

INFORME UIT-R BO.2029

Mediciones de diagramas de antenas de estación terrena del servicio de radiodifusión por satélite y análisis conexos

(Cuestión UIT-R 93/11)

(2002)

1 Introducción

La Recomendación UIT-R BO.1443 – Diagramas de antena de referencia de estación terrena del SRS para utilizar en la evaluación de la interferencia entre satélites no OSG en las bandas de frecuencias incluidas en el Apéndice S30 del RR, describe los diagramas de antena de referencia del servicio de radiodifusión por satélite (SRS) que se han de utilizar en los análisis de la interferencia de satélites no geoestacionarios (no OSG). De particular interés son las antenas de estación terrena pequeñas del SRS con alimentación excéntrica, que tienen diagramas simétricos pero no con respecto al eje. Se han instalado millones de estas antenas en el mundo entero. Para contribuir al desarrollo de estos diagramas de antena de referencia, varios Miembros del Sector han realizado mediciones detalladas, análisis y modelado de diagramas de antenas tridimensionales. Asimismo, se creó un Grupo de Relator Especial para recopilar y organizar los extensos conjuntos de datos y análisis efectuados durante la elaboración de la Recomendación mencionada anteriormente. Se consideró que este tipo de información sería valioso en los futuros estudios relacionados con el SRS.

Las tres tareas asignadas al Relator Especial fueron:

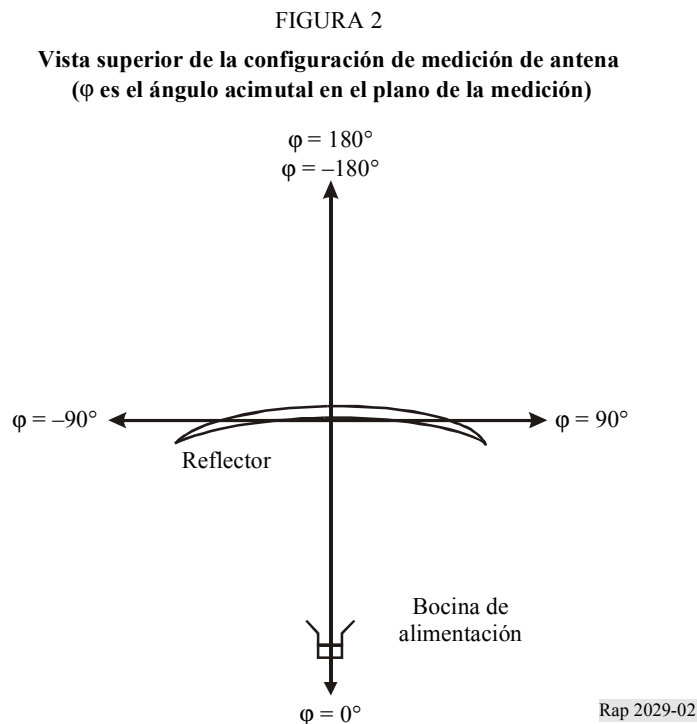
- Recopilar datos y análisis de mediciones de antenas realizados por las Administraciones durante la elaboración de la Recomendación citada anteriormente.
- Preparar un Informe resumido con la descripción de los análisis de las mediciones de antenas y catalogar los datos pertinentes en uno o más CD-ROM.
- Comparar los datos medidos presentados con los diagramas de antenas tridimensionales de referencia contenidos en la Recomendación UIT-R BO.1443.

Para realizar estas tareas, se pidió a las Administraciones que enviaran información por correo electrónico. Se recibieron datos del Reino Unido, Canadá y Telenor, que se resumen en los puntos siguientes.

Este Informe se ha estructurado como sigue. El § 2 describe la geometría básica y el sistema de coordenadas para las mediciones de antenas. Se proporciona también un breve resumen de las mediciones. Los § 3, 4 y 5 describen las mediciones de antenas y los análisis realizados por el Reino Unido, Telenor y Canadá, respectivamente. Un subconjunto de los datos se representa en el formato de ganancia en función del ángulo acimutal; en varios casos, se proporcionan también gráficos polares. Para algunos de los conjuntos de datos, se facilitan gráficos que comparan los datos medidos con los diagramas de antena de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443. El § 6 describe la disposición de los ficheros de texto y datos en el CD-ROM.

Los datos se presentaron como hojas de cálculo Microsoft Excel o como ficheros ASCII. El CD-ROM contiene este Informe, los conjuntos de datos proporcionados, las hojas de cálculo que contienen los análisis gráficos efectuados por el Grupo de Relator Especial, y las hojas de cálculo utilizadas para trazar los diagramas de antena de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443.

La Fig. 2 es una vista desde arriba que muestra cómo se define ϕ , el ángulo acimutal en el plano de la medición. Algunos conjuntos de datos incluyen $\phi = -80^\circ$ a $+180^\circ$, mientras que otros abarcan aproximadamente -120° a $+120^\circ$.



Obsérvese que los convenios indicados anteriormente no han sido utilizados en todos los conjuntos de datos. Por ejemplo, Telenor utilizó convenios que son muy similares, pero no exactamente iguales a los descritos.

3 Mediciones de antenas de estación terrena del SRS y análisis proporcionados por el Reino Unido

3.1 Resumen de mediciones de antenas

Se efectuaron mediciones de diagramas de radiación copolar para parábolas de estación terrena de satélites OSG de reflector con alimentación excéntrica (43 cm, 45 cm y 59 cm) muy abundantes en el mercado, en ocho planos de medición (0° , $22,5^\circ$, 45° , $67,5^\circ$, 90° , $112,5^\circ$, 135° y $157,5^\circ$). Se hicieron mediciones para cada plano en las frecuencias de 11 GHz, 11,7 GHz y 12,5 GHz. Para estas mediciones se empleó una distancia de prueba exterior de 65 m. Las antenas fueron polarizadas circularmente y se transmitió con polarización lineal para estas mediciones.

