

RECOMENDACIÓN UIT-R S.731*

Diagrama de radiación contrapolar de referencia de estación terrena para utilizar en la coordinación de frecuencias y la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias comprendida entre 2 y unos 30 GHz

(1992)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que, para los estudios de coordinación y para la evaluación de la interferencia mutua entre sistemas de radiocomunicación por satélite y entre las estaciones terrenas de dichos sistemas y las estaciones de otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias, sería útil emplear un diagrama de radiación contrapolar en las antenas de estación terrena;
- b) que, para la determinación de la distancia de coordinación y para evaluar la interferencia entre estaciones terrenas y terrenales, sería apropiado utilizar un diagrama de radiación contrapolar basado en el nivel excedido por un pequeño porcentaje de las crestas de los lóbulos laterales;
- c) que la Recomendación UIT-R S.465 incluye un diagrama de radiación contrapolar de referencia de estación terrena para utilizar en la coordinación de frecuencias y en la evaluación de la interferencia;
- d) que se han efectuado algunas medidas de la ganancia contrapolar fuera del eje de las estaciones terrenas y se han desarrollado diagramas de radiación que son cuantitativamente similares;
- e) que puede utilizarse un diagrama único de referencia contrapolar fuera del eje que incluya los del Anexo 1;
- f) que la utilización de antenas con diagramas de radiación óptimos llevará a la utilización más eficaz del espectro de radiofrecuencias y de la órbita de los satélites geostacionarios,

reconociendo

- 1 que conviene obtener más información sobre mediciones de la radiación contrapolar;
- 2 que la ganancia fuera del eje medida en las antenas de estación terrena incluye la emisión contrapolar de dichas antenas;
- 3 que los diagramas de radiación contrapolar se miden en el haz principal de la antena transmisora,

* La Comisión de Estudio 4 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2001 de conformidad con la Resolución UIT-R 44 (AR-2000).

recomienda

1 que, a falta de información particular sobre los diagramas de radiación contrapolar de las antenas de las estaciones terrenas en cuestión, se emplee un diagrama de radiación de referencia único para:

1.1 los estudios de coordinación de frecuencias y la evaluación de la interferencia entre estaciones terrenas de los sistemas del servicio fijo por satélite y de las estaciones de otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias;

1.2 los estudios de coordinación y la evaluación de la interferencia entre redes del servicio fijo por satélite;

2 que se utilicen los diagramas de radiación contrapolar indicados a continuación, a título provisional, para los ángulos comprendidos entre las direcciones consideradas y el eje del haz principal, en las frecuencias de la banda entre 2 y 30 GHz:

$$\begin{array}{llll}
 G_x(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi & \text{dBi} & \text{para } \varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ \\
 G_x(\varphi) = 20,2 - 16,7 \log \varphi & \text{dBi} & \text{para } 7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ \\
 G_x(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi & \text{dBi} & \text{para } 26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \\
 G_x(\varphi) = -10 & \text{dBi} & \text{para } 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ
 \end{array}$$

φ_r es igual a 1° ó $100 \lambda/D$, de los dos el mayor;

3 que las notas indicadas a continuación formen parte integrante de esta Recomendación.

NOTA 1 – Se supone que el diagrama de radiación contrapolar de referencia tiene simetría rotacional.

NOTA 2 – El diagrama de referencia contrapolar debe utilizarse entre dos redes que empleen únicamente polarizaciones opuestas.

NOTA 3 – Pueden utilizarse otros diagramas de radiación contrapolar de estación terrena mediante acuerdo mutuo entre las administraciones en cuestión.

NOTA 4 – El diagrama de radiación de referencia debe utilizarse con cautela en una gama de ángulos en la que el sistema de alimentación particular puede dar lugar a niveles relativamente elevados de desbordamiento y para antenas cuya relación D/λ es inferior a 50.

NOTA 5 – El diagrama de radiación contrapolar complementa el diagrama copolar de la Recomendación UIT-R S.465.

NOTA 6 – En relación con el § 2, el Anexo 1 contiene varios diagramas de radiación contrapolar fuera del eje que corresponden a las envolventes de las crestas de las características de ganancia medidas de diversas antenas.

ANEXO 1

Modelado de las características contrapolares de las antenas de estación terrena

Este Anexo presenta la información básica utilizada para elaborar diagramas contrapolares obtenidos a partir de mediciones en diagramas de antenas de distintos diámetros (1,2 m, 1,8 m, 2,4 m, 3,5 m y 3,7 m a 12,625 GHz). Para cada tipo de antena se describe un diagrama medido y un diagrama de envolvente. A continuación se obtienen las ecuaciones que describen las envolventes contrapolares para antenas de $D/\lambda \geq 100$ y $D/\lambda < 100$. Se elabora una función única que puede utilizarse para describir el diagrama contrapolar fuera del eje de todas las antenas.

Las Figs. 1 y 2 muestran los diagramas copolar y contrapolar calculados para antenas de alimentador único desplazado, junto con sus funciones de envolvente respectivas. La Fig. 3 muestra los efectos d los apoyos del alimentador en las disposiciones axisimétricas.

FIGURA 1

Diagramas copolar y contrapolar de antena con alimentador único desplazado de 1,8 m de diámetro a 3,95 GHz – plano azimutal

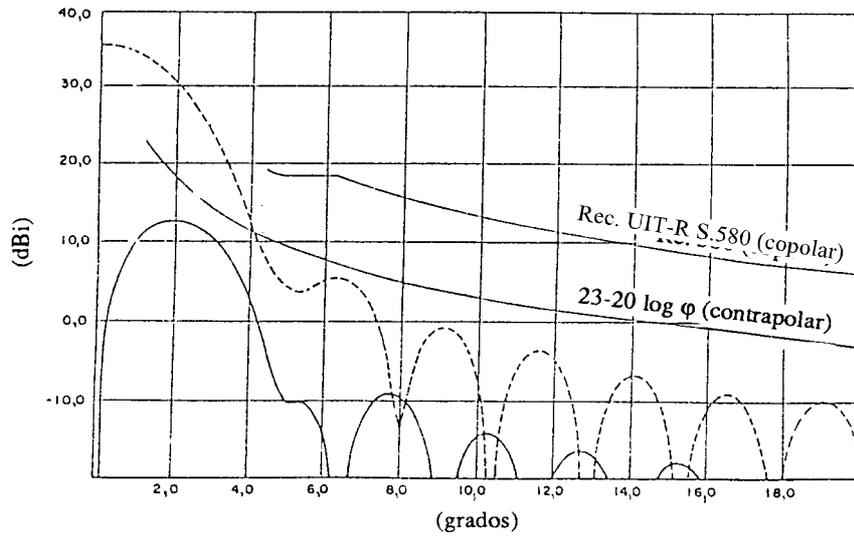


FIGURA 2

Diagramas copolar y contrapolar de antena con alimentador único desplazado de 1,8 m de diámetro a 6,175 GHz – plano azimutal

