



DG 61

DIRECTIVA GENERAL DNRc. 61-02

**PLANILLA DE DATOS Y METODOLOGÍA DE
CÁLCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE PARA
SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES
PERTENECIENTES AL SERVICIO FIJO, QUE OPERAN
EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1 GHz**

Publicada en BSC 10.092 (22/05/89)

Buenos Aires 1999

DIRECCIÓN NACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES

DIRECTIVA GENERAL DNRc. 61-02

PLANILLA DE DATOS Y METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE PARA SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES DEL SERVICIO FIJO, QUE OPERAN EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1000 MHz

1) INTRODUCCIÓN

La presente versión de la Directiva General DNRc. 61 establece la nueva planilla de datos que solicitará la Dirección Nacional de Radiocomunicaciones (DNRc) a todo usuario que gestione trámites de asignación o reserva de frecuencias para sistemas pertenecientes al servicio fijo que operan en frecuencias superiores a 1000 MHz, en sustitución de la planilla obrante en Anexo I de la Directiva General DNRc. 61-01 (BSC 10.092, del 22-05-89).

El Anexo II de la mencionada Directiva General DNRc. 61-01 (Metodología de cálculo de radioenlace interferente), pasa a formar parte del Anexo homónimo de la presente Directiva General.

En consecuencia, a partir de la fecha la presente Directiva General estará acompañada por los siguientes Anexos:

- Planilla de Datos (Anexo I).
- Metodología de cálculo de radioenlace interferente (Anexo II).

2) PLANILLA DE DATOS (ANEXO I)

La planilla de datos que deberá presentarse ante la Dirección Nacional de Radiocomunicaciones en toda gestión de asignación o reserva de frecuencias para los sistemas de que se trata, es la que figura en el Anexo I de la presente Directiva.

Este Anexo consta de la citada planilla y de aclaraciones referentes a su correcto llenado.

La planilla en cuestión está destinada a integrar un archivo de datos técnicos, que servirá para facilitar la aplicación de la metodología de cálculo de radioenlace interferente de que trata el Anexo II.

3) METODOLOGIA DE CALCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE (ANEXO II)

La única metodología de cálculo de radioenlace interferente para los sistemas de que se trata que utilizará la DNRc para analizar si un determinado pedido de asignación de frecuencias es técnicamente factible, es la obrante en el Anexo II de la presente Directiva General.

Dicho Anexo está compuesto por la planilla de cálculo de radioenlace interferente y por la descripción técnica de los ítems que la integran, donde constan los procedimientos técnicos que deben seguirse.

En los casos en que la DNRc lo determine, podrá requerirse al solicitante que efectúe los estudios de compatibilidad radioeléctrica entre los nuevos sistemas de radiocomunicaciones a instalar y los ya existentes.

En estos casos la DNRC proveerá los datos – para cada estación existente – obrantes en la planilla del Anexo I; los cálculos de compatibilidad se realizarán utilizando la metodología de cálculo del Anexo II.

En tal sentido, una asignación o reserva de frecuencias es técnicamente factible sólo cuando – para una dada frecuencia – los niveles de interferencia que coloque la nueva estación sobre las estaciones existentes y los que ésta coloque sobre aquellas, tomadas individualmente, no superen los niveles máximos de interferencia admisible establecidos en el Adjunto 2 del Anexo II de la presente Directiva.

En los casos en que le fuese requerido al solicitante realizar este estudio de compatibilidad, la DNRC supervisará la correcta aplicación y cumplimiento de las pautas establecidas en la presente.

DISTRIBUIDOR:

DNRC:	1
SG:	1
IE:	4
AS:	4
AU:	1
R:	1
CIT:	1

FECHA DE EMISION: 17 OCT 1990

Ing. Guillermo R. AMUY
Director Nacional de Radiocomunicaciones
Sub-Secretaría de Comunicaciones

ANEXO II

DESCRIPCION DE LOS ITEMS DE LA PLANILLA DE CALCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE PARA SISTEMAS QUE OPERAN EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1 GHz.

La planilla de calculo se encuentra en el archivo InterSF1000.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervinculo:

PLANILLA DE CÁLCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE PARA SISTEMAS QUE OPERAN EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1 GHz

A continuación se describen los ítems correspondientes:

- 1) La capacidad del enlace se expresará en canales telefónicos; se indicará tanto la capacidad correspondiente al transmisor interferente como la del receptor interferido, respectivamente. En ambos casos se indicará además el tipo de modulación. (*)
- 2) Las coordenadas geográficas de las estaciones interferente e interferida deberán expresarse en grados, minutos y segundos sexagesimales, indicándose la latitud sur y la longitud oeste, en las filas correspondientes. (*)
- 3) El acimut de antena en el enlace interferente se expresará en grados sexagesimales; este será el ángulo tomado entre la dirección del norte geográfico y la dirección del enlace interferente, medido a partir del norte geográfico en el sentido de las agujas del reloj.

Conocidas las coordenadas geográficas de las estaciones interferente e interferida, llamamos: Lat_A , Lon_A a las correspondientes a la estación ubicada más al oeste y Lat_B , Lon_B a las correspondientes a la estación ubicada más al este; los valores de la latitud (S) y la longitud (W) correspondientes a ambas estaciones, se considerarán con signo positivo.

Luego el acimut de cada estación se calculará conforme a las siguientes expresiones:

- Para la estación que se halla ubicada más al oeste:

$$A_{C_A} (^{\circ}) = \cos^{-1} \left[\frac{\cos Lat_B \cdot \cos(Lon_B - Lon_A) \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \sin Lat_B}{\sqrt{t^2 + u^2}} \right]$$

donde:

$$t = \cos Lat_B \cdot \sin(Lon_B - Lon_A)$$

$$u = \cos Lat_B \cdot \cos(Lon_B - Lon_A) \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \sin Lat_B$$

- Para la estación que se halla ubicada más al este:

$$A_{C_B} (^{\circ}) = 180 + \cos^{-1} \left[\frac{\cos Lat_B \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \cos(Lon_A - Lon_B) \cdot \sin Lat_B}{\sqrt{v^2 + w^2}} \right]$$

donde:

$$v = \cos Lat_A \cdot \sin(Lon_A - Lon_B)$$

$$u = \cos Lat_A \cdot \cos(Lon_A - Lon_B) \cdot \sin Lat_B - \cos Lat_B \cdot \sin Lat_A$$

- 4) El acimut de antena en el enlace útil, se expresará en grados sexagesimales. (*)
- 5) El apartamiento con respecto a la máxima radiación: β , se expresará en grados sexagesimales. Este valor es el ángulo formado entre la recta que une las estaciones interferida e interferente, con la dirección de máxima radiación de cada antena y se calcula efectuando la diferencia entre el acimut de antena en el enlace interferente y el acimut de antena en su enlace útil, tanto para la estación transmisora (interferente) como para la estación receptora (interferida).

O sea:

$$\beta = Ac_I - Ac_u$$

cuando resulte $\beta > 180^\circ$ se tomará

$$\beta = 360 - |Ac_I - Ac_u|$$

- 6) La distancia entre el transmisor interferente y el receptor interferido se expresará en km; conocidas las coordenadas geográficas de la estación que se halla más al oeste: Lat_A , Lon_A y las de la estación que se halla más al este: Lat_B , Lon_B , la distancia entre ambas se calculará conforme a la siguiente expresión:

$$L(km) = 111.194 \cdot \arccos[\cos Lat_A \cdot \cos Lat_B \cdot \cos(Lon_A - Lon_B) + \sin Lat_A \cdot \sin Lat_B]$$

Nota: en esta expresión, dentro de la Argentina, se considerarán, por convención, los valores de latitud (Sur) y longitud (Oeste) como positivos.

- 7) La frecuencia deberá expresarse en MHz; aquí se anotarán la frecuencia del transmisor interferente y la del receptor interferido, respectivamente. Además se indicará su diferencia en la columna de los totales.

Nota: Se indicarán en este ítem la frecuencia tentativa del sistema a asignar y la frecuencia asignada del sistema existente. (*)

- 8) La atenuación en el espacio libre se expresará en decibeles y se calculará de la siguiente forma:

$$Ael(dB) = 32,44 + 20 \log F(MHz) + 20 \log(Km)$$

siendo:

F: frecuencia del transmisor interferente

- 9) La atenuación de los alimentadores se expresará en decibeles; se indicará separadamente para cada estación y además su suma en la columna de los totales. (*)
- 10) La pérdida de filtros y conectores se expresará en decibeles, se indicará el total de pérdidas para cada estación y además su suma en la columna de los totales. (*)
- 11) Las ganancias de las antenas de cada estación en la polarización principal, se expresarán en decibeles con respecto a la antena isotrópica; además se indicará su suma en la columna de los totales.

Estas ganancias se obtendrán de los diagramas de radiación de la antena del transmisor interferente y del receptor interferido ingresando en cada caso con el ángulo " β " correspondiente.

Se indicará, además, la polarización principal de la antena, indicándose con una "V" si es vertical y con una "H" si es horizontal, en los casilleros destinados a tal fin, a la derecha del lugar asignado a las ganancias correspondientes. (*)

- 12) Las ganancias de las antenas de cada estación con polarización cruzada, se expresarán en decibels con respecto a la antena isotrópica, además se indicará su suma en la columna de los totales.

Estos valores se obtendrán de los diagramas de radiación con polarización cruzada de la antena del transmisor interferente y del receptor interferido ingresando en cada caso con el ángulo “ β ” correspondiente.

- 13) La discriminación por Polarización cruzada se expresará en decibels; se calcularán:

Para el transmisor interferente:

$$D_1 = G_1 - \overline{G_1}$$

Para el receptor interferido:

$$D_2 = G_2 - \overline{G_2}$$

A su vez se completará la columna de los totales con el valor de la discriminación total por polarización la que se calculará como se indica a continuación:

- a) cuando los enlaces interferido e interferente, tengan igual polarización principal:

$$D = 10 \log \left[1 + 10^{\left(\frac{-(D_1 + D_2)}{10} \right)} \right]^{-1}$$

D, D1 y D2 en dB.

- b) cuando la polarización principal de los enlaces interferido e interferente tengan polarizaciones opuestas:

$$D = 10 \log \left[10^{\left(\frac{-D_1}{10} \right)} + 10^{\left(\frac{-D_2}{10} \right)} \right]^{-1}$$

D, D1 y D2 en dB.

- 14) La atenuación por obstrucción no excedida durante el 20% del tiempo, se expresará en decibels.

- 14.1 Para obtener este valor de atenuación deberá completarse la planilla obrante en el adjunto 1.1 del presente anexo.

La topografía del terreno se realizará sobre la plantilla de K=4/3: figura 3a, cuya escala mejor describa las peculiaridades del mismo.

En todos los casos se completarán la totalidad de los datos solicitados al pie de cada figura.

Cuando para la elaboración del perfil se utilicen cartas editadas por el INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (I.G.M.), deberán indicarse sus códigos numéricos en el lugar asignado a tal fin.

Se indicará además sobre el perfil del terreno, el punto donde se evalúe la atenuación por obstáculo.

Por último en la figura 3a, se indicará con una “X” la escala utilizada.

- 14.2 Cuando la obstrucción sea ocasionada por la tierra esférica lisa "más allá del radiohorizonte" (Ver ecuaciones 19 y 20 del Adjunto 1-2, del presente Anexo), la atenuación por obstáculo podrá calcularse conforme a como se indicó en 14.1, o bien completando la planilla auxiliar obrante en el Adjunto 1-1, solamente en los ítems 1 y 9, y calculando:

$$A_o(dB) = |F(L) + H(h_{T1}) + H(h_{T2})|$$

donde:

$$\begin{cases} F(L): \text{Se obtiene de la Fig. 4a.} \\ H(h_{T1}) \text{ y } H(h_{T2}): \text{se obtienen de la Fig. 4b} \end{cases}$$

En este caso no será necesario presentar el relevamiento del perfil del enlace interferente.

En el Adjunto 1-2, se han expuesto las ecuaciones de la atenuación por difracción en tierra esférica lisa más allá del radiohorizonte, que sustituyen a los nomogramas de las figuras 4a y 4b en el cálculo de A_o (dB).

- 15) El factor de reducción de la interferencia: α , se expresará en decibeles.

El mismo se obtendrá de la figura 5, ingresándose con el valor:

$$DF = \frac{|F_t - F_r|}{B_n}$$

donde:

DF: diferencia de frecuencia normalizada.

F_t : frecuencia del transmisor interferente, expresada en MHz.

F_r : frecuencia del receptor interferido, expresada en MHz.

B_n : anchura de banda necesaria, en MHz. B_n adopta el mayor valor entre:

B_{nI} : anchura de banda necesaria de la señal interferente.

B_{nU} : anchura de banda necesaria de la señal útil.