3.2 Datos de medición de antenas

En las Figs. 3 a 32 se muestran los diagramas de copolarización informados para las antenas de 43, 45 y 59 cm en los planos de 0° , 45° y 90° . Se dispone de datos para los otros planos, pero no se muestran en estas Figuras. Se presentan también diagramas seleccionados en un formato polar; esto proporciona otra manera de observar la simetría o asimetría que puede estar presente en los diagramas. Los gráficos polares se han preparado de modo que el desplazamiento angular en el sentido contrario al de las agujas del reloj desde el eje de puntería de la antena represente los ángulos ϕ negativos mostrados en los gráficos x-y. Se proporcionan también gráficos que comparan los datos medidos con las plantillas de la Recomendación UIT-R BO.1443.

FIGURA 3

Diagramas para antena de estación terrena de 43 cm en 11 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

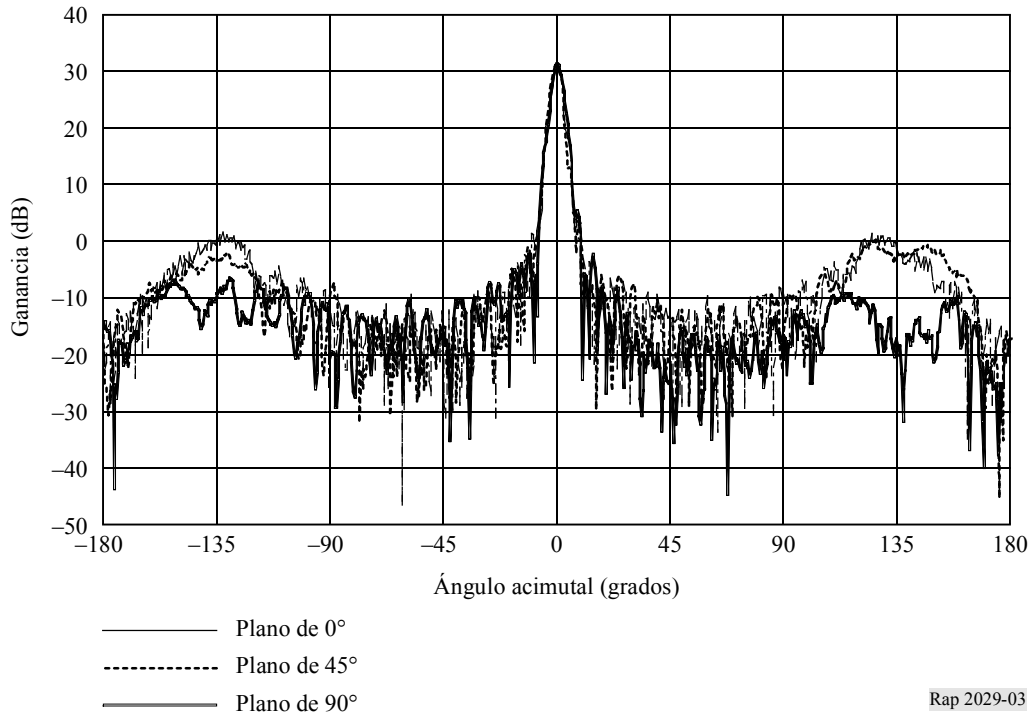


FIGURA 4

Diagramas para antena de estación terrena de 43 cm en 11,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

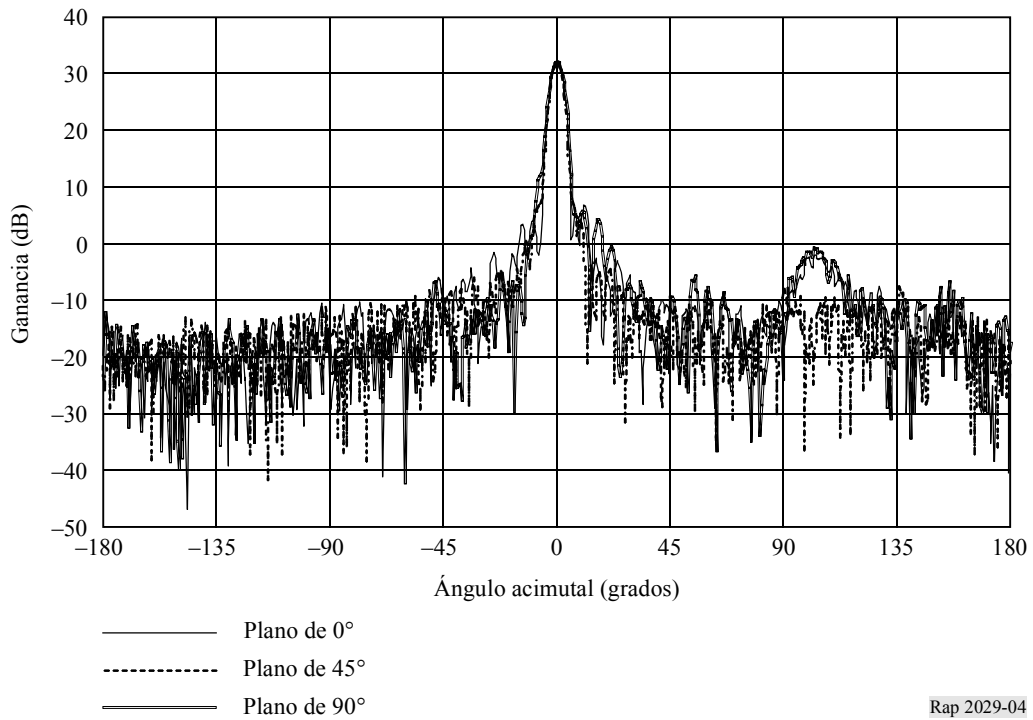
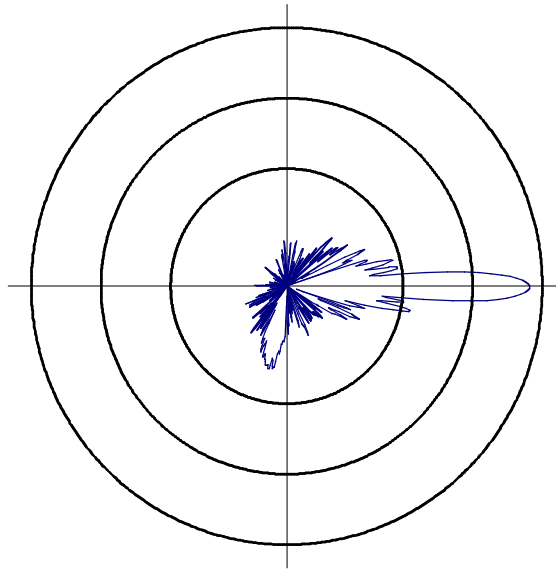