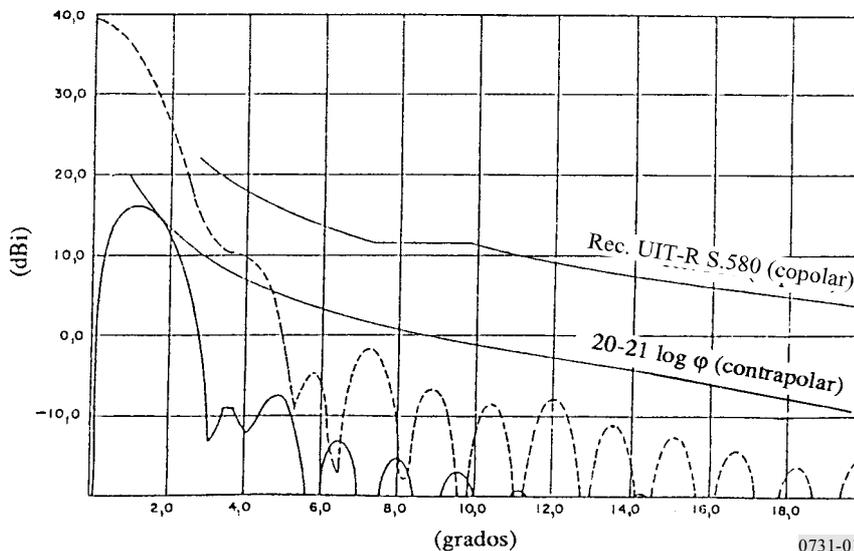
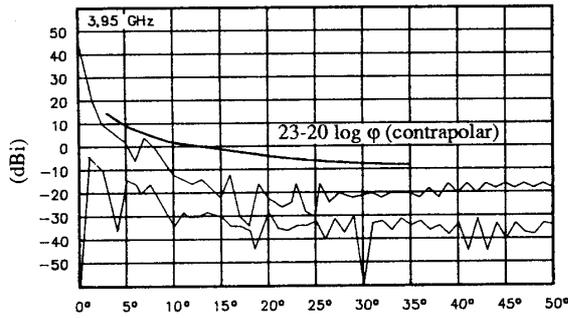
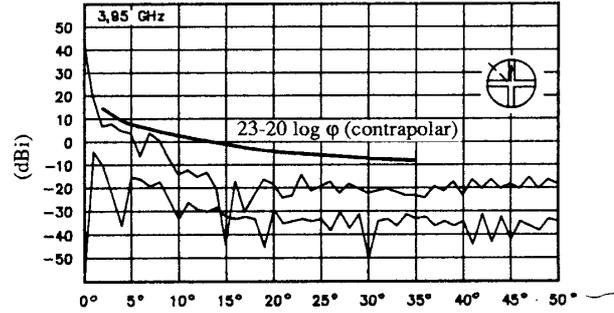


FIGURA 3

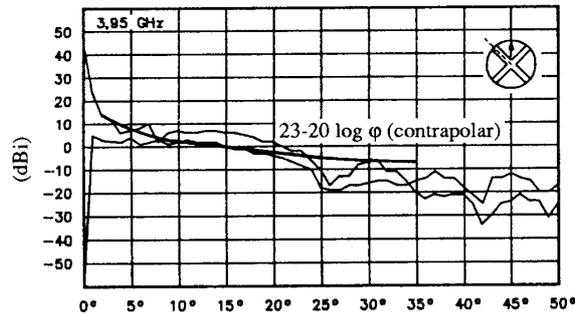
Análisis teórico de los efectos estructurales
 en una antena de reflector doble axisimétrica de 6 m polarizada linealmente,
 a 3,95 GHz (a-c) y 6,175 GHz (d-e))



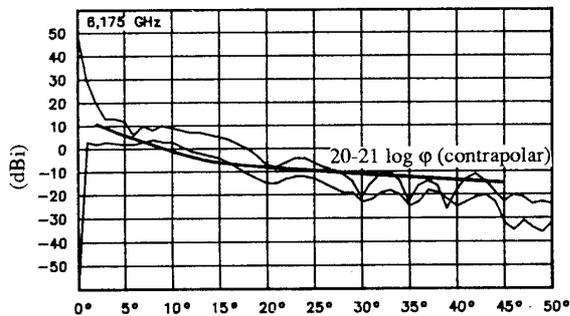
a) Diagramas copolar y contrapolar
 en un plano a 45°, sin estructuras



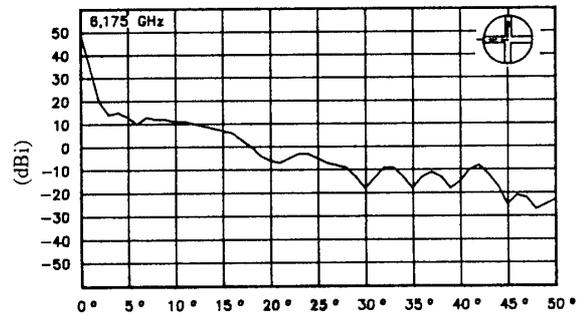
b) Igual que a), incluyendo estructuras
 en los planos vertical y horizontal



c) Igual que a), incluyendo estructuras en los planos
 a 45° y 135°



d) Igual que en c), en la banda de transmisión



e) Diagramas copolar y contrapolar en el plano horizontal
 incluyendo estructuras en los planos vertical y horizontal
 en la banda de transmisión

Para efectuar una estimación de la discriminación de polarizaciones (factor de polarización) más favorable, se han obtenido para las antenas indicadas anteriormente envolventes de diagramas copolares $G_{//}(\varphi)$ y contrapolares $G_{+}(\varphi)$.

- a) En el caso de la copolarización, en la zona del lóbulo principal donde $\varphi < \varphi_1$ ($\varphi_1 = 1^\circ$ para las estaciones grandes, $\varphi_1 = 100 \lambda/D$ grados para las antenas pequeñas) se extrapola el diagrama de envolvente con un lóbulo cuadrático definido entre $G_{//}(\varphi_1)$ para $\varphi = \varphi_1$ y 0 dB para $\varphi = 0^\circ$.
- b) Para la contrapolarización, el UIT-R no define ninguna limitación que no sea el diagrama de referencia de la polarización principal. El nivel de contrapolarización es tal que $G_{+}(\varphi) < G_{//}(\varphi'_1)$ (con $\varphi'_1 = 2 \varphi_1$) para $0^\circ < \varphi < \varphi_1$. Las envolventes copolar y contrapolar se solapan al acercarse al nivel isotrópico ($\varphi \geq \varphi_{ISO}$).

Finalmente, los diagramas de estación terrena tienen las envolventes siguientes:

1 Antenas pequeñas ($D < 100\lambda$)

G_0 : ganancia en la dirección del lóbulo principal de la antena

$\varphi_1 = 100 \lambda/D$ (grados)

$$G(\varphi) = 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0$$

$$\varphi'_1 = 2,2 \varphi_1$$

$$\varphi_2 = 25,1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} = 10^{(52 - 10 \log(D/\lambda)/25)} \text{ (grados)}$$

– para $0 < \varphi < \varphi_1$

$$G_{+}(\varphi) = G(\varphi'_1) \quad (1)$$

– para $\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$

$$G_{+}(\varphi) = G(\varphi) - [G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)] \cdot (\varphi_{ISO} - \varphi) (\varphi_{ISO} - \varphi_1) \quad (2)$$

$$\text{(si } \varphi > \varphi_{ISO}, G_{+}(\varphi) = G_{//}(\varphi))$$

– para $\varphi_2 < \varphi < 180^\circ$

$$G_{+}(\varphi) = 10 - 10 \log(D/\lambda) - G_0 \quad (3)$$

Los diagramas de envolvente indicados en las Figs. 4 y 5 se obtienen para estaciones con antenas de 1,20 m y 1,80 m de diámetro a 12,625 GHz. En cada caso se da un ejemplo del diagrama contrapolar medido, pero las plantillas mostradas son promedios de mediciones de varias antenas del mismo tipo.