Luego, el valor de alfa se obtiene como:

$$\alpha(dB) = \text{valor de la fig. 5} \quad \text{si } B_{nI} \leq B_{nU}$$

$$\alpha(dB) = \text{valor de la fig. 5} + 10 \log \left(\frac{B_{nI}}{B_{nU}} \right) \quad \text{si } B_{nI} > B_{nU}$$

- 16) La atenuación neta del trayecto, NO excedida durante el 20% del tiempo se expresará en dB; la misma se calculará conforme a la siguiente expresión:

$$An_{20}(dB) = Ael + Aa + Ac - (G_1 + G_2) + D + Ao_{20} + \alpha$$

- 17) La potencia del transmisor se expresará en dBm; se indicará:

P_{ti} : Potencia del transmisor interferente (en la columna de la estación transmisora)

P_{tu} : Potencia del transmisor del enlace útil correspondiente al receptor interferido (en la columna de la estación receptora).

- 18) La señal interferente, excedida durante el 20% del tiempo, se expresará en dBm; la misma se calculará como:

$$P_i(dBm) = P_{t_i}(dBm) - A_T(dB)$$

- 19) El margen de interferencia se expresará en decibeles, y se calculará como:

$$M(dB) = P_{I\text{MÁX}}(dBm) - P_i(dBm)$$

donde:

$P_i(dBm)$: señal interferente evaluada en el ítem anterior.

$P_{I\text{MÁX}}(dBm)$: señal interferente máxima, indicada en el Adjunto 2 del presente Anexo.

Deberá modificarse:

$$M(dB) > 0$$

(*) Este dato se obtendrá de la planilla de datos correspondientes, tanto para la estación interferente como para la estación interferida

ANEXO II: PLANILLA DE CÁLCULO DE RADIOENLACE INTERFERENTE PARA SISTEMAS DEL SERVICIO FIJO QUE OPERAN EN FRECUENCIA SUPERIORES A 1000 MHz					CÓDIGOS NUMÉRICOS (para uso exclusivo de la CNC)					TOTALES	CÓDIGOS NUMÉRICOS (para uso exclusivo de la CNC)					TOTALES					
ÍTEM	Representante Técnico ----- Lugar y Fecha Firma y Sello (Proyectista)			SÍMBOLO	UNIDAD	NOMBRE DE LAS ESTACIONES					NOMBRE DE LAS ESTACIONES										
						ESTACIÓN TX (Interferente)			ESTACIÓN RX (Interferida)		ESTACIÓN TX (Interferente)			ESTACIÓN RX (Interferida)							
1	Capacidad / Tipo de modulación			n	Can.Tel.	*			*												
2	Coordenadas geográficas		Latitud sur (S)	Lat	° ' "	*	*	*	*	*	*										
			Longitud oeste (W)	Lon	° ' "	*	*	*	*	*	*										
3	Acimut enlace interferente			Aci	°																
4	Acimut enlace útil			Acu	°	*			*												
5	Apartamiento con respecto a la máxima radiación			β	°																
6	Longitud del enlace interferente			L	Km																
7	Frecuencia			F	MHz	*			*												
8	Atenuación espacio libre			Ael	dB																
9	Atenuación Alimentadores			Aa	dB	*			*												
10	Pérdida en Filtros y Conectores			Ac	dB	*			*												
11	Ganancia de Antena	Polarización (H o V)		G	dBi			*			*										
12	Ganancia de Antena con polarización cruzada			$\overline{G}$	dBi																
13	Discriminación por polarización cruzada			D	dB																
14	Atenuación por obstrucción no excedido el 20% del tiempo			Ao20	dB																
15	Factor de reducción de la interferencia			α	dB																
16	Atenuación neta no excedida el 20 % del tiempo			An20	dB																
17	Potencia del transmisor			Pti-u	dBm	*			*												
18	Señal interferente excedida el 20% del tiempo			PI	dBm																
19	Margen de interferencia			M	dB																

ADJUNTO 1-1:
(del Anexo II)

**DESCRIPCION DE LOS ITEMS DE LA PLANILLA AUXILIAR PARA EL CALCULO DE LA
ATENUACION POR OBSTACULOS NO EXCEDIDA DURANTE MAS DEL 20% DEL TIEMPO
(Ver Figura 2)**

La planilla de calculo se encuentra en el archivo AtObs20.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervinculo:

**PLANILLA AUXILIAR PARA EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN POR OBSTÁCULO
NO EXCEDIDA DURANTE MAS DEL 20% DEL TIEMPO**

A continuación se describen los ítems correspondientes:

- 1) La altura total de antena (altura de la antena más la cota), se expresará en metros tanto para el transmisor interferente como para el receptor interferido. (*)
- 2) La distancia entre el obstáculo y las antenas de las estaciones, se expresará en kilómetros.
- 3) La cota del obstáculo se expresará en metros.
- 4) La altura del obstáculo sobre la cota del mismo se expresará en metros.
- 5) La altura de la tierra en el punto del obstáculo se expresará en metros; se calculará conforme a la siguiente expresión:

$$H_T(m) = 78,48 \cdot 10^{-3} \frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{K}$$

donde:

$$K = 4/3$$

- 6) La altura efectiva del obstáculo se expresará en metros; se obtendrá de la siguiente forma:

$$he_{obs}(m) = h_{obs} + Ct_{obs} + H_T$$

- 7) La altura del haz radioeléctrico en el punto del obstáculo, se expresará en metros; se obtendrá de la siguiente forma:

$$h_z(m) = \frac{h_{T2}(m) - h_{T1}(m)}{L(km)} \cdot d_1(km) + h_{T1}(m)$$

- 8) El despejamiento para $K = 4/3$ se expresará en metros; su valor se calculará de la siguiente forma:

$$C(m) = h_z - he_{obs}$$

9) El valor de K excedido el 20% del tiempo se calculará como sigue:

$$K_{80} = \frac{1}{0.72 - \frac{0.27}{\sqrt{1 + \frac{L(km)}{13}}}}$$

10) La variación de la altura del obstáculo al pasar de $K = 4/3$ a $K = K_{20}$, se expresará en metros; su valor se calculará de la siguiente forma:

$$\Delta h(m) = 78.48 \cdot 10^{-3} \cdot d_1(km) \cdot d_2(km) \cdot \left[\frac{1}{K_{20}} - \frac{1}{4/3} \right]$$

11) El despejamiento para el 20% del tiempo ($K = K_{20}$) se expresará en metros y se obtendrá de la siguiente forma:

$$C'(m) = C - \Delta h$$

12) El radio de la 1a. Zona de Fresnel se expresará en metros; su valor se calculará de la siguiente forma:

$$R_f(m) = 547.72 \cdot \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{d_1(km) + d_2(km)}} \cdot \frac{1}{F(MHz)}$$

F: Frecuencia del transmisor interferente

13) La relación C'/R_f para el 20% del tiempo ($K = K_{20}$) es adimensional y se calculará efectuando la siguiente relación: $\frac{C'}{R_f}$

14) La altura auxiliar para el cálculo del radio de curvatura del obstáculo se expresará en metros y se define como la altura de la obstrucción medida a partir de una paralela a la recta que une las antenas transmisora y receptora y que pasa por debajo de ella a una distancia: $0,6 R_f$, o sea:

$$ho(m) = 0,6 \cdot R_f(m) - C(m)$$

NOTA: Si la obstrucción es la tierra esférica lisa, pasar a la nota del ítem 16, sin evaluar este parámetro.

15) El tramo auxiliar para el cálculo de la curvatura del obstáculo se expresará en kilómetros; se define como el tramo que resulta de la intersección del terreno con la recta trazada para medir ho .

- Cuando esta recta no intersecta al terreno en ningún punto se tomará: $A = L$
- Cuando dicha recta intersecte al terreno en un solo punto del perfil del terreno, se considerará que el otro punto de intersección se halla del otro lado del obstáculo y en el punto de emplazamiento de la estación correspondiente.
- Cuando esta recta intersecte más de dos puntos del terreno se tomarán los puntos que definan el mayor valor de A.

- Cuando haya dudas en la aplicación de lo expresado anteriormente, deberá trazarse el elipsoide de $0,6 R_f$ y tomar el valor de A entre los puntos en que dicho elipsoide intersecta al terreno, que arrojen el mayor valor de A.

16) El radio de curvatura del obstáculo se expresará en kilómetros; su valor se calculará de la siguiente forma:

$$R_{obs}(m) = 125 \frac{[A(km)]^2}{ho(m)} + \frac{ho(m)}{2000}$$

NOTA: en el caso de tratarse de tierra esférica lisa deberá tomarse $R_{obs} = R \cdot K_{20}$ donde $R = 6370$ km.

17) El factor γ se obtendrá de la siguiente forma:

$$\gamma = 6,76 \cdot [F(MHz)]^{-1/6} \cdot [R_{obs}(km)]^{1/3} \cdot \sqrt{\frac{1}{d_1(km)} + \frac{1}{d_2(km)}}$$

18) La atenuación por obstrucción no excedida durante el 20% del tiempo, se expresará en decibelios.

Este valor se obtendrá leyendo el valor que toma la ordenada de fig. 1-a ingresando con la abscisa: C/R_f (ítem 13 de la presente planilla) y el parámetro γ (ítem 17 de la presente planilla). La fig. 1-b muestra en detalle los valores que toma A_c cuando $C/R_f > 0$.

(*) Este dato se obtendrá de la planilla de datos de la estación correspondiente.

ADJUNTO 1-2

**ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN POR DIFRACCIÓN EN TIERRA
ESFÉRICA LISA MÁS ALLÁ DEL RADIOHORIZONTE**

1) ECUACIONES DE CALCULO

$$A_o(dB) = |F(L) + H(h_{T1}) + H(h_{T2})| \quad (1)$$

$$F(L) = -0,003853 \cdot z_2^4 + 0,2228 \cdot z_2^3 - 5,35 \cdot z_2^2 + 66,247 \cdot z_2 - 360 \quad (2)$$

$$\longrightarrow \text{válida sólo si resulta: } -360 \leq F(L) \leq -7 \quad (3)$$

$$H(h_{Ti}) = 0,0478 \cdot z_{li}^2 + 5,34 \cdot z_{li} - 37 \quad \text{para } 0 \leq z_{li} \leq 6,55 \quad (4)$$

$$1,492 \cdot z_{li}^2 - 14,54 \cdot z_{li} + 31,22 \quad \text{para } 6,55 < z_{li} \leq 10,9 \quad (5)$$

$$6,536 \cdot z_{li}^2 - 126,47 \cdot z_{li} + 652 \quad \text{para } 10,9 < z_{li} \leq 14,3 \quad (6)$$

$$\longrightarrow \text{válida sólo si resulta: } -37 \leq H(N_{Ti}) \leq 180 \quad (7)$$

$$z_{li} = 0,4 \cdot X_l + 0,6 \cdot Y_{li} \quad \text{válida sólo si resulta: } 0 \leq z_{li} \leq 14,3 \quad (8)$$

$$z_2 = 1,713 \cdot Y_2 - 0,713 \cdot X_2 \quad \text{válida sólo si resulta: } 0 \leq z_2 \leq 17,15 \quad (9)$$

$$Y_{li} = 6 \cdot \log\left(\frac{h_{Ti}(m)}{3}\right) \quad (10)$$

$$Y_2 = 7,2 \cdot \log\left(\frac{1350}{L(Km)}\right) \quad (11)$$

$$X_l = 6 \cdot \log\left(\frac{F_1}{26}\right) \quad (12)$$

$$X_2 = 6 \cdot \log\left(\frac{F_2}{17}\right) \quad (13)$$

$$F_1 = \frac{F(MHz)}{\sqrt{K}} \quad (14)$$

$$F_2 = \frac{F(MHz)}{K^2} \quad (15)$$

2) VALIDEZ DE LAS ECUACIONES

Rango de Frecuencias

$$26 \cdot \sqrt{K} \leq F(MHz) \leq 10000 \cdot K^2 \quad \text{para } K < 1,33 \quad (16)$$

$$17 \cdot K^2 \leq F(MHz) \leq 15000 \cdot \sqrt{K} \quad \text{para } K \geq 1,33 \quad (17)$$

Rango de Alturas

$$3 \leq h_{Ti} \leq 2000 \quad (18)$$

Rango de Distancias

$$Dr \leq L(Km) \leq 1350 \quad (19)$$

$$Dr \leq 3,57\sqrt{K} \cdot \left[\sqrt{HT_1(m)} + \sqrt{HT_2(m)} \right] \quad (20)$$

Nota: En todas estas ecuaciones, el valor de K es K_{20} .

donde:

L: Distancia entre el transmisor interferente y el receptor interferido, expresada en Km (este valor se extrae del Anexo 2, ítem 5)

Dr: Distancia al radiohorizonte, expresada en kilómetros.

h_{T1} y h_{T2} : Altura total de las antenas de transmisor interferente y el receptor interferido, respectivamente, expresadas en metros (estos valores se extraen del Adjunto 1-1 del Anexo II, ítem 1).

K_{20} : Valor de K excedido el 20% del tiempo; este valor se extrae del Adjunto 1-1 del Anexo II, ítem 9.

F: Frecuencia del transmisor interferente; este valor se extrae del Anexo II ítem 7.

ADJUNTO 2
(del ANEXO II)

NIVELES DE SEÑAL INTERFERENTE MÁXIMA ADMISIBLES: PIMÁX.

SISTEMA		PImáx (dBm)
Multicanales Digitales		Umbral para un BER = 10^{-3} (*)
Multicanales Analógicos MDF / FM (**)	60 c.t.	-127
	120 c.t.	-122
	300 c.t.	-114
	600 c.t.	-108
	960 c.t.	-104
	1260 c.t.	-101
	1800 c.t.	-95
	2700 c.t.	-91
Televisión		-104

(*) Este valor se obtiene de la planilla de datos de la estación (interferida) correspondiente.