FIGURA 5

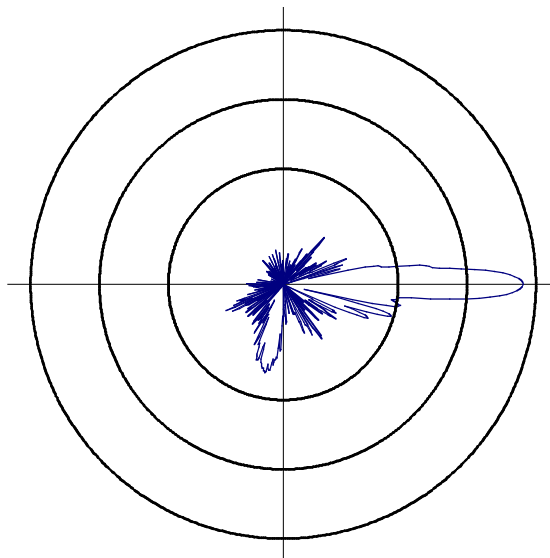
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 43 cm en 11,7 GHz en el plano de 0°.
Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior),
20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-05

FIGURA 6

Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 43 cm a 11,7 GHz en el plano de 90°.
Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior),
20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-06

FIGURA 7

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 43 cm en 11,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

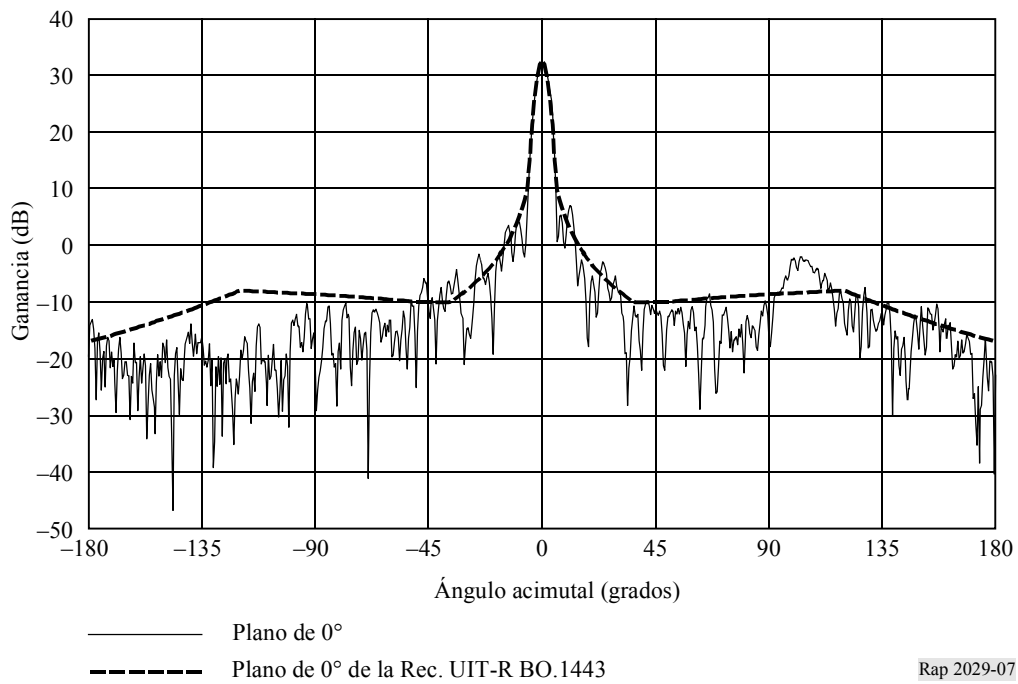


FIGURA 8

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 43 cm en 11,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