Los diagramas medidos para estos tipos de antenas se indican en las Figs. 4a, 5a y 5b.

FIGURA 4

Antena de 1,2 m de diámetro, $f = 12,625$ GHz,
diagramas de radiación copolar y contrapolar

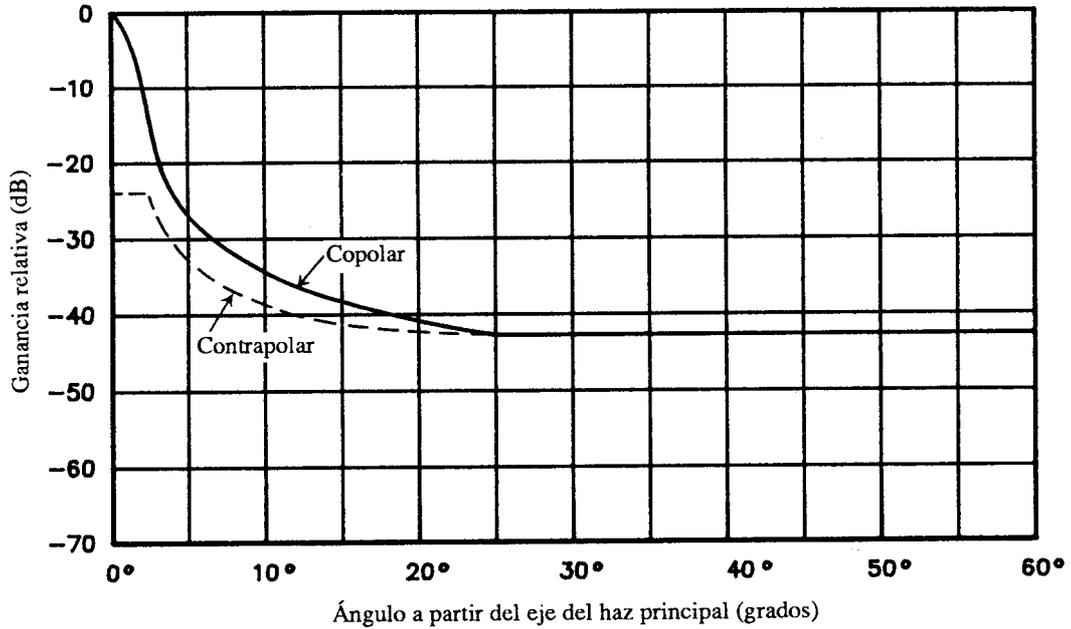
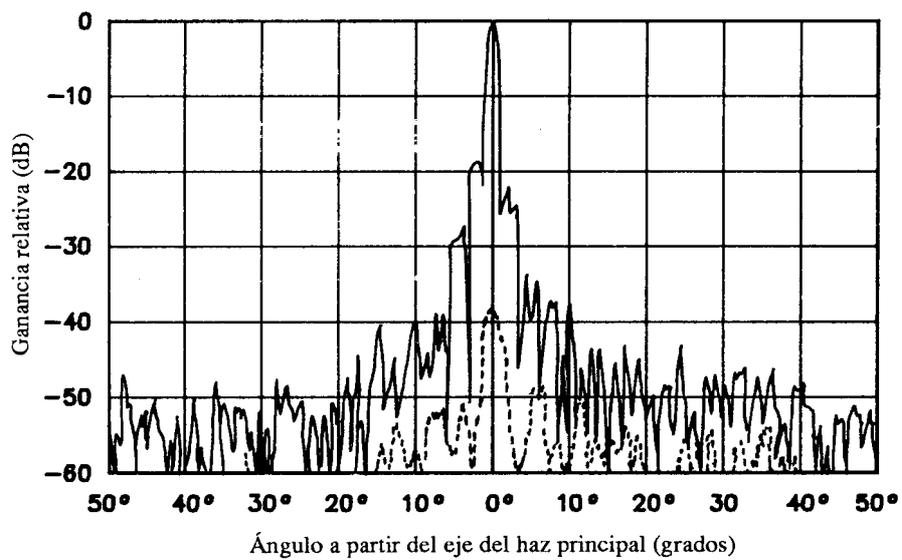


FIGURA 4a

Antena de 1,2 m de diámetro, diagramas medidos
de radiación copolar y contrapolar



— Copolar
- - - Contrapolar

FIGURA 5

Antena de 1,80 m de diámetro, $f = 12,625$ GHz,
diagramas medidos de radiación copolar y contrapolar