(**) Abreviatura c.t.: canales telefónicos.

ECUACIONES DE CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN POR OBSTRUCCIÓN, A_0 (dB)

La Figura 1: Atenuación por Obstrucción, se encuentra en el archivo Gamma.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervínculo:

FIGURAS 1-A, 1-B Y 1-C: CURVAS DE ATENUACIÓN POR OBSTRUCCIÓN, A_0 (dB)

Para $\frac{C'}{R_f} \leq 0$ y $\gamma \leq 30$

$$A_0 = T(\rho) + J(\nu) + Q(\lambda)$$

donde:

$$\begin{cases} T(\rho) = 7,2\rho - 2\rho^2 + 3,6\rho^3 - 0,8\rho^4 \\ J(\nu) = 6,4 + 20 \cdot \log(\sqrt{\nu^2 + 1} + \nu) \\ Q(\lambda) = \begin{cases} 12,5 \cdot \chi & \text{si } \chi < 4 \\ 17\chi - 6 - 20 \cdot \log(\chi) & \text{si } \chi \geq 4 \end{cases} \end{cases}$$

siendo:

$$\begin{cases} \rho = \gamma / 10 \\ \gamma = 3,19 \left(\frac{u^2 - 3u + 2}{\rho^3} \right) \\ \chi = 4 \left(\frac{1 - u}{\rho^2} \right) \end{cases}$$

donde:

$$u = \sqrt{1 + 0,88658\rho^3 \cdot \frac{C'}{R_f}}$$

Para $\frac{C'}{R_f} > 0$ y $\gamma \leq 30$

$$A_0 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$$

donde:

$$\left\{ \begin{array}{l} A_1 = \begin{cases} 1 - 2,6 \cdot \left(\frac{C'}{R_f} \right) + 1,558 \cdot \left(\frac{C'}{R_f} \right)^2 & \text{si } \frac{C'}{R_f} < 0,6 \\ 0 & \text{si } \frac{C'}{R_f} \geq 0,6 \end{cases} \\ A_2 = 6,4 + 7,2\rho - 2\rho^2 + 3,6\rho^3 - 0,8\rho^4 \\ A_3 = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq \rho \leq 1,5 \\ 1 - 0,126 \cdot E'(t) \cdot E''(z) & \text{si } 1,5 < \rho \leq 3 \end{cases} \end{array} \right.$$

siendo:

$$E'(t) = 5 + 1,28 \cdot t - 3,72 \cdot t^2$$

$$E''(z) = 0,6 - 0,92 \cdot |z| + 7,5 \cdot |z|^2 - 37 \cdot |z|^3$$

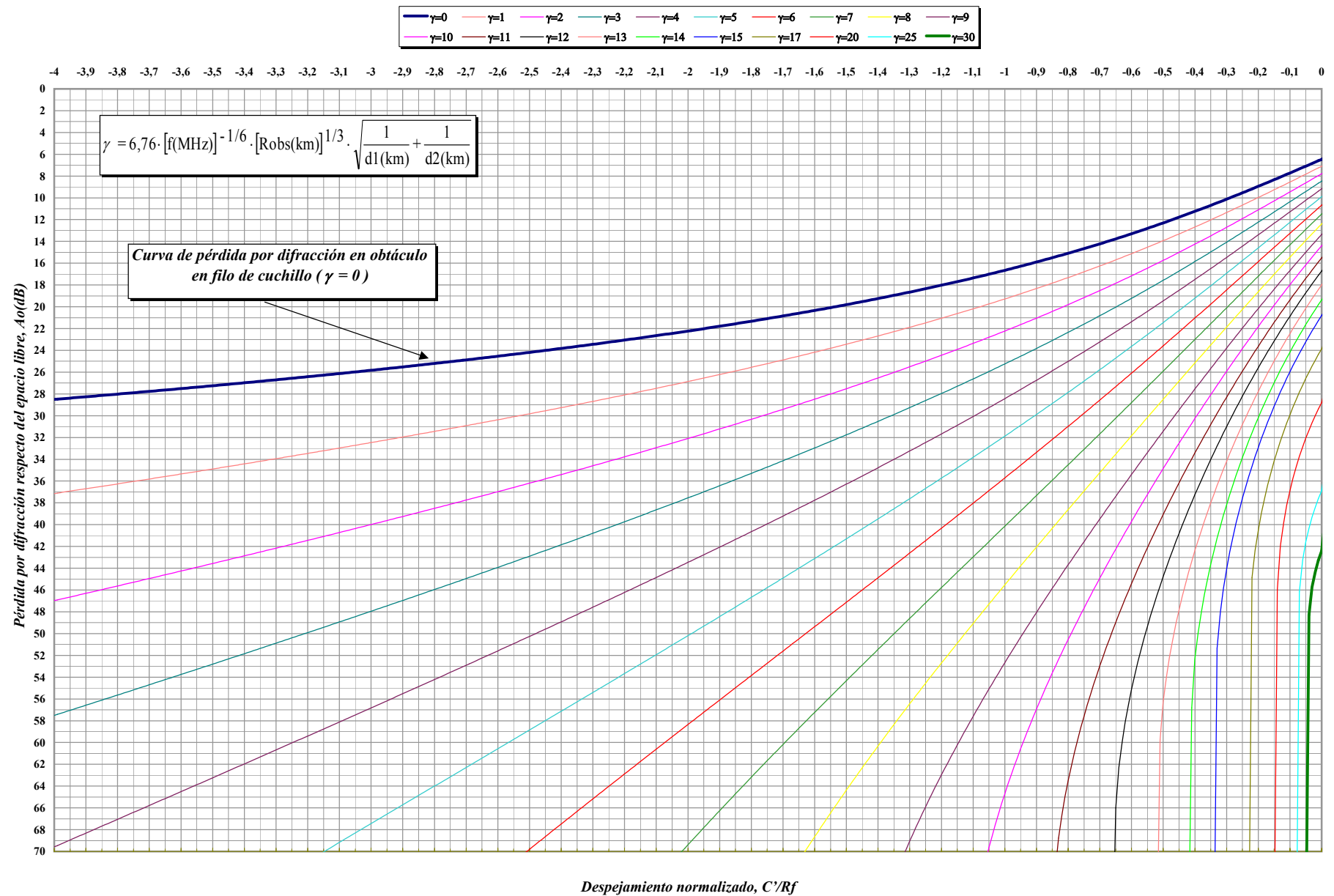
donde:

$$t = \frac{\rho}{1,5} - 2$$

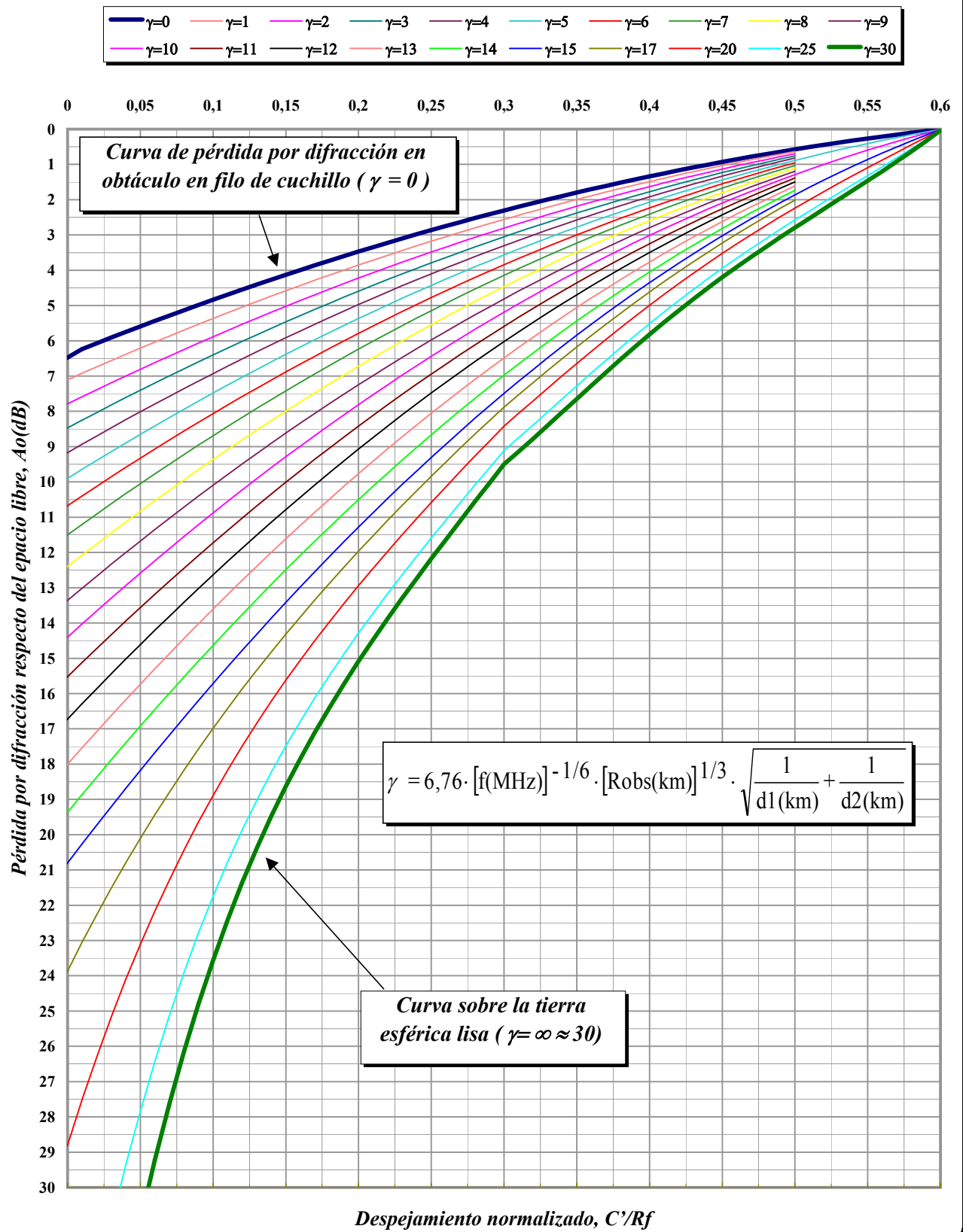
$$\rho = \frac{\gamma}{10}$$

$$z = \frac{C'}{R_f} - 0,3$$

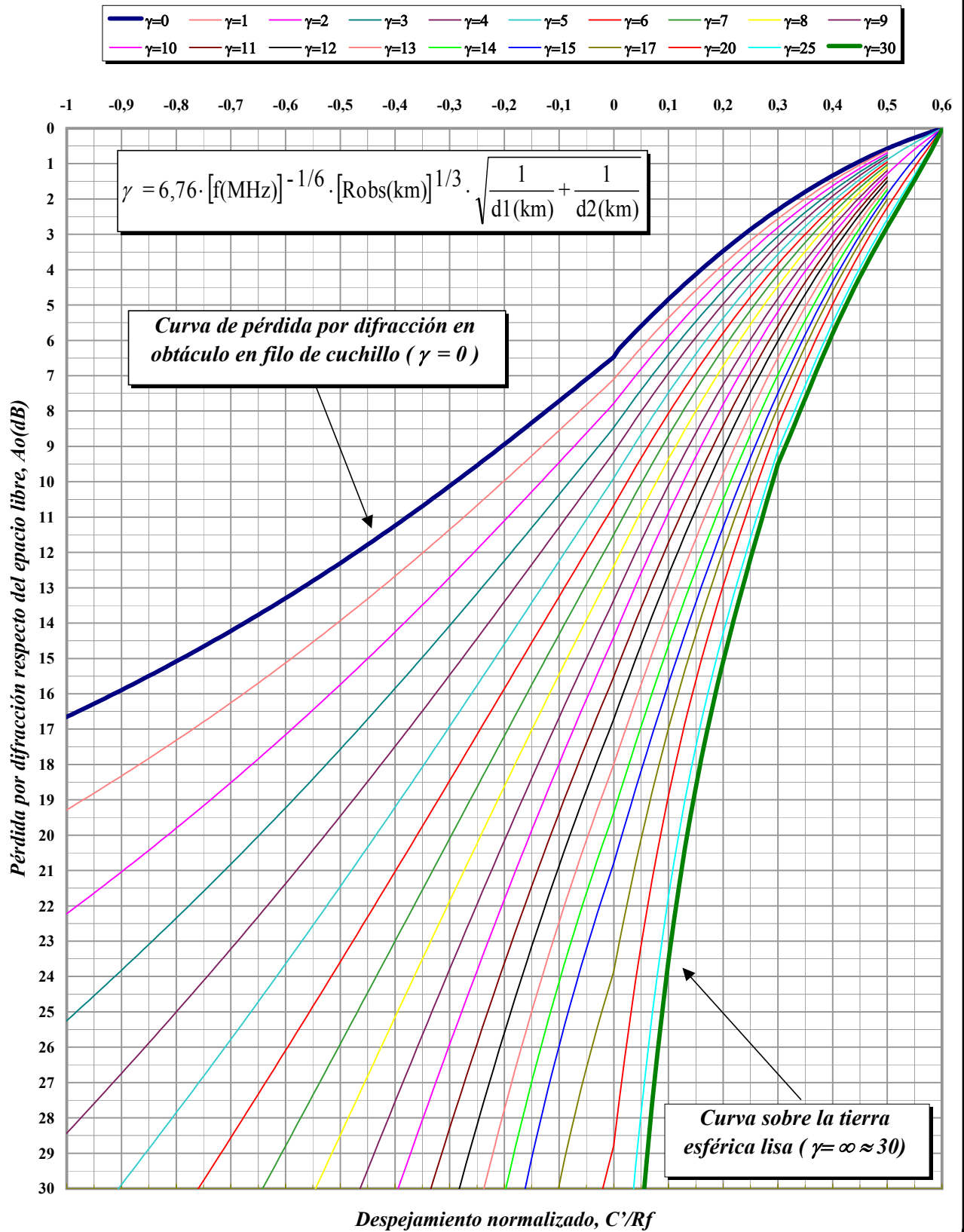
Atenuación por Obstáculo $A_o(\text{dB})$ para $-4 \leq C'/R_f \leq 0,6$ (Fig. 1-a)