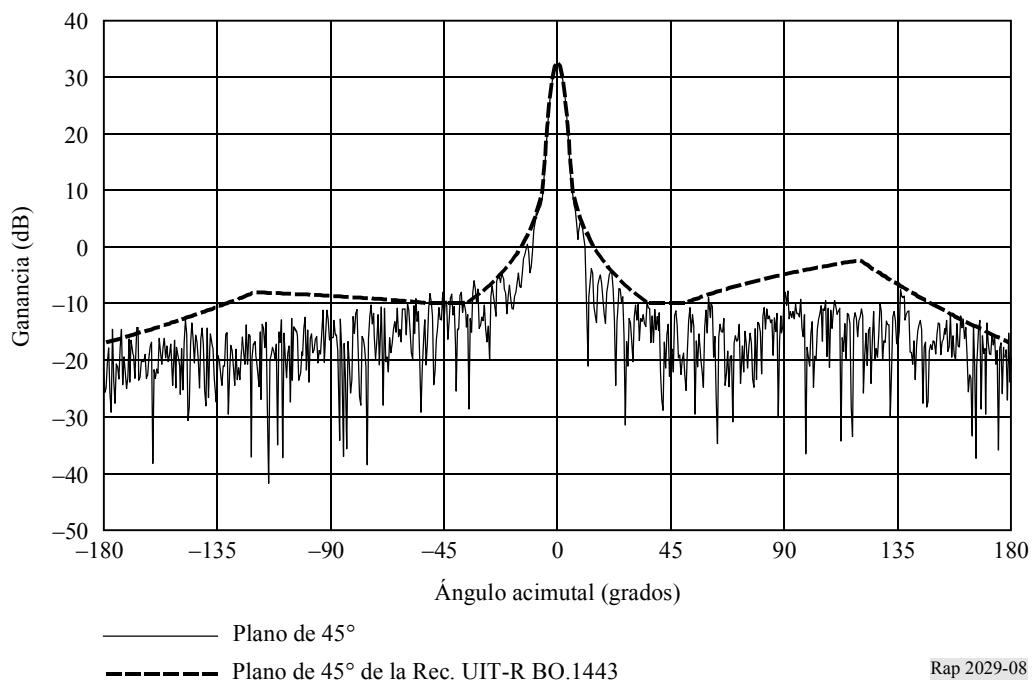


FIGURA 9

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 43 cm en 11,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

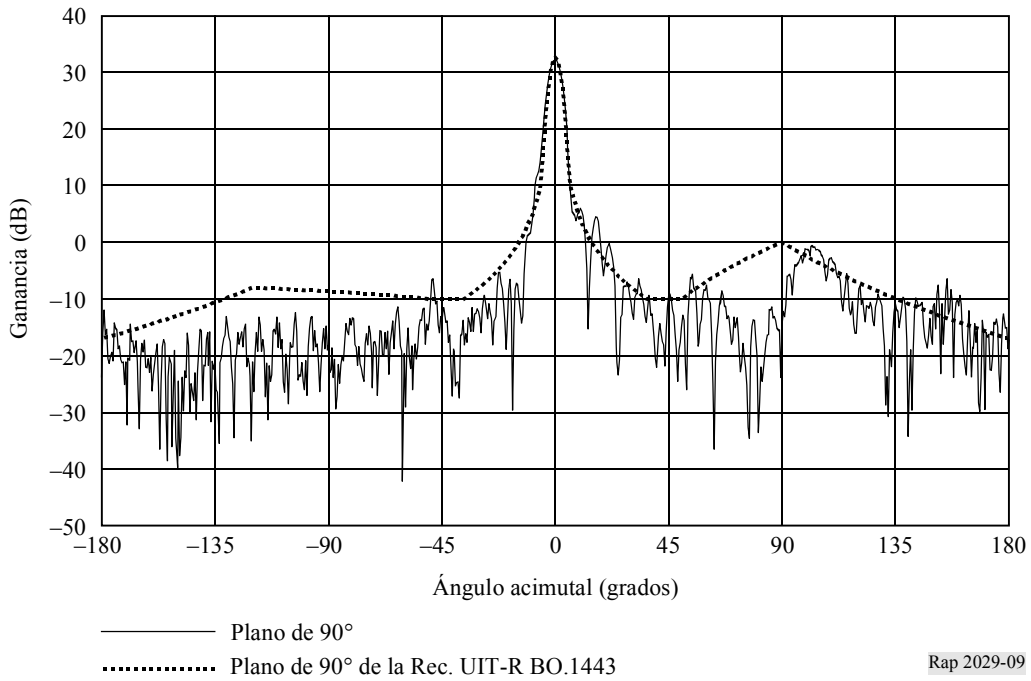


FIGURA 10

Diagramas para antena de estación terrena de 43 cm en 12,5 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