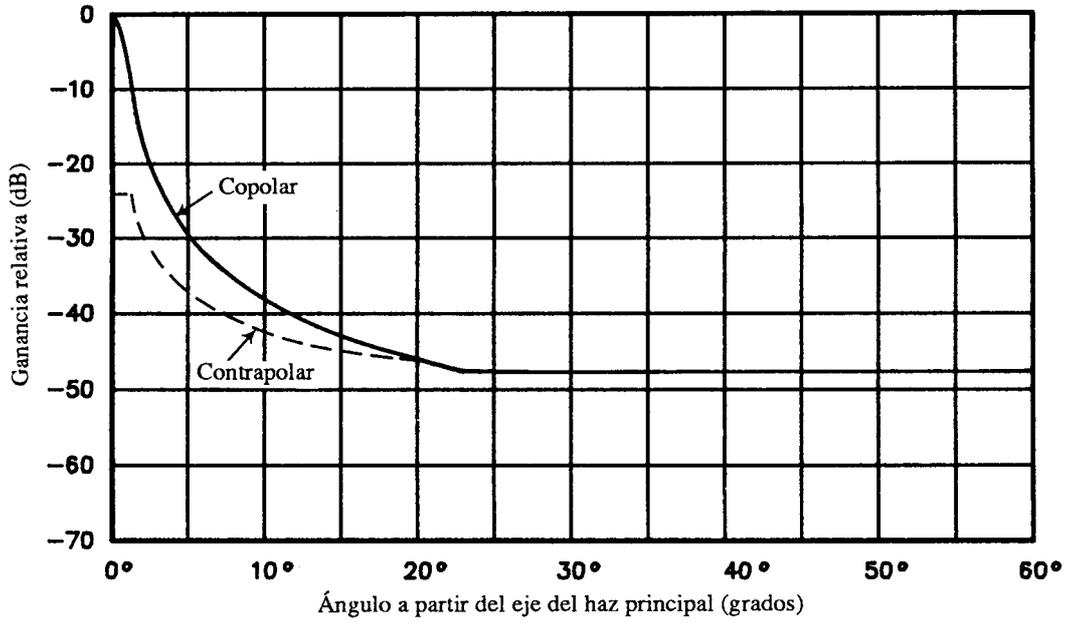


FIGURA 5a

Antena de 1,80 m de diámetro, diagrama medido de radiación copolar

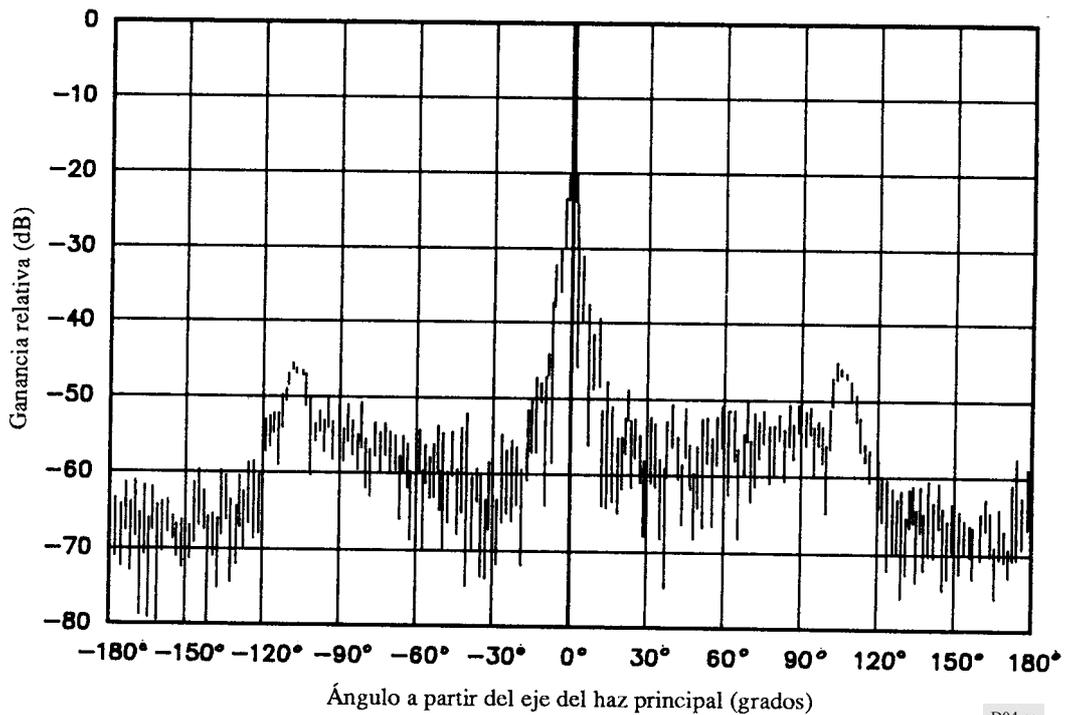
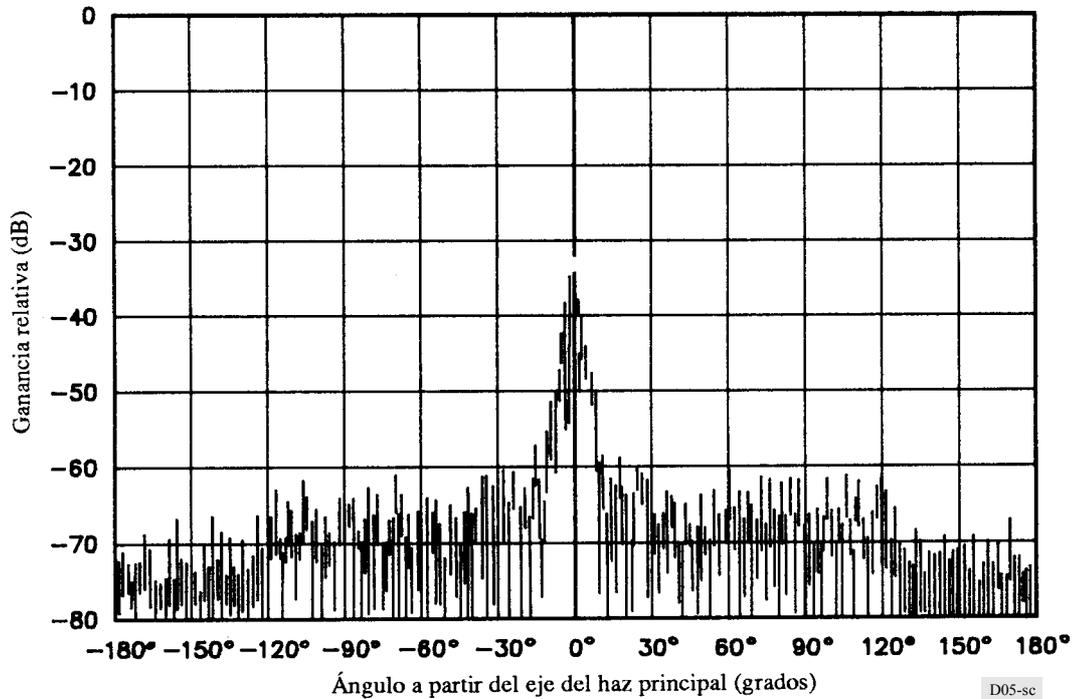


FIGURA 5b

Antena de 1,80 m de diámetro, diagrama medido de radiación contrapolar



2 Antenas grandes ($D \geq 100\lambda$)

G_0 : ganancia en la dirección del lóbulo principal de la antena

$$\varphi_1 = 1^\circ$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi - G_0$$

$$\varphi'_1 = 1,8 \varphi_1$$

$$\varphi_2 = 20^\circ$$

$$\varphi_3 = 26,3^\circ$$

$$\varphi_4 = 33,1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} = 10^{(29/25)} \text{ (grados)}$$

– para $0 < \varphi < \varphi_1$

$$G_+(\varphi) = G(\varphi'_1) \quad (4)$$

– para $\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$

$$G_+(\varphi) = G(\varphi) - [G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)] \cdot (\varphi_{ISO} - \varphi) / (\varphi_{ISO} - \varphi_1) \quad (5)$$

– para $\varphi_2 < \varphi < \varphi_3$

$$G_1(\varphi) = -3,5 - G_0$$

$$G_+(\varphi) = G_1(\varphi) - [G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)] \cdot (\varphi_{ISO} - \varphi) / (\varphi_{ISO} - \varphi_1) \quad (6)$$

$$\text{(si } \varphi > \varphi_{ISO}, G_+(\varphi) = G_{//}(\varphi))$$

– para $\varphi_3 < \varphi < \varphi_4$

$$G_+(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi - G_0 \quad (7)$$

– para $\varphi_4 < \varphi < 180^\circ$

$$G_+(\varphi) = -10 - G_0 \quad (8)$$

Los diagramas de envolvente indicados en las Figs. 6, 7 y 8 se obtienen para estaciones con antenas de 2,40 m, 3,50 m y 3,70 m a 12,625 GHz. En cada caso se da un ejemplo de las mediciones copolar y contrapolar, pero las plantillas dadas se derivaron del promedio de varias antenas del mismo tipo. Los diagramas medidos para estos tipos de antenas se indican en las Figs. 6a, 7a, 8a, 6b, 7b y 8b.

