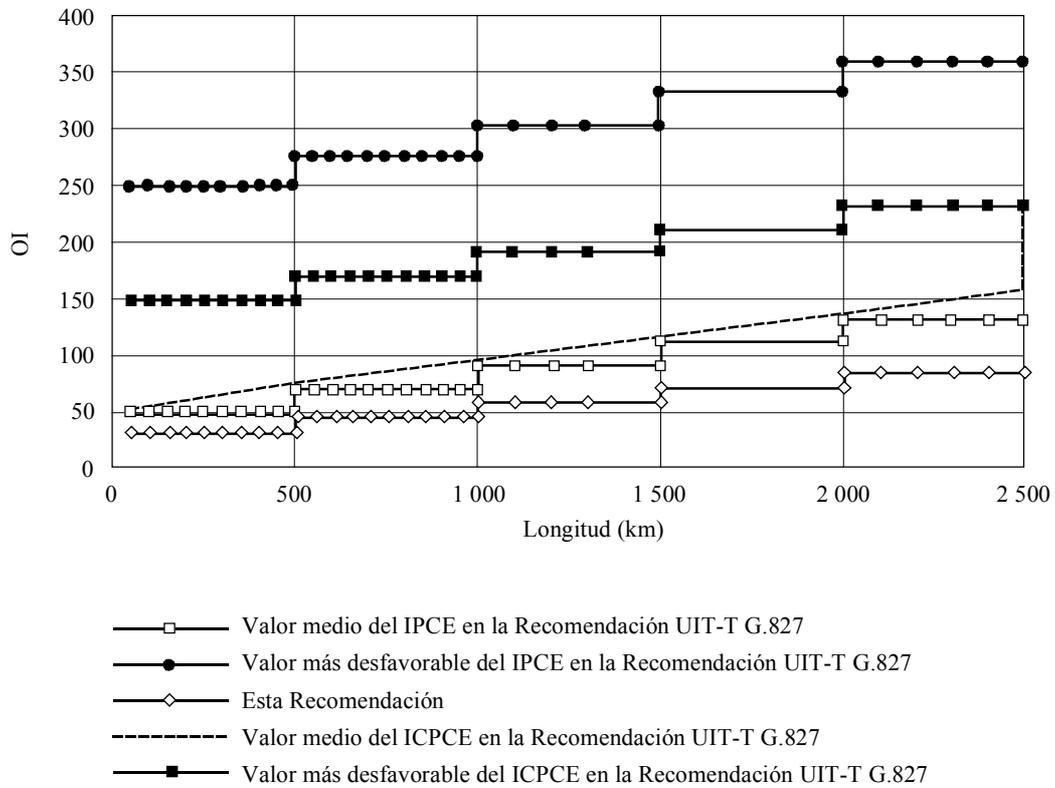


FIGURA 5
Relación entre los objetivos OI definidos en la Recomendación UIT-T G.827 y los definidos en esta Recomendación



1492-05

CUADRO 3

Ejemplo de objetivos para enlaces que forman parte del tramo internacional de un trayecto digital a velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores

Longitud del enlace (km)	50	100	200	250	500	750	1 000	1 500	2 000	2 500
AR (%)	99,985	99,9813	99,9738	99,97	99,94	99,91	99,88	99,82	99,76	99,7
Relación de indisponibilidad (1-AR)	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,875 \times 10^{-4}$	$2,625 \times 10^{-4}$	3×10^{-4}	6×10^{-4}	9×10^{-4}	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$	3×10^{-3}
OI	53	56	62	65	75	85	95	115	135	155

4 Cálculo de los objetivos de disponibilidad

En este punto figuran algunos ejemplos de aplicación de esta Recomendación a enlaces reales a fin de obtener los objetivos.

4.1 Caso 1: longitud de 30 km

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

$$AR = 1 - \left(B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left(1,9 \times 10^{-3} \frac{50}{2\,500} + 1,1 \times 10^{-4} \right) = 0,99985$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{130 \frac{50}{2\,500} + 100} = \frac{1}{102,6} = 9,74 \times 10^{-3}$$

Estos valores corresponden a una AR del 99,985% (una indisponibilidad de 79 min/año), el número de sucesos OI por año es 103 y el tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo, es 5 119 min.

4.2 Caso 2: longitud de 80 km

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

$$AR = 1 - \left(B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left(1,9 \times 10^{-3} \frac{80}{2\,500} + 1,1 \times 10^{-4} \right) = 0,99983$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{130 \frac{80}{2\,500} + 100} = \frac{1}{104,16} = 9,60 \times 10^{-3}$$

Estos valores corresponden a una AR del 99,983% (una indisponibilidad de 91 min/año), el número de sucesos OI por año es 104 y el tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo, es 5 046 min.

4.3 Caso 3: longitud de 1 056 km

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

$$AR = 1 - \left(B_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left(3 \times 10^{-3} \frac{1056}{2500} + 0 \right) = 1 - 1,27 \times 10^{-3} = 0,998732$$

$$Mo = \frac{1}{D_1 \frac{L_{enlace}}{L_R} + E_1} = \frac{1}{130 \frac{1056}{2500} + 100} = \frac{1}{154,92} = 6,45 \times 10^{-3}$$

Los valores anteriores corresponden a una AR del 99,873% (una indisponibilidad de 667 min/año), el número de sucesos OI por año es de 155 y el tiempo medio entre sucesos de indisponibilidad, Mo, es 3 390 min.