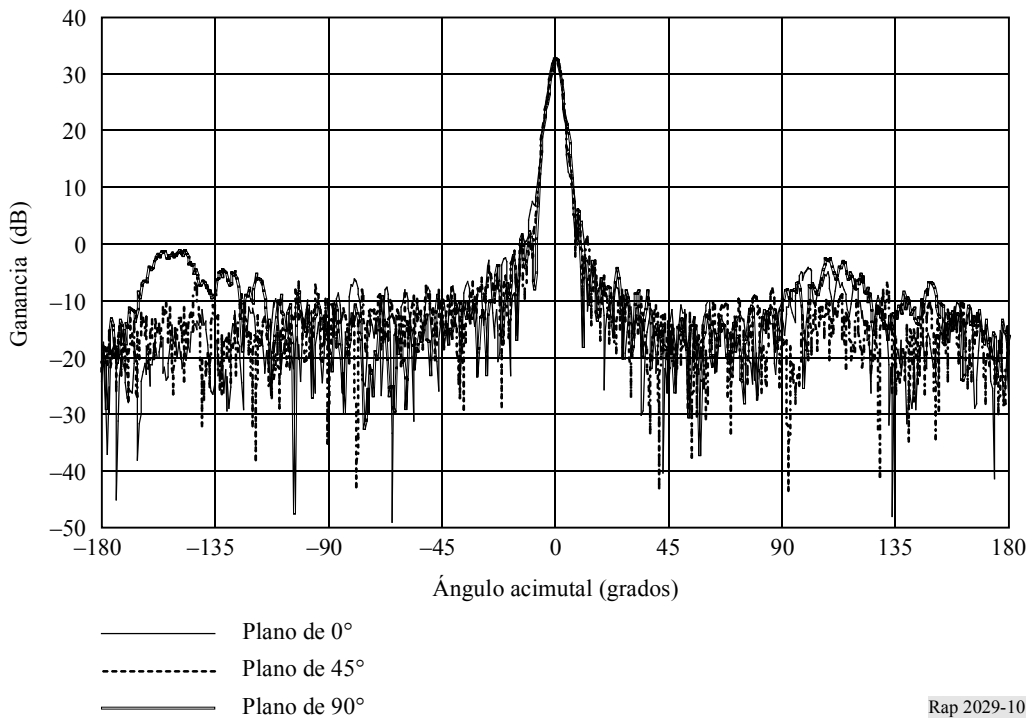
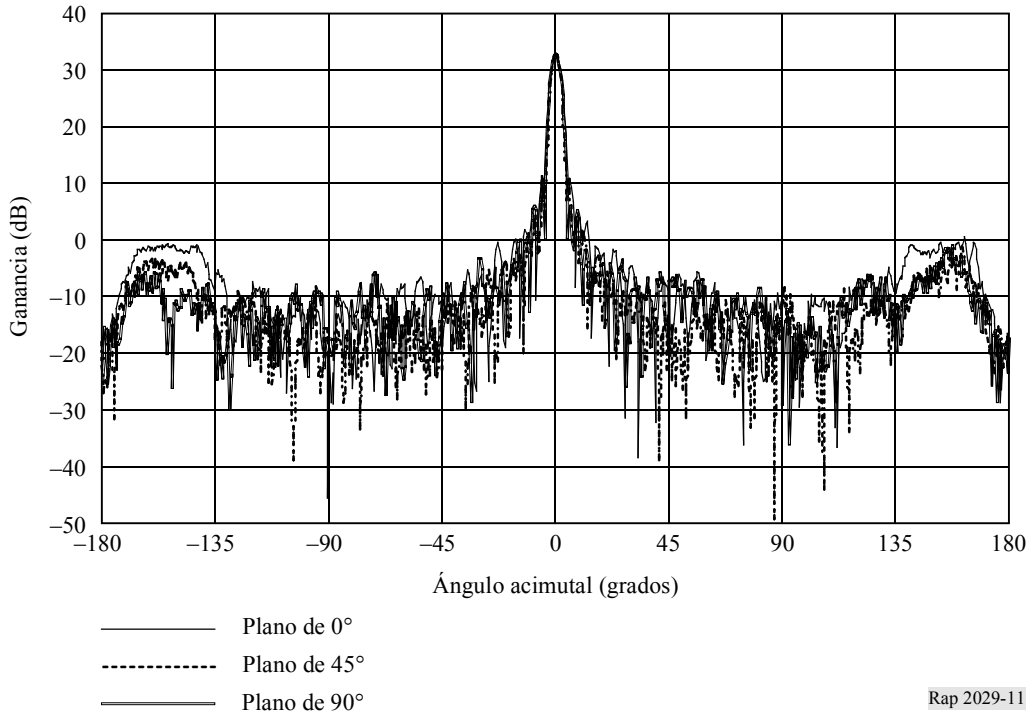
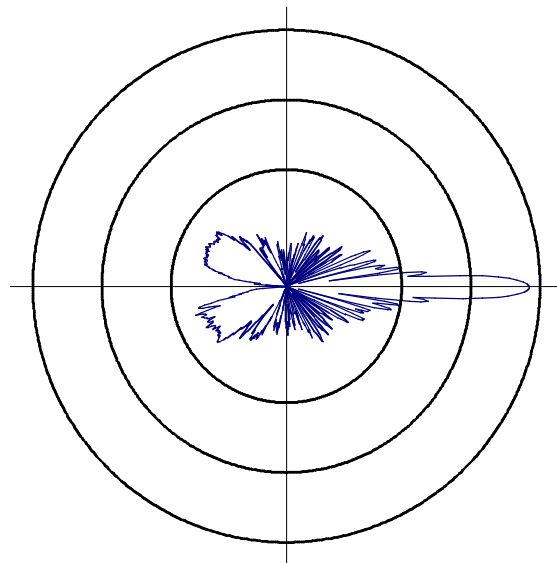


FIGURA 11
**Diagramas para antena de estación terrena de 45 cm en 11 GHz
 en los planos de 0°, 45° y 90°**



Rap 2029-11

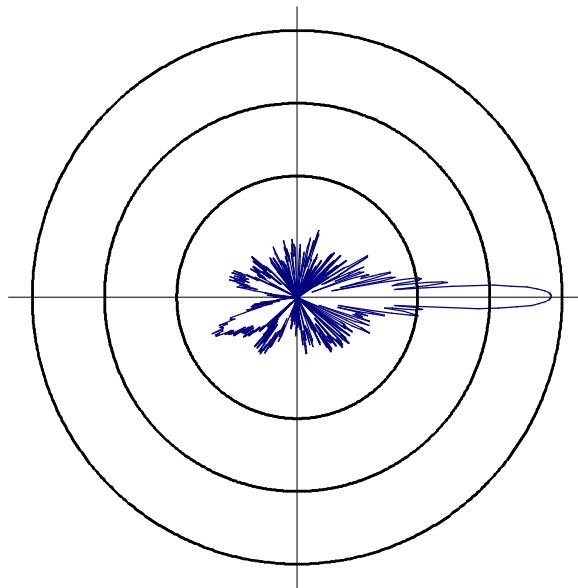
FIGURA 12
**Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 45 cm en 11 GHz
 en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB
 (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)**