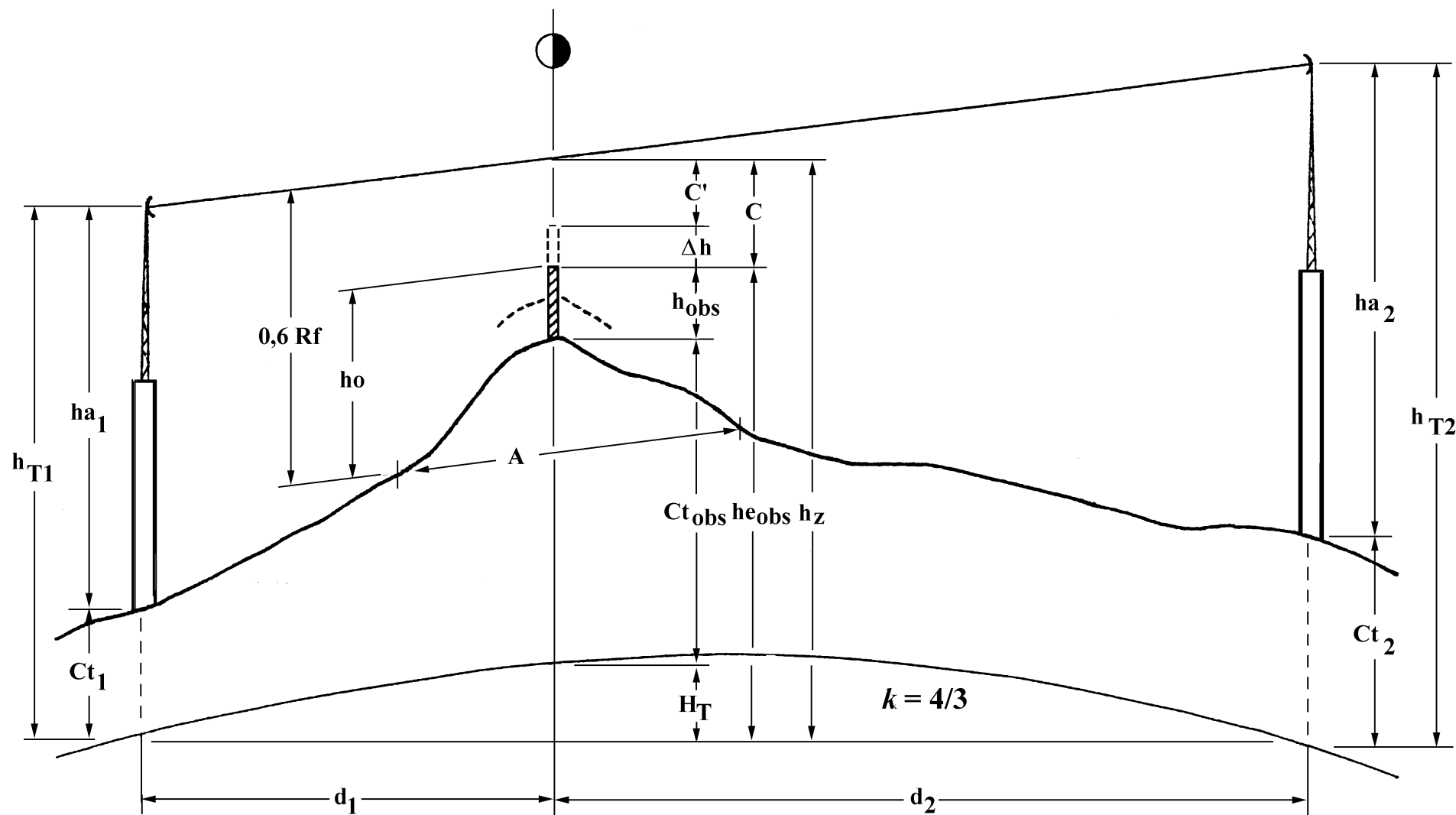


Atenuación por Obstáculo $A_o(\text{dB})$ para $0 \leq C'/R_f \leq 0,6$ (Fig. 1-c)



Atenuación por Obstáculo $A_o(\text{dB})$ para $-1 \leq C'/R_f \leq 0,6$ (fig. 1-b)





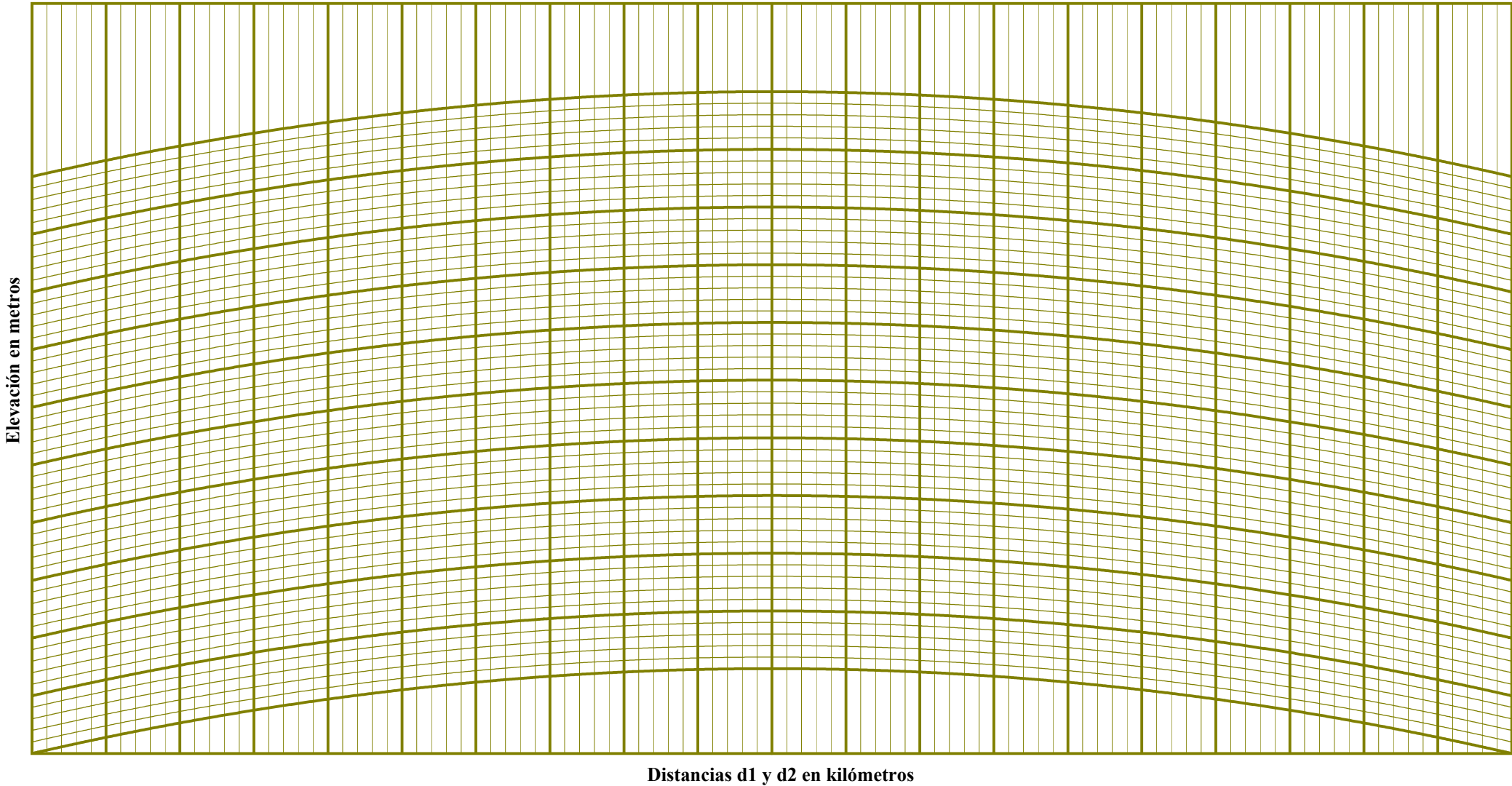
Parámetros que Caracterizan a la Geometría del Trayecto del Radioenlace

Figura 2: PERFIL GRAFICO

La Figura 3a: Perfil del Terreno, se encuentra en el archivo PerfTerr.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervínculo:

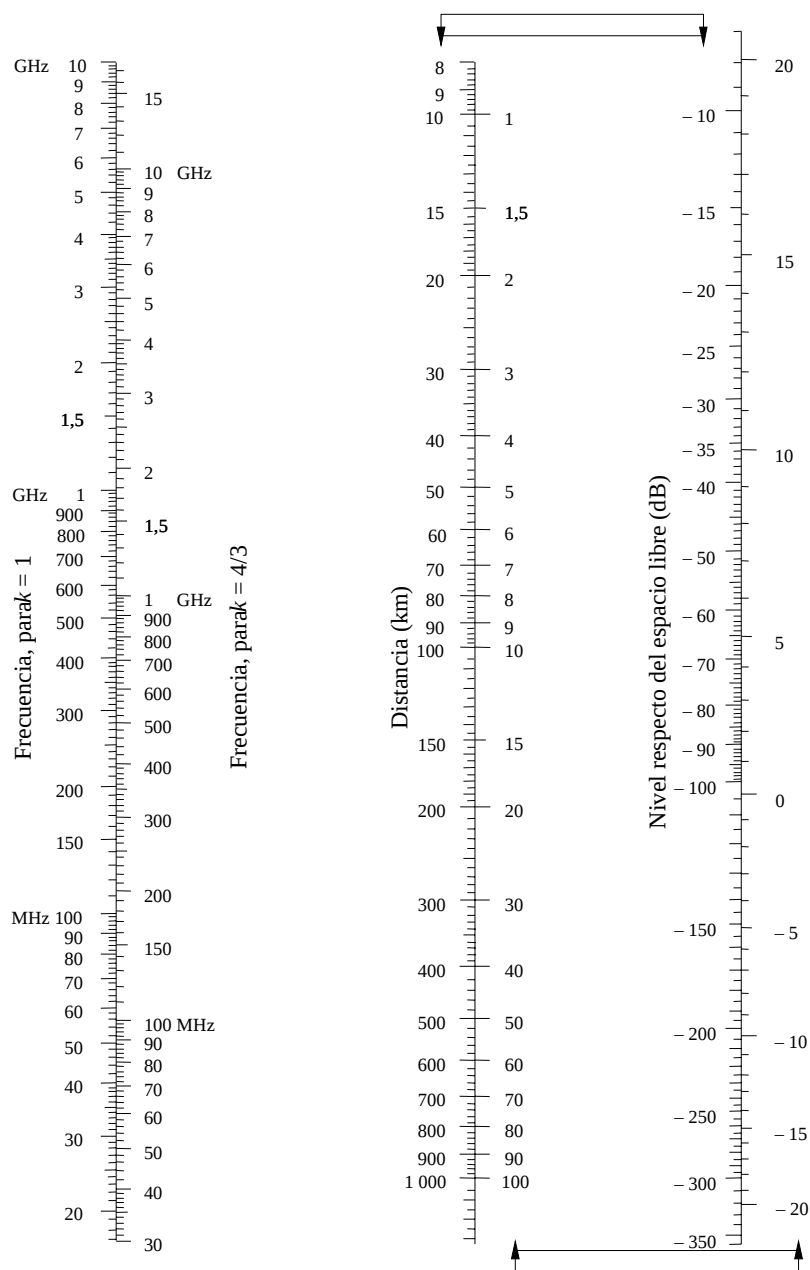
FIGURA 3a: PERFIL DEL TERRENO SEGÚN VALOR DEL PARÁMETRO K

FIGURA 3a: PERFIL DEL TERRENO PARA $k = 4/3$



NOMBRE :	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2			ESCALAS				ALCANCE MÁXIMO		CARTAS EMPLEADAS
							ESCALA	DIVISIÓN	DIST. (Km)	ALTURA (m)	DIST. (Km)	ALTURA (m)	
LATITUD :	Lat 1 (° ' ") =		W	Lat 2 (° ' ") =		W	A	10	25	200	250	1000	
LONGITUD :	Lon 1 (° ' ") =		S	Lon 2 (° ' ") =		S	B	5	10	100	200	1000	
COTA DEL TERRENO :	Ct 1 (m) =			Ct 2 (m) =			C	5	5	100	100	1000	
ALTURA DE ANTENA :	Ha 1 (m) =			Ha 2 (m) =			D	5	2,5	100	50	1000	
LONGITUD DEL TRAYECTO :			L (Km) =				E	5	1,25	100	25	1000	
							F	10	1,25	200	12,5	1000	