Las funciones indicadas para $D < 100\lambda$ y $D \geq 100\lambda$ pueden expresarse en términos de ganancia absoluta. Las funciones para $D < 100\lambda$ pueden normalizarse respecto a una función copolar de tipo $32 - 25 \log \varphi$, haciendo $52 - 10 \log \varphi = 32$. La evaluación de estas funciones en forma de ganancia absoluta para diversos valores de D/λ es la siguiente:

$$G_x(\varphi) = 22,70 + 0,29 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } D/\lambda = 25 \quad (9)$$

$$= 22,69 + 0,37 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } D/\lambda = 50 \quad (10)$$

$$= 22,87 + 0,42 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } D/\lambda = 75 \quad (11)$$

$$= 22,15 + 0,47 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } D/\lambda = 100 \quad (12)$$

Los ángulos para los que estas funciones de ganancia son iguales a una ganancia de envolvente copolar de $32 - 25 \log \varphi$ son $31,7^\circ$, $25,2^\circ$, $21,4^\circ$ y $20,8^\circ$, respectivamente. Otras funciones desarrolladas son:

$$G_x(\varphi) = 20 - 21 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad (13)$$

$$G_x(\varphi) = 23,6 - 20 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad (14)$$

$$G_x(\varphi) = 22 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad (15)$$

La ecuación (15) se basa en el requisito de que la ganancia contrapolar sea 10 dB inferior a la ganancia copolar fuera de 7° .

Estas funciones se representan en la Fig. 9. De dicha Figura se obtiene una función única que cubre adecuadamente todas las funciones anteriores:

$$\begin{aligned} G_\lambda(\varphi) &= 23 - 20 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } \varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ \\ &= 20,2 - 16,7 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } 7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ \\ &= 32 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para } 26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \\ &= -10 \quad \text{dBi} \quad \text{para } 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \end{aligned}$$

φ_r es igual a 1° ó $100 \lambda/D$, el mayor de los dos valores.

FIGURA 6

Antena de 2,40 m de diámetro, $f = 12,625$ GHz,
diagramas medidos de radiación copolar y contrapolar