Rap 2029-12

FIGURA 13

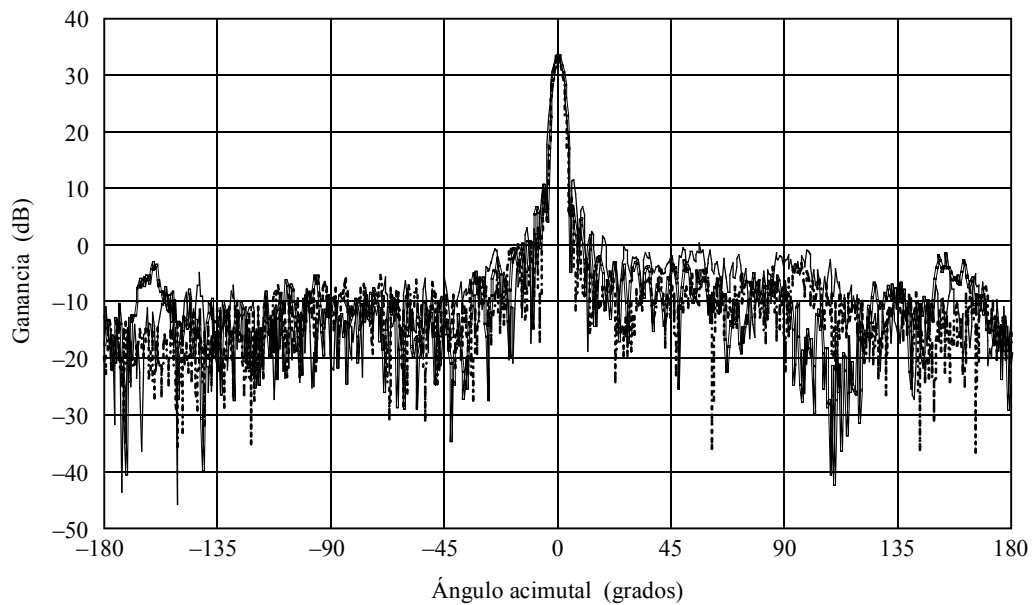
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 45 cm en 11 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-13

FIGURA 14

Diagramas para antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

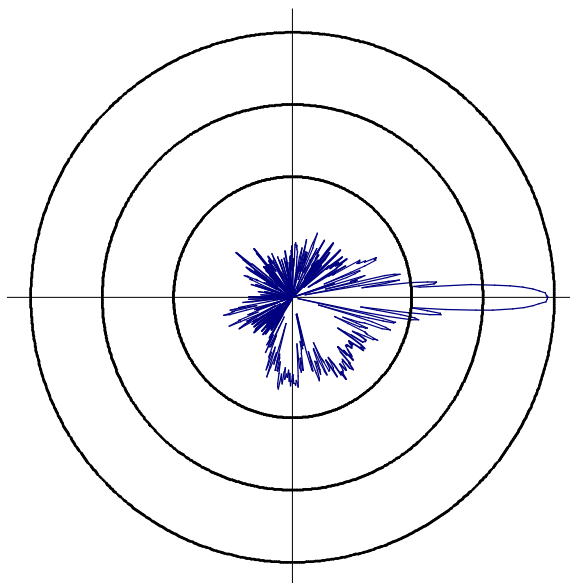


- Plano de 0°
- Plano de 45°
- Plano de 90°

Rap 2029-14

FIGURA 15

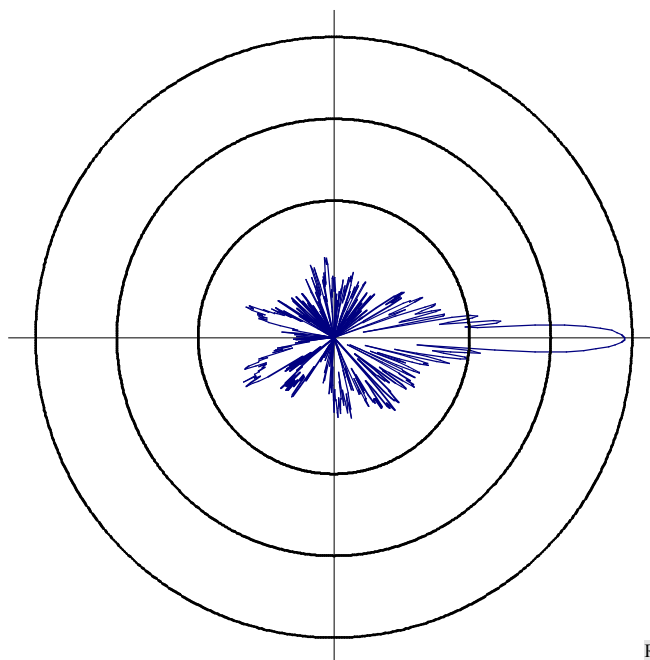
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-15