FIGURA 4-a
Difracción en una tierra esférica – Efecto de la distancia



Polarización horizontal sobre tierra y mar
Polarización vertical sobre tierra

(Las escalas unidas por flechas han de utilizarse conjuntamente)

0526-02¹

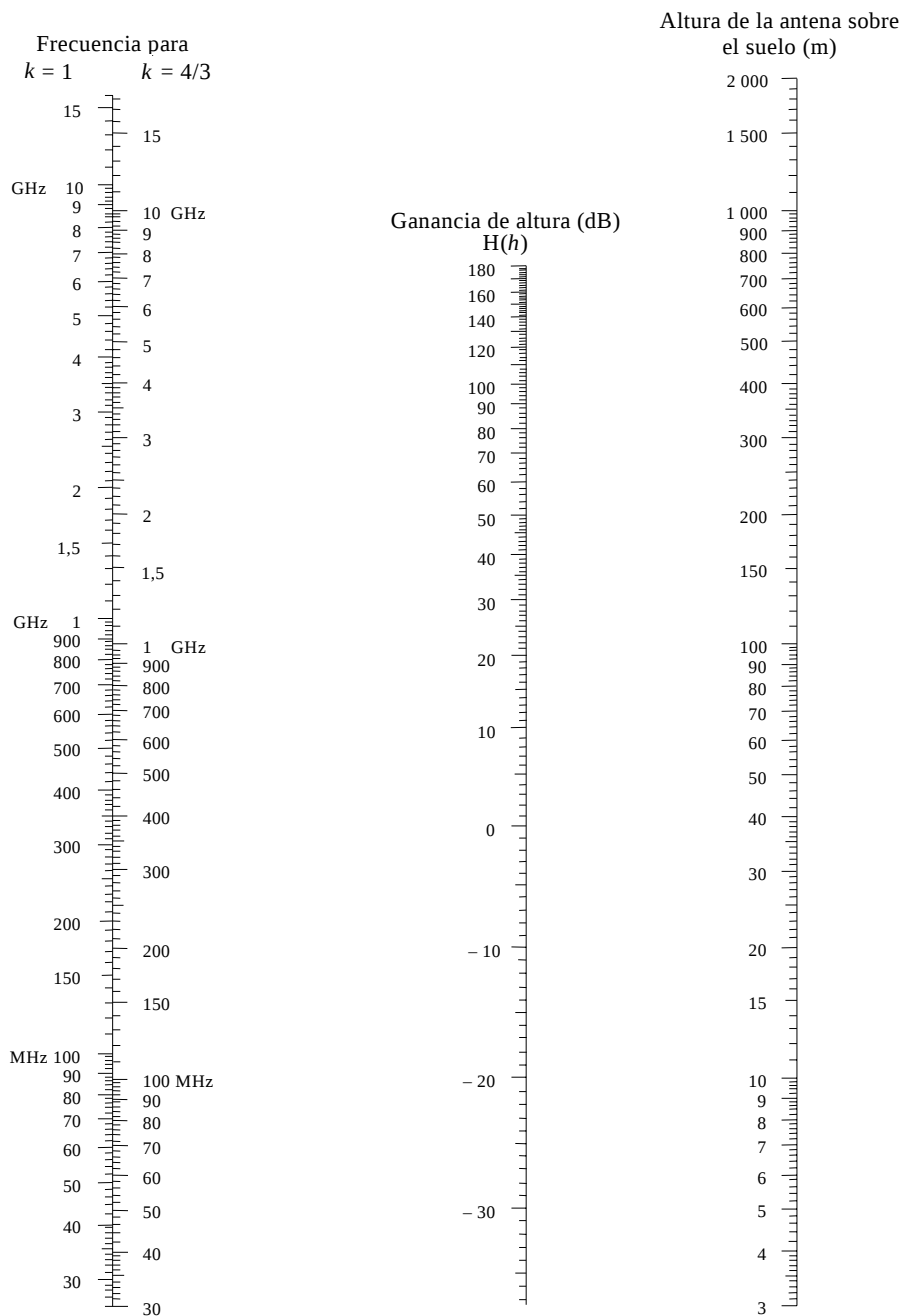
¹ Nota: Para obtener $H_{(h)}$ se ubican los valores de frecuencia $f_H^{(*)}$ altura: h_T , en los ejes correspondientes, se unen con una recta y se lee el valor en que la misma intercepta el eje $H_{(h)}$.

(*) Cabe aclarar que se trabaja con una frecuencia hipotética:

$$f_H = \frac{F}{K_{20}^2}, \text{ con } F: \text{ frecuencia del transmisor interferente en MHz}$$

FIGURA 4-b

Difracción para una tierra esférica – Ganancia de altura



Polarización horizontal – tierra y mar
Polarización vertical – tierra

² Nota: Para obtener $H_{(h)}$ se ubican los valores de frecuencia $f_H^{(*)}$ altura: h_T , en los ejes correspondientes, se unen con una recta y se lee el valor en que la misma intercepta el eje $H_{(h)}$.

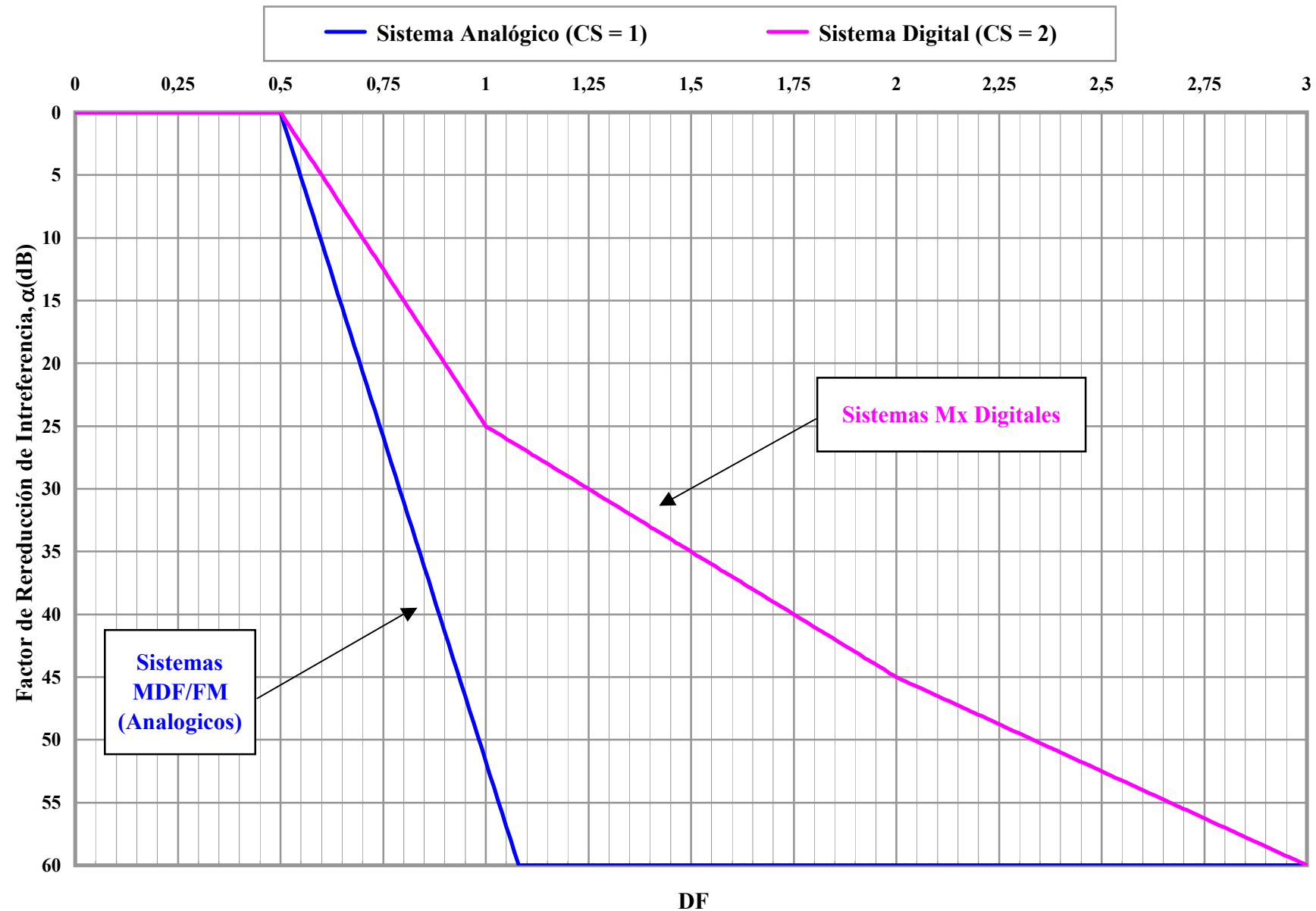
(*) Cabe aclarar que se trabaja con una frecuencia hipotética:

$$f_H = \frac{F}{\sqrt{K_{20}}}, \text{ con } F: \text{ frecuencia del transmisor interferente en MHz}$$

La Figura 5 se encuentra en el archivo Alfa.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervínculo:

**FIGURA 5: CURVAS DE ATENUACIÓN POR SEPARACIÓN DE FRECUENCIA
(CURVAS ALFA)**

Figura 5: Factor de Reducción de Interferencia, α (dB)



COMISION NACIONAL DE COMUNICACIONES

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL FORMULARIO “DG.61”
PARA SISTEMAS MULTICANALES (MXD) Y OTROS QUE OPERAN
EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1000 MHz

La planilla de calculo se encuentra en el archivo PlanillaDG61.xls, para acceder en forma automática al mismo oprima su mouse sobre el siguiente hipervinculo:

**FORMULARIO DG 61 PARA SISTEMAS MULTICANALES (MXD) Y OTROS QUE
OPERANEN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1000 MHz**

A continuación se describen los ítems correspondientes:

OBSERVACION PRELIMINAR: El presente formulario ha sido diseñado para incluir en el mismo los datos de las estaciones que integran un ENLACE radioeléctrico determinado. El Responsable Técnico deberá indicar – en la columna de la izquierda – los datos correspondientes a la estación considerada como PRINCIPAL y – en la columna de la derecha – los correspondientes a la estación SUBORDINADA.

Item 1): CODIGO DE LA BANDA [CB]

Se indicará el código que corresponda, según sea la banda de frecuencias de operación del radioenlace útil, extraído de la tabla que figura a continuación:

CODIGOS DE BANDAS EN FRECUENCIAS SUPERIORES A 1000 MHz

BANDA (GHz)	f_o o f_r (MHz)	EXTREMOS DE BANDA (MHz)	CODIGO DE BANDA
1,5	1476	1427-1525	011
2	1808	1700-1900	021
	2000	1900-2100	021
	2203	2100-2300	021
	2101	1700-2100	021
	2394	2300-2500	022
	2586	2500-2700	023
4	4003,5	3700-4200	041
5	4700	4400-5000	051
6	6175	5925-6425	061
	6770	6430-7110	062
7	7275	7125-7425	071
	7575	7425-7725	072
8	8000	7725-8275	081
	8350	8200-8500	081
10	11701	10500-10680	101
11	11200	10700-11700	111
13	12996	12750-13250	131
15	11701	14400-15350	151
18	18700	17700-19700	181
23	21196	21200-23600	231
26		25250-27000	261
31		31000-31300	311
40	38575	38600-40000	401
50		50400-51400	501

Item 2): NUMERO DE ASIGNACION [NA]

Dato a completar por la comisión Nacional de Telecomunicaciones (CNT); las numeraciones en las distintas bandas son independientes.

Item 3): FRECUENCIA DE TRANSMISION [Ft]

Este valor se expresará en MHz y se indicará sólo si es conocido en el momento del llenado del Formulario.

Item 4): FRECUENCIA DE RECEPCION [Fr]

Este valor se expresará en MHz y se indicará sólo si es conocido en el momento del llenado del Formulario.

Item 5): SEÑAL DISTINTIVA [SDT]

Dato a completar por la CNT.

Item 6): LOCALIDAD [LOC]

Se indicará el nombre de la localidad en la que se encuentra la estación transmisora correspondiente, o el nombre de la localidad más cercana a dicho lugar.