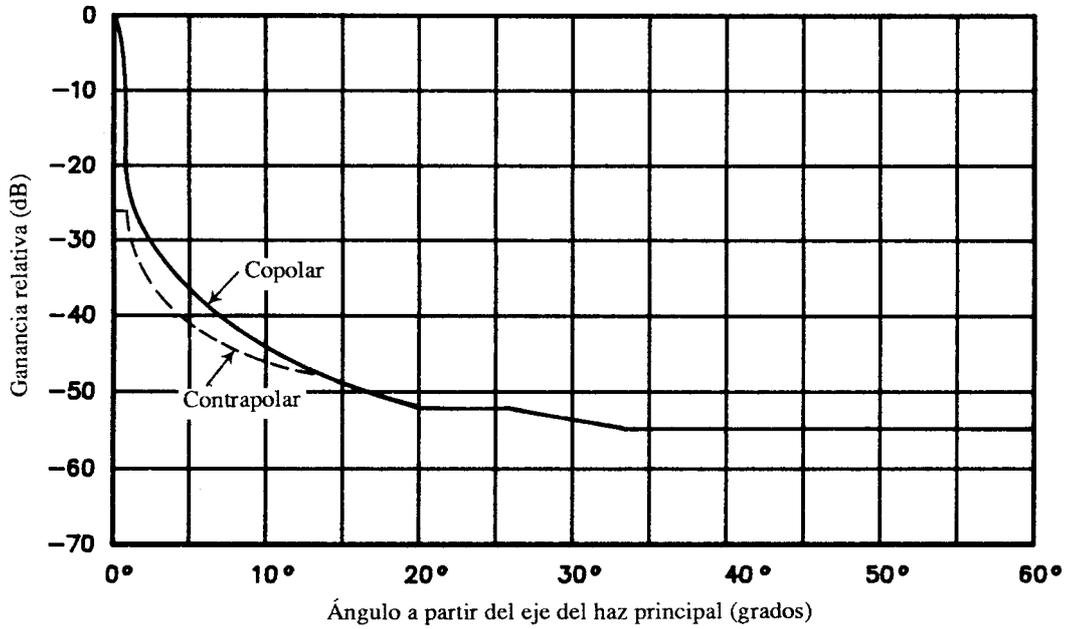


FIGURA 6a

Antena de 2,40 m de diámetro, diagrama medido de radiación copolar

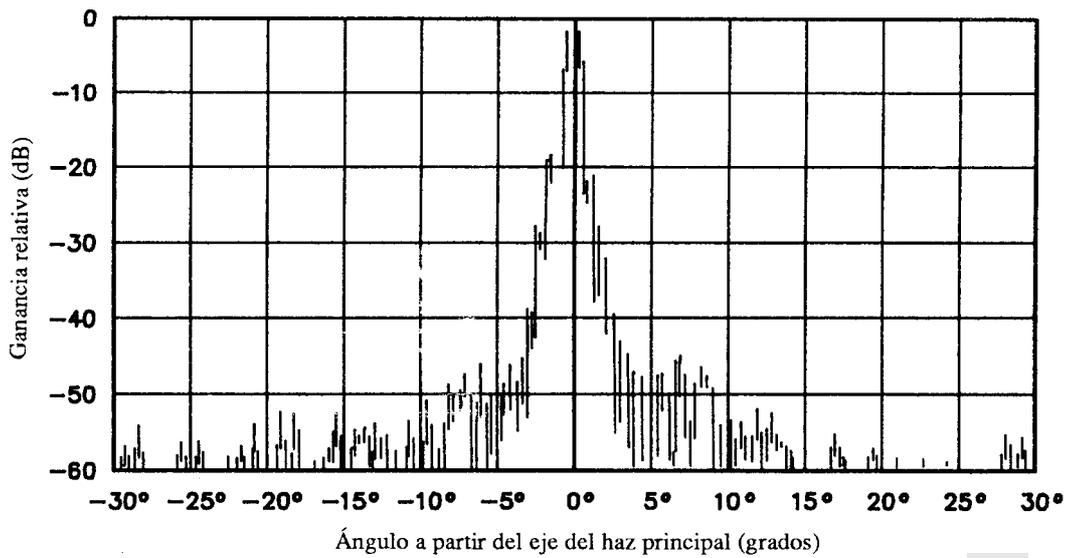


FIGURA 6b
Antena de 2,40 m de diámetro, diagrama medido de radiación contrapolar

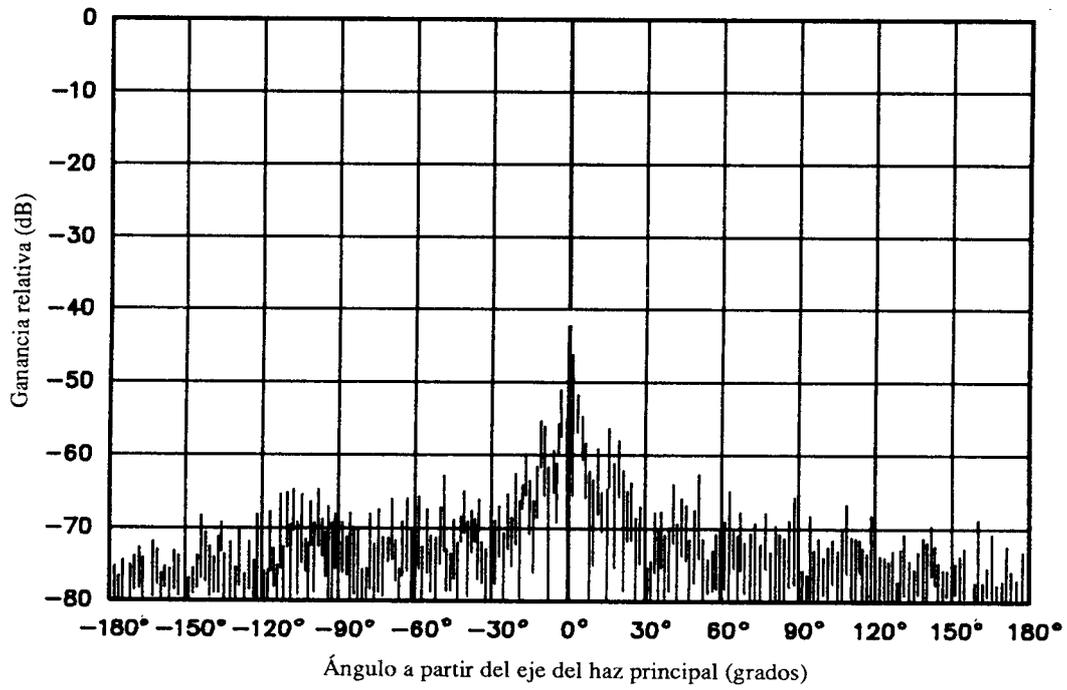


FIGURA 7
Antena de 3,50 m de diámetro, $f = 12,625$ GHz,
diagramas medidos de radiación copolar y contrapolar