FIGURA 16

Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-16

FIGURA 17

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

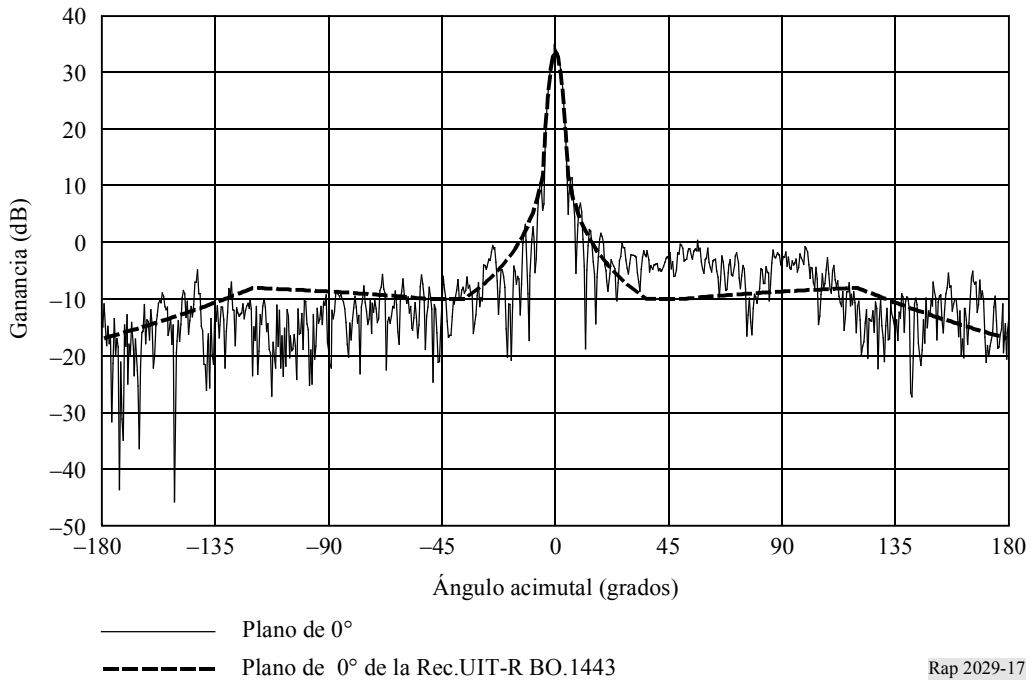


FIGURA 18

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de la Recomendación UIT-R BO.1443

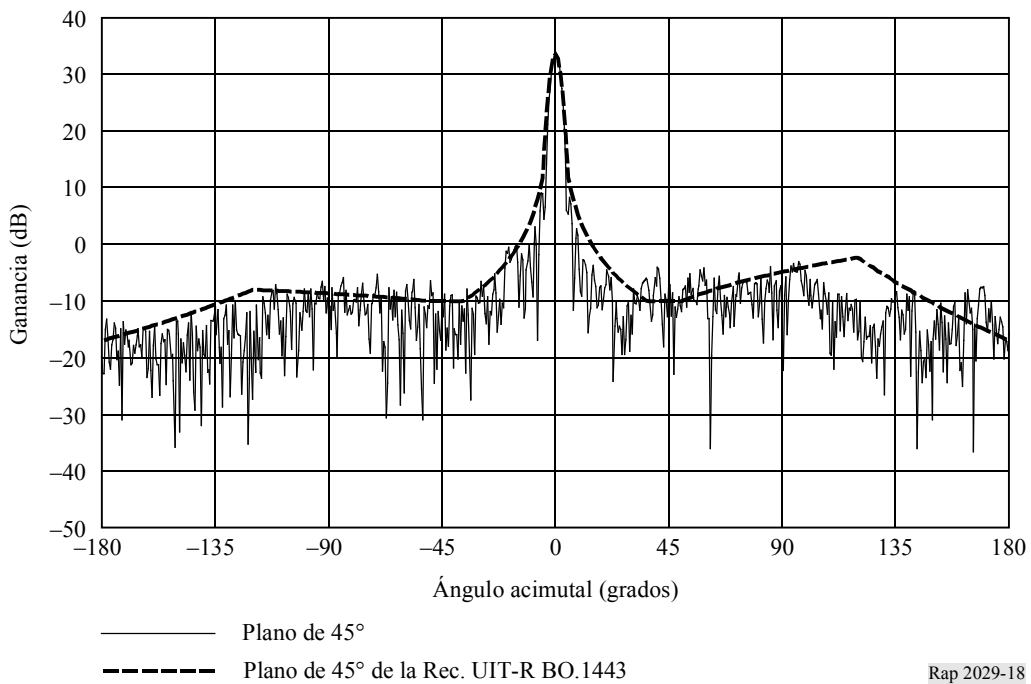


FIGURA 19

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm en 12,5 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