Item 7): PROVINCIA [PRO]

Se indicará la abreviatura que corresponda, según la siguiente tabla:

PROVINCIA	COD.
Buenos Aires	BA
Chubut	CB
Chaco	CC
Córdoba	CD
Capital Federal	CF
Corrientes	CR
Catamarca	CT
Entre Ríos	ER
Formosa	FM
Jujuy	JJ
La Pampa	LP
La Rioja	LR

PROVINCIA	COD.
Misiones	MS
Mendoza	MZ
Neuquén	NQ
Río Negro	RN
Santa Cruz	SC
S. del Estero	SE
Santa Fe	SF
San Juan	SJ
San Luis	SL
Salta	ST
Tucumán	TC
T. del Fuego	TF

Item 8): NOMBRE DE LA ESTACION TRANSMISORA [EST]

En el caso de no existir un nombre de estación explícitamente asignado, se indicará en su lugar el nombre del Departamento, Partido o Paraje donde esté instalada la estación.

De haber más de una estación en el mismo Departamento, Partido o Paraje, se agregará a partir de la segunda estación un subíndice creciente comenzando por el N°1, por ejemplo:

- 1) estación BUENOS AIRES
- 2) estación BUENOS AIRES 1
- 3) estación BUENOS AIRES 2

Item 9): ENLAZA CON ESTACION [SDR]

Dato a completar por la CNT.

Item 10): LONGITUD OESTE [LON]

Este dato se expresará en grados, minutos y segundos sexagesimales.

Item 11): LATITUD SUR [LAT]

Este dato se expresará en grados, minutos y segundos sexagesimales.

Item 12): ANCHURA DE BANDA NECESARIA Y CLASE DE EMISION [BnC]

Este código de nueve dígitos, de los cuales sólo resultan de carácter obligatorio los siete primeros, se obtiene del Artículo 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones, transcrito en el BSC 9768, que se adjunta al presente Instructivo. Se recomienda en especial la correcta indicación de la anchura de banda necesaria

Item 13) CODIGO DEL SISTEMA [CS]

De acuerdo al tipo de sistema radioeléctrico de que se trate, se indicará el siguiente código:

- 1: Sistema Analógico
- 2: Sistema Digital

Item 14): CAPACIDAD [N]

La capacidad se expresará en canales telefónicos.

Item 15): POTENCIA DEL EQUIPO TRANSMISOR [PTx]

Se indicará la potencia de salida en dBm del equipo transmisor instalado o a instalar.

Item 16): SEÑAL INTERFERENTE MÁXIMA (20% DEL TIEMPO) [PIM]

- 16.1) Si el sistema de que se trata es digital, el valor de señal interferente máxima a indicar en este ítem será igual la umbral de recepción para B.E.R. = 10^{-3} .
- 16.2) Si el sistema es multicanal analógico, los valores de señal interferente máxima a indicar serán extraídos de la siguiente tabla:

CAPACIDAD (C.T.)	PIM (dBm)
60	-127
120	-122
300	-114
600	-108
960	-104
1260	-101
1800	-95
2700	-91

- 16.3) Si el sistema es un transporte de programa de televisión en FM, el valor de señal interferente máxima a indicar en este ítem será de -104 dBm.

Item 17): TIPO DE ANTENA [TA]

Se adjunta al presente formulario el listado de tipos de antena identificados hasta el momento por la CNT. En caso que las características de las antenas a instalar respondan a los valores tabulados, deberá indicarse en este ítem el código correspondiente.

En caso que las características de las antenas a instalar sean distintas a los valores tabulados, deberá dejarse este ítem en blanco y completar adecuadamente el ítem 18).

En este último caso, deberá adjuntarse a la presentación correspondiente una copia del diagrama de radiación de la antena en cuestión.

Item 18): MARCA Y MODELO DE LA ANTENA [MMA]

Se indicará la marca y el modelo de la antena instalada o a instalar en la estación de que se trata.

Item 19): POLARIZACION DE LA ANTENA [POL]

Se indica la polarización de acuerdo con la siguiente tabla:

Horizontal: H
Vertical : V
Horizontal / Vertical: HV

Item 20): ACIMUT DE MAXIMA RADIACION [ACU]

Es el ángulo formado entre la dirección del Norte geográfico y la dirección del enlace (en el sentido de las agujas del reloj).

Se indicará en grados, con una precisión de hasta una décima de grado, y se calculará de acuerdo a lo siguiente:

Conocidas las coordenadas geográficas de las estaciones, llamamos

$$Lat_A, Lon_A$$

a las correspondientes a la estación ubicada más al oeste y

$$Lat_B, Lon_B$$

a las correspondientes a la estación ubicada más al este.

Los valores de latitud sur y longitud oeste correspondientes a ambas estaciones se considerarán con signo positivo.

El acimut de cada estación se calculará conforme a las siguientes expresiones:

- Para la estación que se halla ubicada más al oeste:

$$A_{C_A} (^{\circ}) = \cos^{-1} \left[\frac{\cos Lat_B \cdot \cos(Lon_B - Lon_A) \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \sin Lat_B}{\sqrt{t^2 + u^2}} \right]$$

donde: $t = \cos Lat_B \cdot \sin(Lon_B - Lon_A)$

$$u = \cos Lat_B \cdot \cos(Lon_B - Lon_A) \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \sin Lat_B$$

- Para la estación que se halla ubicada más al este:

$$A_{C_B} (^{\circ}) = 180 + \cos^{-1} \left[\frac{\cos Lat_B \cdot \sin Lat_A - \cos Lat_A \cdot \cos(Lon_A - Lon_B) \cdot \sin Lat_B}{\sqrt{v^2 + w^2}} \right]$$

donde: $v = \cos Lat_A \cdot \sin(Lon_A - Lon_B)$

$$u = \cos Lat_A \cdot \cos(Lon_A - Lon_B) \cdot \sin Lat_B - \cos Lat_B \cdot \sin Lat_A$$

Item 21): ANGULO DE ELEVACION DE LA ANTENA [E]

Es el ángulo comprendido entre el eje de máxima radiación de la antena y el plano horizontal.

Se obtendrá según los lineamientos expuestos en la Directiva General DNRc.25-02, publicada en el BSC 9996, del 20/01/87, que se adjunta al presente instructivo.

Item 22): COTA SOBRE EL NIVEL DEL MAR [CT]

La cota sobre el nivel del mar se expresará en metros.

Item 23): ALTURA DE LA ANTENA SOBRE EL SUELO [Ha]

La altura de la antena sobre el suelo se expresará en metros.

Item 24): ATEUNACION TOTAL DEL SISTEMA DE ALIMENTACION [Aal]

Este dato se consignará una vez calculado el valor de la atenuación que se produce en los elementos instalados o por instalar entre el transmisor y la antena (coaxiales o guías de onda, duplexores, filtros y conectores, etc.).

Item 25): USUARIO / RAZON SOCIAL [USU]

Se indicará con la mayor claridad posible en el espacio disponible para tal fin.

Item 26): NUMERO DE EXPEDIENTE O TRAMITE INTERNO [ETI]

Dato a completar por la CNT.

Nº	DATO	SIM.	ESTACION A	ESTACION B
1	CODIGO DE BANDA	CB		
2	NUMERO DE ASIGNACION	Na	*	
3	FREC. TRANSMISION	Ft	**	
4	FREC. RECEPCION	Fr	**	
5	SEÑAL DISTINTIVA	SDT	*	
6	LOCALIDAD	LOC		
7	PROVINCIA	PRO		
8	NOM. EST. TRANSMISORA	EST		
9	ENLAZA CON ESTACION	SDR	*	
10	LONGITUD OESTE	LON		
11	LATITUD SUR	LAT		
12	ANC. BANDA / CLASE EM.	BnC		
13	CODIGO DEL SISTEMA	CS		
14	CAPACIDAD	N		
15	POTENCIA EQUIPO TX	PTx		
16	SEÑAL INTERFERENTE MÁX. 2º	PIM		
17	TIPO ANTENA	TA	**	
18	MARCA / MODELO ANTENA	MMA		
19	POLARIZACION (H/V)	POL		
20	ACIMUT MAX. RADIACION	ACU		
21	ANGULO ELEV. ANTENA	E		
22	COTA S/NIVEL DEL MAR	CT		
23	ALT. ANTENA S/SUELO	Ha		
24	ATEN. TOTAL SIST. ALIM.	AaL		
25	USUARIO / RAZON SOCIAL	USU		
26	Nº EXPEDIENTE / T.I.	ETI	*	

OBSERVACIONES: *EXCLUSIVO C.N.T.

**INDICAR SOLO SI EL DATO ES CONOCIDO

Archivo: PlanillaDG61.xls, Hoja: PlanillaDG61

.....
FIRMA RESPONSABLE TÉCNICO

DIRECTIVA GENERAL 61-02

TABLA DE CARACTERISTICAS DE ANTENAS					
BANDA (GHz)	TIPO	DESCRIPCION	G _{máx} (dBi)	XPD (dB)	FB (dB)
1.5	101	OMNIDIRECCIONAL	8,0	8	0
	102	PARABOLA GRILLA 2m.	27,0	25	30
	103	PARABOLA GRILLA 3m.	30,0	25	32
	104	PARABOLA GRILLA 4m.	33,0	25	34
	105	CORNETA	25,0	25	27
1.7-2.1	201	PARABOLA STANDARD 1.2m.	25,1	30	30
	202	PARABOLA STANDARD 1.5m.	27,0	30	33
	203	PARABOLA STANDARD 1.8m.	28,7	30	36
	204	PARABOLA STANDARD 2.4m.	31,2	30	39
	205	PARABOLA STANDARD 3.0m.	33,2	30	42
	206	PARABOLA STANDARD 3.6m.	34,7	30	45
	207	PARABOLA STANDARD 4.6m.	37,4	30	58
	208	PARABOLA OMNIDIRECCIONAL 33cm.	13,0	30	30
	209	PARABOLA STANDARD 14.5m.	47,9	35	62
2.3-2.5	301	OMNIDIRECCIONAL	10,0	10	0
	302	PARABOLA GRILLA 1.2m.	27,6	30	30
	303	PARABOLA GRILLA 1.8m.	31,4	30	35
	304	DIEDRO	19,0	20	20
	305	PARABOLA STANDARD 3.0m.	34,0	34	42
2.5-2.7	401	PARABOLA GRILLA 1.5m.	29,0	30	38
	402	PARABOLA GRILLA 2.0m.	32,0	30	40
	403	PARABOLA GRILLA 3.0m.	36,0	30	45
	404	PARABOLA GRILLA 4.0m.	38,0	30	48
	405	PARABOLA ALTA PERF. 2.0m.	32,0	30	55
	406	PARABOLA ALTA PERF. 2.4m.	34,0	30	58
	407	PARABOLA PROMEDIO 4.6m.	38,0	30	38
7	801	PARABOLA PROMEDIO	43,0	30	49
	802	PARABOLA STANDARD 1.5m.	37,0	30	44
	803	PARABOLA STANDARD 2.0m.	40,5	30	48
	804	PARABOLA STANDARD 3.0m.	44,7	30	52
	805	PARABOLA STANDARD 4.0m.	46,7	30	54
	806	PARABOLA ALTA PERF. 1.8m.	40,5	30	65
	807	PARABOLA ALTA PERF. 2.4m.	43,0	30	67
	808	PARABOLA ALTA PERF. 3.0m.	44,7	30	70
	809	PARABOLA STANDARD 1.2m.	35,2	30	44
23	1	PARABOLA STANDARD 30 o 45 cm.	33,3	6	43,8
	2	PARABOLA STANDARD 60 cm.	40,3	30	56,5
	3	PARABOLA STANDARD 120 cm.	46,3	36,5	64,5

Se transcriben a continuación el APENDICE S1 del Reglamento de Radiocomunicaciones y la Recomendación UIT-R. SM. 1138 en donde están contenidas las disposiciones relativas a la clasificación y denominación de las emisiones. La Recomendación UIT-R SM. 1138 contiene además, algunas ecuaciones simples para la determinación de las anchuras de banda necesarias y varios ejemplos de interés.

APÉNDICE S1

Clasificación de emisiones y anchuras de banda necesarias

(Véase el artículo S2)

- § 1 1) Las emisiones se denominarán conforme a su anchura de banda necesaria y su clase, como se explica en el presente apéndice.
- 2) Las fórmulas y ejemplos de emisiones designadas de acuerdo con este apéndice aparecen en la Recomendación UIT-R SM.1138. Otros ejemplos pueden encontrarse en otras Recomendaciones UIT-R. También pueden encontrarse publicados tales ejemplos en el Prefacio a la Lista Internacional de Frecuencias.

Sección I – Anchura de banda necesaria

- § 2 1) La anchura de banda necesaria, que se define en el número **S1.152** y se determina de conformidad con las fórmulas y ejemplos, se expresará mediante tres cifras y una letra. La letra ocupará la posición de la coma decimal, representando la unidad de la anchura de banda. Esta expresión no podrá comenzar por cero ni por K, M o G.
- 2) La anchura de banda necesaria¹:
- entre 0,001 y 999 Hz se expresará en Hz (letra H);
 - entre 1,00 y 999 kHz se expresará en kHz (letra K);
 - entre 1,00 y 999 MHz se expresará en MHz (letra M);
 - entre 1,00 y 999 GHz se expresará en GHz (letra G).
- 3) Para la denominación completa de una emisión se añadirá, inmediatamente antes de los símbolos de clasificación, la anchura de banda necesaria indicada mediante cuatro caracteres. Cuando se utilice, la anchura de banda necesaria será determinada por uno de los métodos siguientes:
- 3.1) empleo de las fórmulas y ejemplos de anchuras de banda necesaria y de la correspondiente denominación de las emisiones que aparecen en la Recomendación UIT-R SM.1138;
 - 3.2) cálculos efectuados de acuerdo con otras Recomendaciones UIT-R;
 - 3.3) mediciones, en los casos no comprendidos en los § 3.1) ó 3.2).