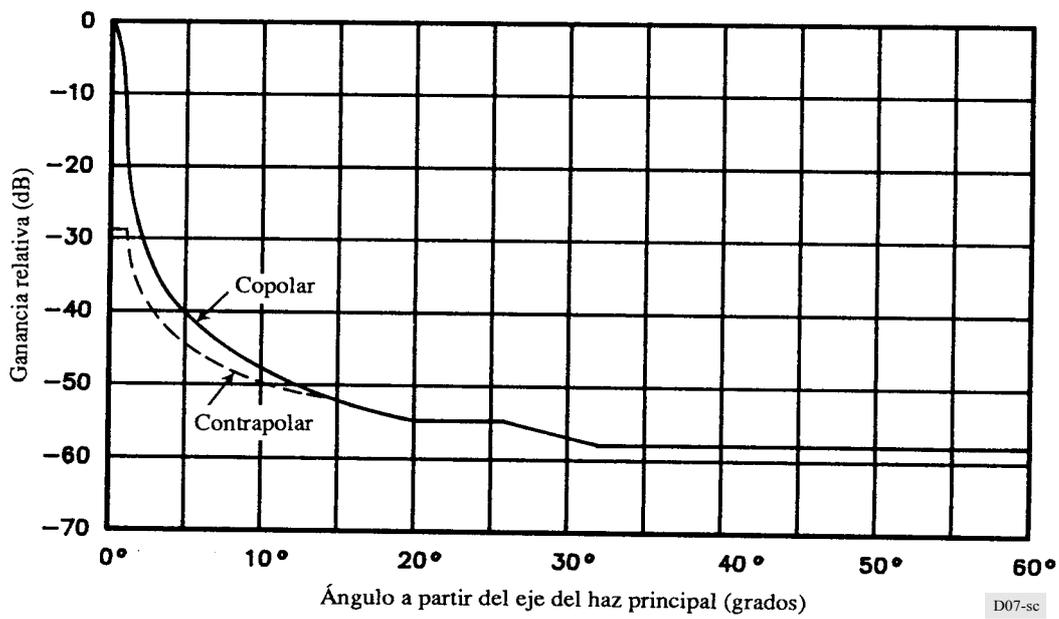


FIGURA 7a

Antena de 3,50 m de diámetro, diagrama medido de radiación copolar

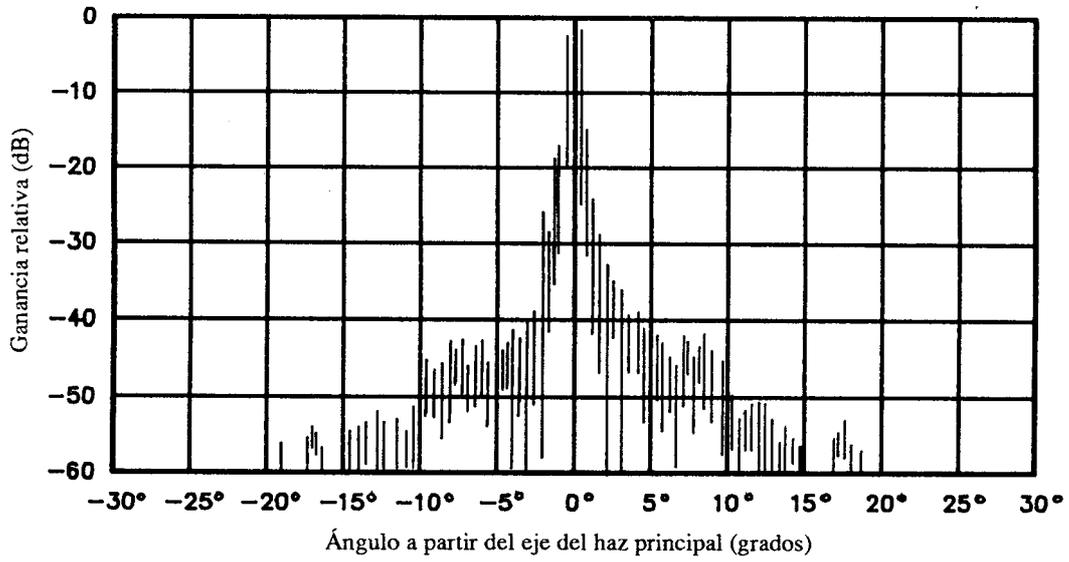


FIGURA 7b

Antena de 3,50 m de diámetro, diagrama medido de radiación contrapolar

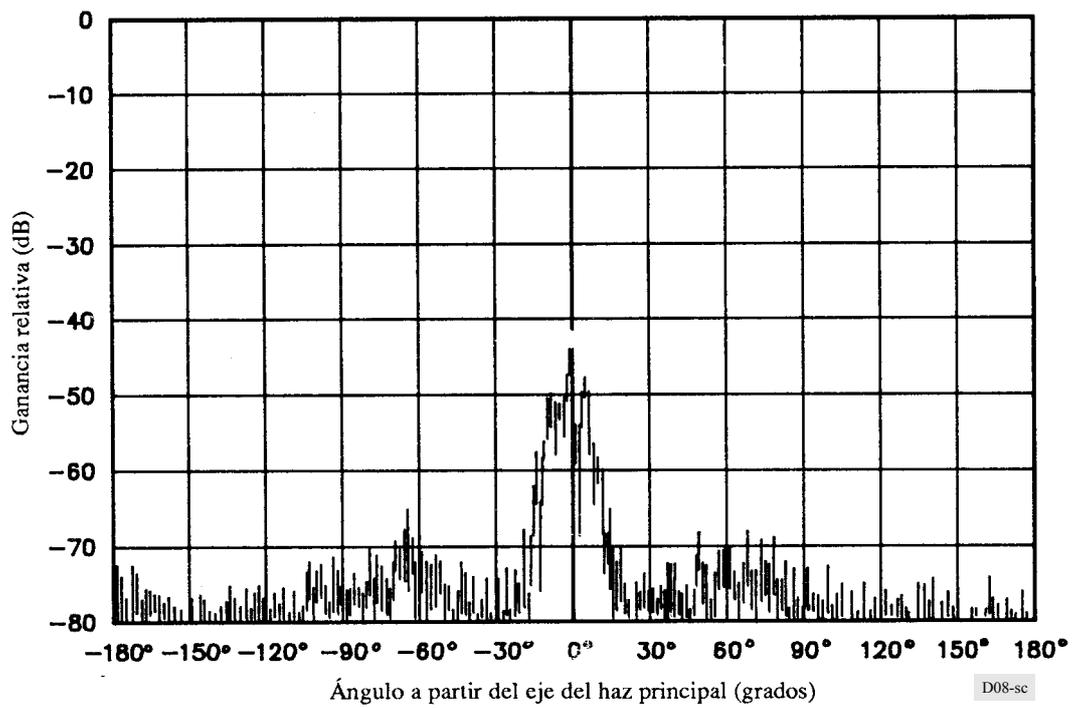


FIGURA 8

Antena de 3,70 m de diámetro, $f = 10,7$ GHz,
diagramas medidos de radiación copolar y contrapolar

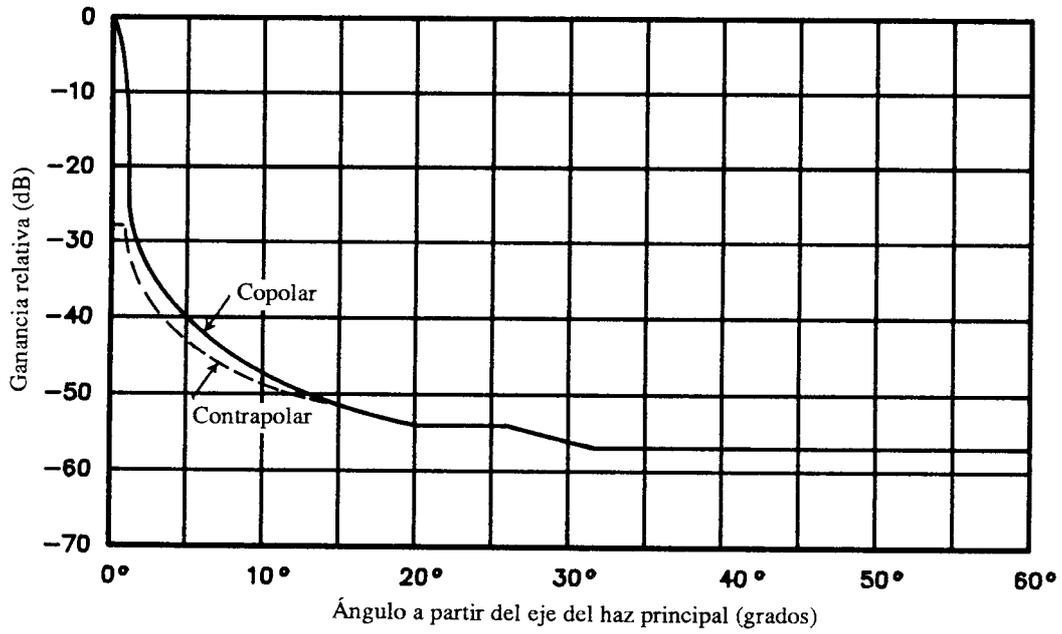


FIGURA 8a

Antena de 3,70 m de diámetro, diagrama medido de radiación copolar

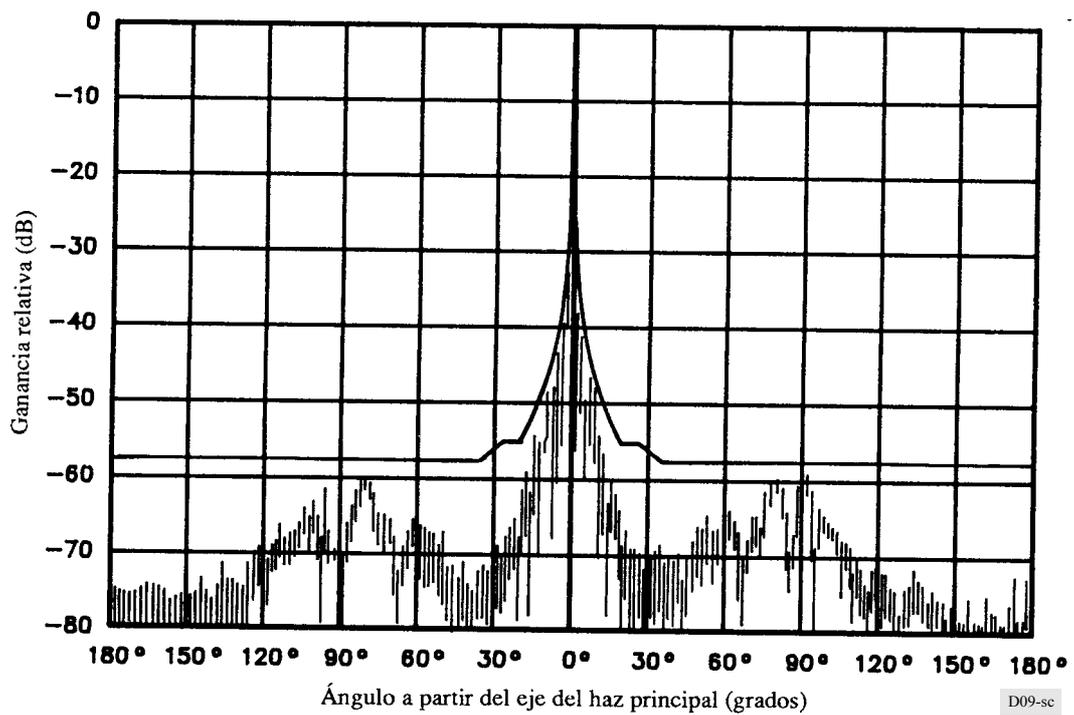


FIGURA 8b
Antena de 3,70 m de diámetro, diagrama medido de radiación copolar

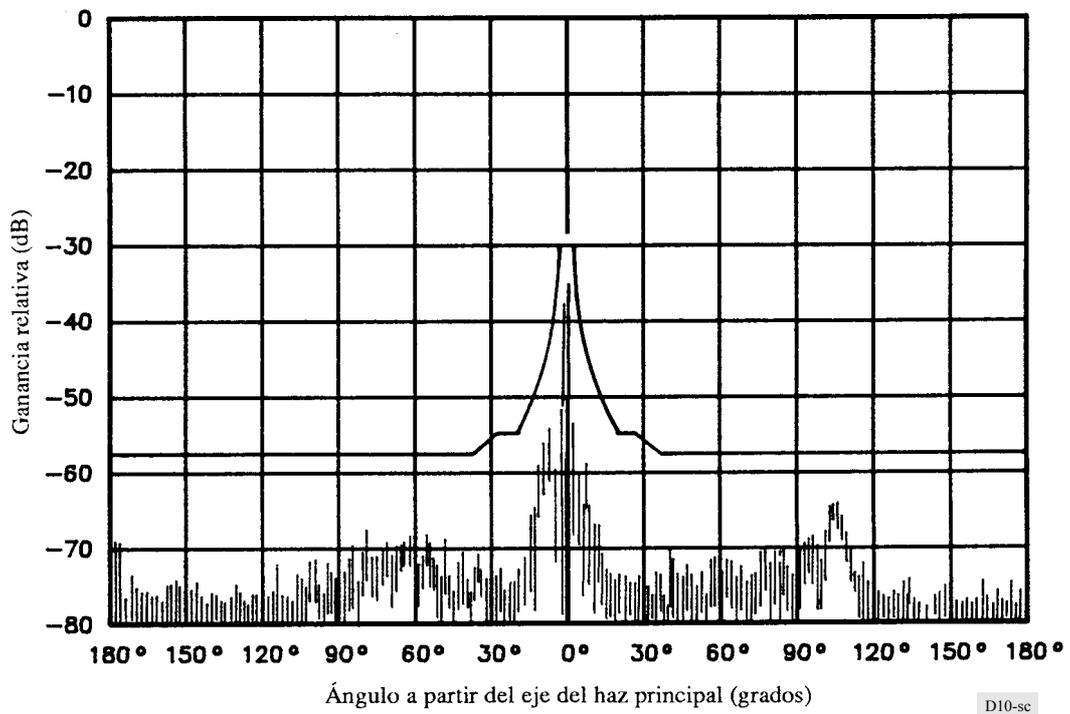
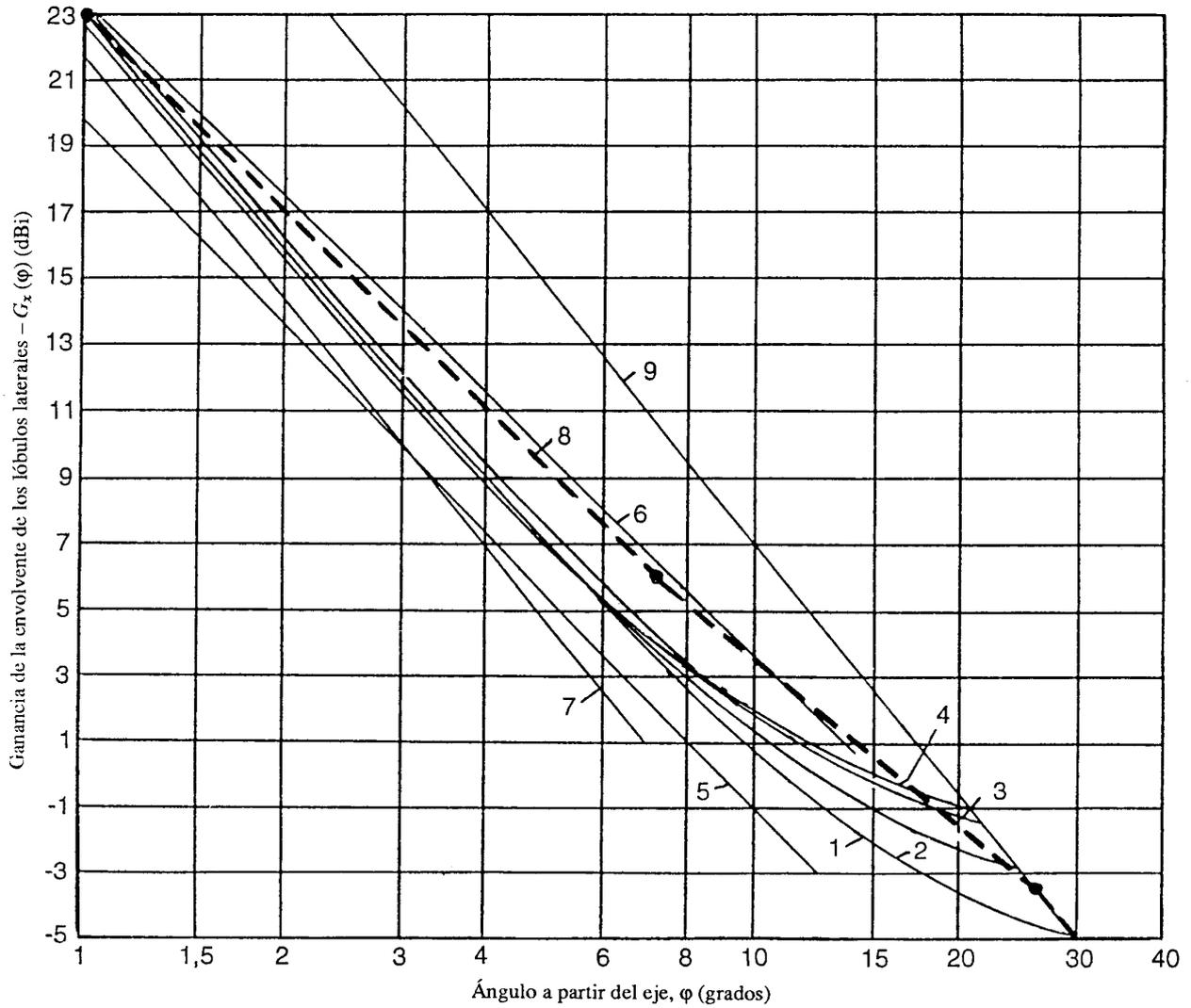


FIGURA 9
Funciones de la ganancia contrapolar de la envolvente de los lóbulos laterales



- | | | | |
|---|--|-----|--|
| 1 | $G_x(\varphi) = 22,7 + 0,29 \varphi - 25 \log \varphi$ | dBi | para $D/\lambda = 25$ |
| 2 | $= 22,69 + 0,37 \varphi - 25 \log \varphi$ | dBi | para $D/\lambda = 50$ |
| 3 | $= 22,87 + 0,42 \varphi - 25 \log \varphi$ | dBi | para $D/\lambda = 75$ |
| 4 | $= 22,15 + 0,47 \varphi - 25 \log \varphi$ | dBi | para $D/\lambda = 100$ |
| 5 | $= 20 - 21 \log \varphi$ | dBi | |
| 6 | $= 23,6 - 20 \log \varphi$ | dBi | |
| 7 | $= 22 - 25 \log \varphi$ | dBi | |
| 8 | $G_x(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi$ | dBi | para $\varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ$ |
| | $= 20,2 - 16,7 \log \varphi$ | dBi | para $7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ$ |
| | $= 32 - 25 \log \varphi$ | dBi | para $26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ$ |
| 9 | $G_x(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi$ | dBi | |