¹ Ejemplos:

0,002 Hz = H002	6 kHz = 6K00	1,25 MHz = 1M25
0,1 Hz = H100	12,5 kHz = 12K5	2 MHz = 2M00
25,3 Hz = 25H3	180,4 kHz = 180K	10 MHz = 10M0
400 Hz = 400H	180,5 kHz = 181K	202 MHz = 202M
2,4 kHz = 2K40	180,7 kHz = 181K	5,65 GHz = 5G65

Sección II – Clases

§ 3 La clase de emisión es una serie de características de conformidad con el § 4 siguiente.

§ 4 Las emisiones se clasificarán y simbolizarán de acuerdo con sus características esenciales, que se exponen en la subsección IIA, y opcionalmente con cualquier característica adicional, según se establece en la subsección IIB.

§ 5 Las características esenciales (véase la subsección IIA) son:

- 1) primer símbolo – tipo de modulación de la portadora principal;
- 2) segundo símbolo – naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal;
- 3) tercer símbolo – tipo de información que se va a transmitir.

La modulación puede no tomarse en cuenta si se utiliza sólo durante cortos periodos y de manera incidental (por ejemplo, en casos tales como identificación o llamada) siempre que no aumente la anchura de banda necesaria indicada.

Subsección IIA – Características básicas

§ 6	1)	Primer símbolo – tipo de modulación de la portadora principal	
	1.1)	Emisión de una portadora no modulada	N
	1.2)	Emisión en la cual la portadora principal está modulada en amplitud (incluidos los casos en que las subportadoras tengan modulación angular)	
	1.2.1)	Doble banda lateral	A
	1.2.2)	Banda lateral única, portadora completa	H
	1.2.3)	Banda lateral única, portadora reducida o de nivel variable	R
	1.2.4)	Banda lateral única, portadora suprimida	J
	1.2.5)	Bandas laterales independientes	B
	1.2.6)	Banda lateral residual	C
	1.3)	Emisión en la que la portadora principal tiene modulación angular	
	1.3.1)	Modulación de frecuencia	F
	1.3.2)	Modulación de fase	G
	1.4)	Emisión en la cual la portadora principal puede tener modulación de amplitud y modulación angular, bien simultáneamente o según una secuencia preestablecida	D
	1.5)	Emisión de impulsos ²	
	1.5.1)	Secuencia de impulsos no modulados	P
	1.5.2)	Secuencias de impulsos:	
	1.5.2.1)	modulados en amplitud	K
	1.5.2.2)	modulados en anchura/duración	L
	1.5.2.3)	modulados en posición/fase	M
	1.5.2.4)	en la que la portadora tiene modulación angular durante el periodo del impulso	Q
	1.5.2.5)	que consiste en una combinación de las técnicas precedentes o que se producen por otros medios	V

² Las emisiones cuya portadora principal esté modulada directamente por una señal codificada en forma cuantificada (por ejemplo, modulación por impulsos codificados) deben denominarse de conformidad con los § 1.2) ó 1.3).

1.6) Casos no comprendidos aquí, en los que una emisión consiste en la portadora principal modulada, bien simultáneamente o según una secuencia previamente establecida, según una combinación de dos o más de los modos siguientes: modulación en amplitud, angular o por impulsos	W
1.7) Casos no previstos	X
2) Segundo símbolo – naturaleza de la señal (o señales) que modula(n) la portadora principal	
2.1) Ausencia de señal moduladora	0
2.2) Un solo canal con información cuantificada o digital, sin utilizar una subportadora moduladora ³	1
2.3) Un solo canal con información cuantificada o digital, utilizando una subportadora moduladora ³	2
2.4) Un solo canal con información analógica	3
2.5) Dos o más canales con información cuantificada o digital	7
2.6) Dos o más canales con información analógica	8
2.7) Sistema compuesto, con uno o más canales con información cuantificada o digital, junto con uno o más canales con información analógica	9
2.8) Casos no previstos	X
3) Tercer símbolo – tipo de información que se va a transmitir ⁴	
3.1) Ausencia de información transmitida	N
3.2) Telegrafía (para recepción acústica)	A
3.3) Telegrafía (para recepción automática)	B
3.4) Facsímil	C
3.5) Transmisión de datos, teledifusión, telemando	D
3.6) Telefonía (incluida la radiodifusión sonora)	E
3.7) Televisión (vídeo)	F
3.8) Combinaciones de los procedimientos anteriores	W
3.9) Casos no previstos	X

³ Se excluye el multiplexaje por distribución en el tiempo.

⁴ En este contexto, la palabra «información» no incluye información de naturaleza constante e invariable como la que proporcionan las emisiones de frecuencias patrón, radares de ondas continuas o de impulsos, etc.

Subsección IIB – Características facultativas para la clasificación de emisiones

§ 7 Para describir de forma más completa una emisión determinada conviene añadir otras dos características facultativas. Estas características son:

Cuarto símbolo – Detalles de la señal (o señales)

Quinto símbolo – Naturaleza del multiplexaje

Los símbolos cuarto y quinto se utilizarán como se indica a continuación.

Cuando no se utilice el cuarto o el quinto símbolo, conviene indicarlo mediante una raya en el lugar en el que hubiese aparecido cada símbolo.

1) *Cuarto símbolo* – Detalles de la señal (o señales)

- | | |
|---|---|
| 1.1) Código de dos estados con elementos que difieren en número y/o en duración | A |
| 1.2) Código de dos estados con elementos idénticos en número y duración, sin corrección de errores | B |
| 1.3) Código de dos estados con elementos idénticos en número y duración, con corrección de errores | C |
| 1.4) Código de cuatro estados, cada uno de los cuales representa un elemento de la señal (de uno o varios bits) | D |
| 1.5) Código de múltiples estados, cada uno de los cuales representa un elemento de la señal (de uno o varios bits) | E |
| 1.6) Código de múltiples estados, cada uno de los cuales, o cada combinación de los mismos, representa un carácter | F |
| 1.7) Sonido de calidad de radiodifusión (monofónico) | G |
| 1.8) Sonido de calidad de radiodifusión (estereofónico o cuadrifónico) | H |
| 1.9) Sonido de calidad comercial (excluidas las categorías de los § 1.10) y 1.11)) | J |
| 1.10) Sonido de calidad comercial con utilización de inversión de frecuencia o división de banda | K |
| 1.11) Sonido de calidad comercial con señales separadas moduladas en frecuencias para controlar el nivel de la señal demodulada | L |
| 1.12) Señal de blanco y negro | M |
| 1.13) Señal de color | N |
| 1.14) Combinación de los casos anteriores | W |
| 1.15) Casos no previstos | X |

2) *Quinto símbolo* – Naturaleza de la multiplexión

- | | |
|--|---|
| 2.1) Ausencia de múltiplex | N |
| 2.2) Múltiplex por distribución de código ⁵ | C |
| 2.3) Múltiplex por distribución de frecuencia | F |
| 2.4) Múltiplex por distribución en el tiempo | T |
| 2.5) Combinación de múltiplex por distribución de frecuencia con múltiplex por distribución en el tiempo | W |
| 2.6) Otros tipos de la multiplexión | X |

⁵ Incluye las técnicas de ensanchamiento de la anchura de banda.

**DETERMINACIÓN DE LAS ANCHURAS DE BANDA NECESARIAS, CON INCLUSIÓN
DE EJEMPLOS DE CÁLCULO DE LAS MISMAS Y EJEMPLOS CONEXOS
DE DENOMINACIÓN DE EMISIONES**

(1995)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) el Informe final y las recomendaciones del Grupo Voluntario de Expertos (GVE) para el examen de la atribución y utilización más eficaz del espectro de frecuencias radioeléctricas y la simplificación del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), creado de conformidad con la Resolución N.º 8 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Niza, 1989) y que prosigue sus trabajos con arreglo a la Resolución N.º 8 de la Conferencia de Plenipotenciarios Adicional (Ginebra, 1992);
- b) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1995 (CMR-95) examinará y, en su caso, adoptará las propuestas al RR simplificado,

recomienda

- 1 que, cuando sea requerido por el RR, se utilicen las fórmulas y los ejemplos de emisiones que figuran en el Anexo 1.

ANEXO 1

**Determinación de las anchuras de banda necesarias, con inclusión de ejemplos de
cálculo
de las mismas y ejemplos conexos de denominación de emisiones**

- 1 La anchura de banda necesaria no es la única característica de una emisión que se ha de considerar al evaluar la interferencia que puede ser causada por esa emisión.
- 2 En la redacción del cuadro se ha empleado la siguiente notación:
 - B_n : anchura de banda necesaria (Hz)
 - B : velocidad de modulación (Bd)
 - N : número máximo posible de elementos «negros» más «blancos» que han de transmitirse por segundo, cuando se trata de facsímil
 - M : frecuencia máxima de modulación (Hz)
 - C : frecuencia de la subportadora (Hz)
 - D : excursión de frecuencia de cresta, es decir, mitad de la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la frecuencia instantánea. La frecuencia instantánea (Hz) es la velocidad de variación de la fase (rad), dividida por 2π
 - t : duración del impulso (s), entre los puntos de amplitud mitad
 - t_r : tiempo de subida del impulso (s), comprendido entre el 10% y el 90% de la amplitud
 - K : factor numérico general que varía según la emisión y que depende de la distorsión admisible de la señal
 - N_c : número de canales de la banda de base en los sistemas radioeléctricos que emplean multiplexaje multicanal
 - f_p : frecuencia de la subportadora piloto de continuidad (Hz) (señal continua utilizada para comprobar el funcionamiento de los sistemas de multiplexaje por distribución de frecuencia).

* Se ha hecho referencia a esta Recomendación en el Reglamento de Radiocomunicaciones revisado por la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1995 (CMR-95) que entrará en vigor el 1º de junio de 1998.

Descripción de la emisión	Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
	Fórmula	Ejemplo de cálculo	
I. AUSENCIA DE TODA MODULACIÓN			
Emisión de onda continua	–	–	Ninguna
II. MODULACIÓN DE AMPLITUD			
1. Señal con información cuantificada o digital			
Telegrafía por onda continua, código Morse	$B_n = BK$ $K = 5$ para los circuitos con desvanecimiento $K = 3$ para los circuitos sin desvanecimiento	25 palabras por minuto $B = 20$, $K = 5$ Anchura de banda: 100 Hz	100HA1AAN
Telegrafía con manipulación por interrupción (señal o nada) de una portadora modulada por una audiofrecuencia, código Morse	$B_n = BK + 2M$ $K = 5$ para los circuitos con desvanecimiento $K = 3$ para los circuitos con desvanecimiento	25 palabras por minuto $B = 20$, $M = 1\,000$, $K = 5$ Anchura de banda: $2\,100\text{ Hz} = 2,1\text{ kHz}$	2K10A2AAN
Señal de llamada selectiva que utiliza un código secuencial de una sola frecuencia, banda lateral única y portadora completa	$B_n = M$	La frecuencia máxima de código es: $2\,110\text{ Hz}$ $M = 2\,110$ Anchura de banda: $2\,110\text{ Hz} = 2,11\text{ kHz}$	2K11H2BFN
Telegrafía de impresión directa que utiliza una subportadora de modulación por desplazamiento de frecuencia con corrección de errores, banda lateral única y portadora suprimida (un solo canal)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$	$B = 50$ $D = 35\text{ Hz}$ (desplazamiento de 70 Hz) $K = 1,2$ Anchura de banda: 134 Hz	134HJ2BCN
Telegrafía, multicanal de frecuencia vocal, corrección de errores, algunos canales son multiplexados por división en el tiempo, banda lateral única, portadora reducida	$B_n = \text{frecuencia central más alta} + M + DK$ $M = \frac{B}{2}$	15 canales; la frecuencia central más alta es $2\,805\text{ Hz}$ $B = 100$ $D = 42,5\text{ Hz}$ (desplazamiento de 85 Hz) $K = 0,7$ Anchura de banda: $2\,885\text{ Hz} = 2,885\text{ kHz}$	2K89R7BCW
2. Telefonía (calidad comercial)			
Telefonía de doble banda lateral (un solo canal)	$B_n = 2M$	$M = 3\,000$ Anchura de banda: $6\,000\text{ Hz} = 6\text{ kHz}$	6K00A3EJN
Telefonía de banda lateral única, portadora completa (un solo canal)	$B_n = M$	$M = 3\,000$ Anchura de banda: $3\,000\text{ Hz} = 3\text{ kHz}$	3K00H3EJN
Telefonía de banda lateral única con portadora suprimida (un solo canal)	$B_n = M - \text{frecuencia de modulación más baja}$	$M = 3\,000$ frecuencia de modulación más baja = 300 Hz Anchura de banda: $2\,700\text{ Hz} = 2,7\text{ kHz}$	2K70J3EJN
Telefonía con señal separada modulada en frecuencia para controlar el nivel de la señal vocal demodulada, con banda lateral única y portadora reducida (Lincompex) (un solo canal)	$B_n = M$	La frecuencia máxima de control es $2\,990\text{ Hz}$ $M = 2\,990$ Anchura de banda: $2\,990\text{ Hz} = 2,99\text{ kHz}$	2K99R3ELN

Descripción de la emisión	Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
	Fórmula	Ejemplo de cálculo	
2. Telefonía (calidad comercial) (cont.)			
Telefonía con secreto de las comunicaciones, banda lateral única y portadora suprimida (dos o más canales)	$B_n = N_c M$ – frecuencia de modulación más baja en el canal inferior	$N_c = 2$ $M = 3\ 000$ La frecuencia de modulación más baja es 250 Hz Anchura de banda: 5 750 Hz = 5,75 kHz	5K75J8EKF
Telefonía de bandas laterales independientes (dos o más canales)	B_n = suma de M para cada banda lateral	2 canales $M = 3\ 000$ Anchura de banda: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00B8EJN
3. Radiodifusión sonora			
Radiodifusión sonora de doble banda lateral	$B_n = 2M$ M puede variar entre 4 000 y 10 000, según la calidad deseada	Palabra y música, $M = 4\ 000$ Anchura de banda: 8 000 Hz = 8 kHz	8K00A3EGN
Radiodifusión sonora de banda lateral única con portadora reducida (un solo canal)	$B_n = M$ M puede variar entre 4 000 y 10 000, según la calidad deseada	Palabra y música, $M = 4\ 000$ Anchura de banda: 4 000 Hz = 4 kHz	4K00R3EGN
Radiodifusión sonora de banda lateral única con portadora suprimida	$B_n = M$ –frecuencia de modulación más baja	Palabra y música, $M = 4\ 500$ frecuencia de modulación más baja = 50 Hz Anchura de banda: 4 450 Hz = 4,45 kHz	4K45J3EGN
4. Televisión			
Televisión, imagen y sonido	Para las anchuras de banda comúnmente empleadas en los sistemas de televisión, véanse los documentos correspondientes del UIT-R	Número de líneas: 625 Anchura nominal de la banda de vídeo = 5 MHz Separación de la portadora de sonido respecto de la portadora de imagen: 5,5 MHz Anchura total de la banda de vídeo: 6,25 MHz Anchura de banda del canal de sonido, modulado en frecuencia, incluidas las bandas de guarda: 750 kHz Anchura de banda del canal de radiofrecuencia: 7 MHz	6M25C3F -- 750KF3EGN
5. Facsímil			
Facsímil analógico con modulación de frecuencia de la subportadora de una emisión de banda lateral única con portadora reducida, blanco y negro	$B_n = C + \frac{N}{2} + DK$ $K = 1,1$ (valor típico)	$N = 1\ 100$ correspondiente a un índice de cooperación de 352 y a una velocidad de rotación de tambor de 60 rpm. El índice de cooperación es el producto del diámetro del tambor y el número de líneas por unidad de longitud. $C = 1\ 900$ $D = 400$ Hz Anchura de banda: 2 890 Hz = 2,89 kHz	2K89R3CMN
Facsímil analógico; modulación de frecuencia de una subportadora de audiofrecuencia que modula la portadora principal con banda lateral única y portadora suprimida	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1,1$ (valor típico)	$N = 1\ 100$ $D = 400$ Hz Anchura de banda: 1 980 Hz = 1,98 kHz	1K98J3C --

Descripción de la emisión	Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
	Fórmula	Ejemplo de cálculo	
6. Emisiones complejas			
Sistema de relevadores radioeléctricos de televisión, de doble banda lateral	$B_n = 2C + 2M + 2D$	Frecuencias de vídeo limitadas a 5 MHz, sonido en subportadora de 6,5 MHz, modulada en frecuencia con excursión de 50 kHz: $C = 6,5 \times 10^6$ $D = 50 \times 10^3$ Hz $M = 15\,000$ Anchura de banda: $13,13 \times 10^6$ Hz = 13,13 MHz	13M1A8W --
Sistema de relevadores radioeléctricos de doble banda lateral; multiplexaje por distribución de frecuencia	$B_n = 2M$	10 canales telefónicos que ocupan la banda de base 1-164 kHz $M = 164\,000$ Anchura de banda: 328 000 Hz = 328 kHz	328KA8E --
Emisión de doble banda lateral de VOR con telefonía (VOR = radiofaro omnidireccional VHF)	$B_n = 2C_{m\acute{a}x} + 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico)	La portadora principal está modulada por: – una subportadora de 30 Hz – una portadora que resulta de una frecuencia de tono de 9 960 Hz modulada por un tono de 30 Hz – un canal telefónico – un tono de manipulación de 1 020 Hz para identificación Morse continua $C_{m\acute{a}x} = 9\,960$ $M = 30$ $D = 480$ Hz Anchura de banda: 20 940 Hz = 20,94 kHz	20K9A9WWF
Bandas laterales independientes; varios canales telegráficos con corrección de errores junto con varios canales telefónicos con secreto de las comunicaciones; multiplexaje por distribución de frecuencia	B_n = suma de M para cada banda lateral	Normalmente los sistemas complejos se explotan de conformidad con disposiciones normalizadas de canales (por ejemplo la Rec. UIT-R F.348) 3 canales telefónicos y 15 canales telegráficos necesitan una anchura de banda de: 12 000 Hz = 12 kHz	12K0B9WWF
III-A. MODULACIÓN DE FRECUENCIA			
1. Señal con información cuantificada o digital			
Telegrafía sin corrección de errores (un solo canal)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valor típico)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (desplazamiento de 170 Hz) Anchura de banda: 304 Hz	304HF1BBN
Telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores (un solo canal)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valor típico)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (desplazamiento de 170 Hz) Anchura de banda: 304 Hz	304HF1BCN
Señal de llamada selectiva	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,2$ (valor típico)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (desplazamiento de 170 Hz) Anchura de banda: 304 Hz	304HF1BCN

Descripción de la emisión	Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
	Fórmula	Ejemplo de cálculo	
1. Señal con información cuantificada o digital (cont.)			
Telegrafía dúplex de cuatro frecuencias	$B_n = 2M + 2DK$ B = velocidad de modulación (Bd) del canal más rápido. Si los canales están sincronizados: $M = \frac{B}{2}$ (de lo contrario, $M = 2B$) $K = 1,1$ (valor típico)	Separación entre frecuencias adyacentes = 400 Hz Canales sincronizados $B = 100$ $M = 50$ $D = 600$ Hz Anchura de banda: 1 420 Hz = 1,42 kHz	1K42F7BDX
2. Telefonía (calidad comercial)			
Telefonía comercial	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico, pero en ciertos casos puede ser necesario emplear valores de K más elevados)	Para un caso medio de telefonía comercial, $D = 5\,000$ Hz $M = 3\,000$ Anchura de banda: 16 000 Hz = 16 kHz	16K0F3EJN
3. Radiodifusión sonora			
Radiodifusión sonora	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico)	Monoaural $D = 75\,000$ Hz $M = 15\,000$ Anchura de banda: 180 000 Hz = 180 kHz	180KF3EGN
4. Facsímil			
Facsímil por modulación directa en frecuencia de la portadora; blanco y negro	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,1$ (valor típico)	$N = 1\,100$ elementos por segundo $D = 400$ Hz Anchura de banda: 1 980 Hz = 1,98 kHz	1K98F1C --
Facsímil analógico	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{B}{2}$ $K = 1,1$ (valor típico)	$N = 1\,100$ elementos por segundo $D = 400$ Hz Anchura de banda: 1 980 Hz = 1,98 kHz	1K98F3C --
5. Emisiones complejas (véase el Cuadro III-B)			
Sistema de relevadores radioeléctricos; multiplaje por distribución de frecuencia	$B_n = 2f_p + 2DK$ $K = 1$ (valor típico)	60 canales telefónicos que ocupan la banda de base de 60-300 kHz; excursión eficaz por canal: 200 kHz; la frecuencia piloto de continuidad en 331 kHz produce una excursión eficaz de la portadora principal de 100 kHz $D = 200 \times 10^3 \times 3,76 \times 2,02$ $= 1,52 \times 10^6$ Hz $f_p = 0,331 \times 10^6$ Hz Anchura de banda: $3,702 \times 10^6$ Hz = 3,702 MHz	3M70F8EJF

Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
Descripción de la emisión	Formula	Ejemplo de cálculo
III-B. FACTORES DE MULTIPLICACIÓN QUE DEBEN UTILIZARSE PARA CALCULAR LA EXCURSIÓN DE FRECUENCIA DE CRESTA D EN LAS EMISIONES MULTICANAL CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA Y MULTIPLAJE POR DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA (MF-MDF) 5. Emisiones complejas (cont.)		
Para los sistemas MF-MDF la anchura de banda necesaria es: Sistema de relevadores radioeléctricos; multiplaje por distribución de frecuencia El valor de D, excursión de frecuencia de cresta, que aparece en estas fórmulas de B_n, se calcula multiplicando el valor eficaz de la excursión por canal, por el «factor de multiplicación» apropiado que se indica más abajo. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico) $B_n = 2M + 2DK$	960 canales telefónicos que ocupan la banda de base de 60-4 028 kHz; excursión eficaz por canal: 200 kHz; la frecuencia piloto de continuidad en 4 715 kHz produce una excursión eficaz de la portadora principal de 140 kHz. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:
Sistema de relevadores radioeléctricos; multiplaje por distribución de frecuencia El valor de D, excursión de frecuencia de cresta, que aparece en estas fórmulas de B_n, se calcula multiplicando el valor eficaz de la excursión por canal, por el «factor de multiplicación» apropiado que se indica más abajo. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico) $B_n = 2M + 2DK$	960 canales telefónicos que ocupan la banda de base de 60-4 028 kHz; excursión eficaz por canal: 200 kHz; la frecuencia piloto de continuidad en 4 715 kHz produce una excursión eficaz de la portadora principal de 140 kHz. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:
Sistema de relevadores radioeléctricos; multiplaje por distribución de frecuencia El valor de D, excursión de frecuencia de cresta, que aparece en estas fórmulas de B_n, se calcula multiplicando el valor eficaz de la excursión por canal, por el «factor de multiplicación» apropiado que se indica más abajo. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico) $B_n = 2M + 2DK$	960 canales telefónicos que ocupan la banda de base de 60-4 028 kHz; excursión eficaz por canal: 200 kHz; la frecuencia piloto de continuidad en 4 715 kHz produce una excursión eficaz de la portadora principal de 140 kHz. En el caso en que exista una señal piloto de modulación máxima M, la fórmula general pasa a ser: En el caso en que el índice de modulación de la portadora principal producido por la señal piloto, sea inferior a 0,25 y la excursión de frecuencia eficaz de la portadora principal produzca una señal piloto sea inferior o igual al 70% del valor eficaz de la excursión por canal, la fórmula general pasa a ser:
Número de canales telefónicos N_c	(Factor de cresta) $\times$ antilog	Factor de multiplicación (1) Factor de multiplicación (2)
Radiodifusión sonora estereofónica con subportadora secundaria de telefonía con multiplaje	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (valor típico)	Sistema de frecuencia piloto por el fabricante del equipo $M = 75\,000$ $D = 75\,000$ Hz Anchora de banda: 300 000 Hz = 300 kHz
3 < N_c < 12		
12 ≤ N_c < 60		
Número de canales telefónicos N_c	(Factor de cresta) $\times$ antilog	Valor en dB por encima del nivel de modulación de referencia
60 ≤ N_c < 240		
$N_c \geq 240$		

(1) En este cuadro, los factores de multiplicación 3,76 y 4,47 corresponden a factores de cresta de 11,5 y 13,0 dB respectivamente.

(2) En este cuadro, el factor de multiplicación 3,76 corresponde a un factor de cresta de 11,5 dB.

Descripción de la emisión	Anchura de banda necesaria		Denominación de la emisión
	Fórmula	Ejemplo de cálculo	
IV. MODULACIÓN POR IMPULSOS			
1. Radar			
Emisión de impulsos no modulados	$B_n = \frac{2K}{t}$ K depende de la relación entre la duración del impulso y el tiempo de subida del mismo. Su valor, por lo general, está comprendido entre 1 y 10, y en muchos casos no es necesario que exceda de 6	Radar primario Poder de resolución en distancia: 150 m $K = 1,5$ (impulso triangular con $t \simeq t_r$, sólo se consideran los componentes desde el más fuerte hasta 27 dB por debajo) Luego: $t = \frac{2x(\text{poder de resolución en distancia})}{\text{velocidad de la luz}}$ $= \frac{2 \times 150}{3 \times 10^8}$ $= 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ Anchura de banda: $3 \times 10^6 \text{ Hz} = 3 \text{ MHz}$	3M00P0NAN
2. Emisiones complejas			
Sistema de relevadores radioeléctricos	$B_n = \frac{2K}{t}$ $K = 1,6$	Impulsos modulados en posición por una banda de base de 36 canales telefónicos. Duración del impulso de amplitud mitad = $0,4 \mu\text{s}$ Anchura de banda: $8 \times 10^6 \text{ Hz} = 8 \text{ MHz}$ (Anchura de banda independiente del número de canales telefónicos)	8M00M7EJT