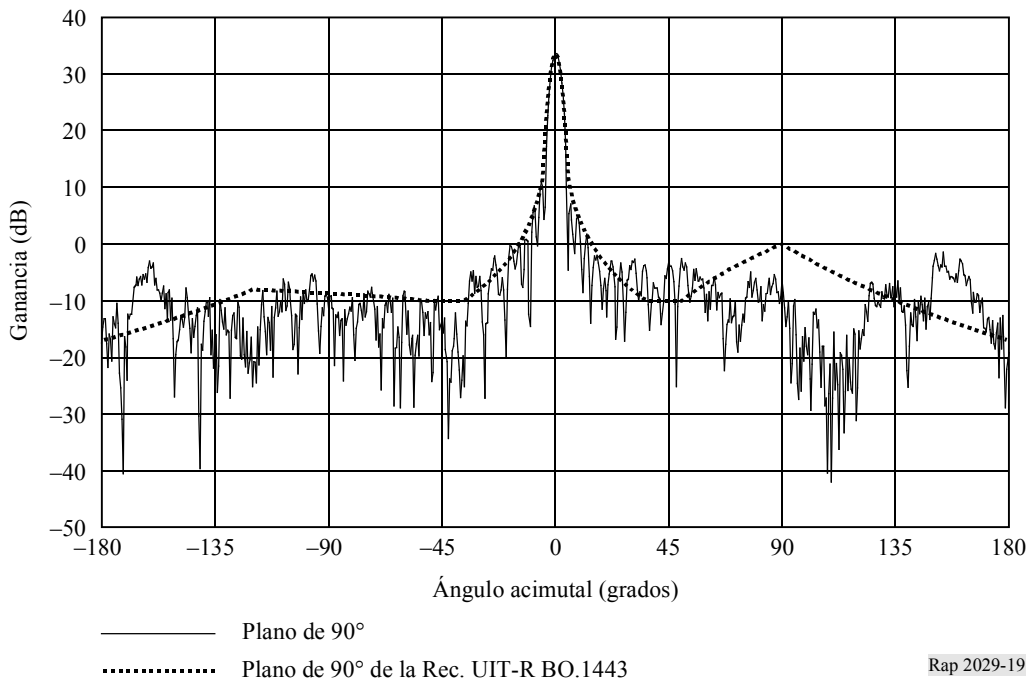


FIGURA 20

Diagramas para antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

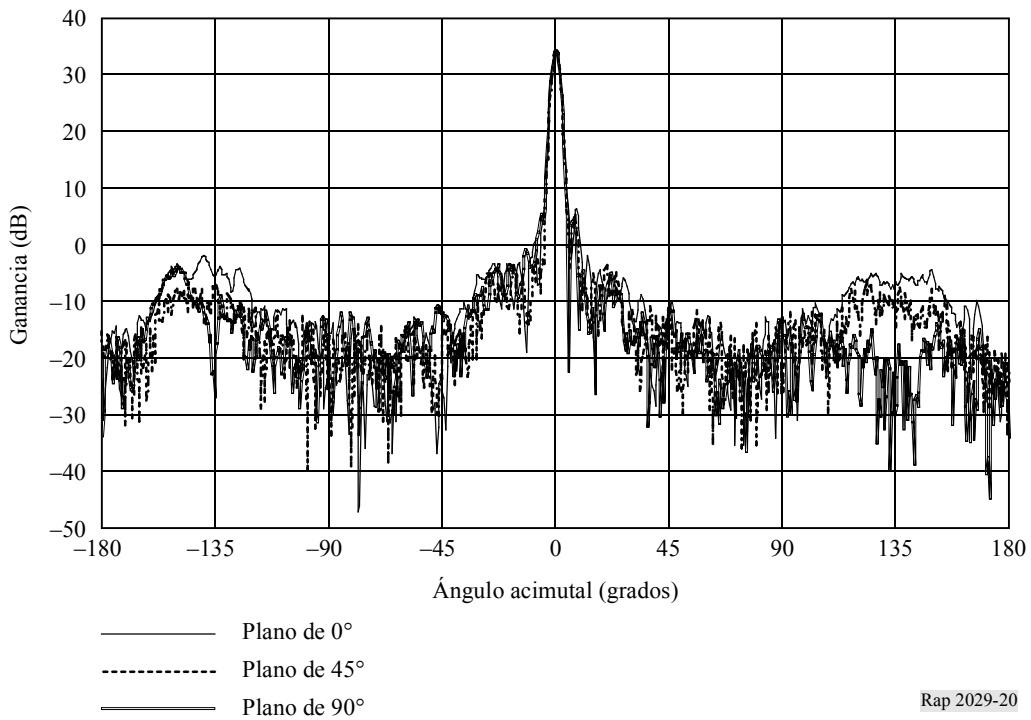
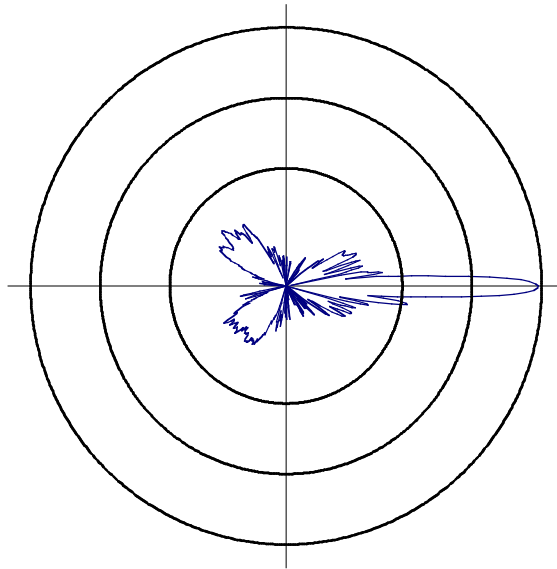


FIGURA 21

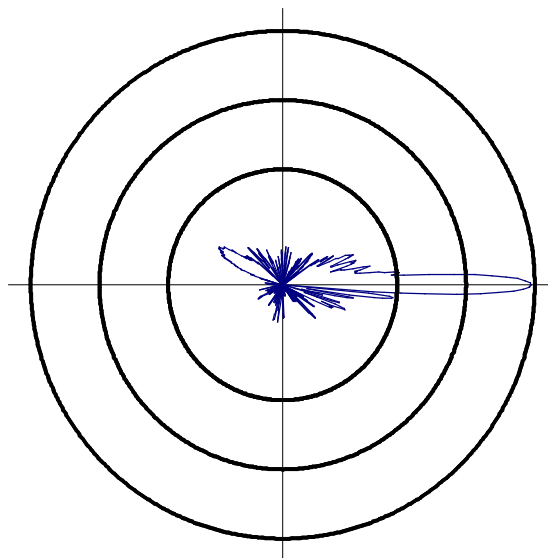
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-21

FIGURA 22

Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-22

FIGURA 23

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

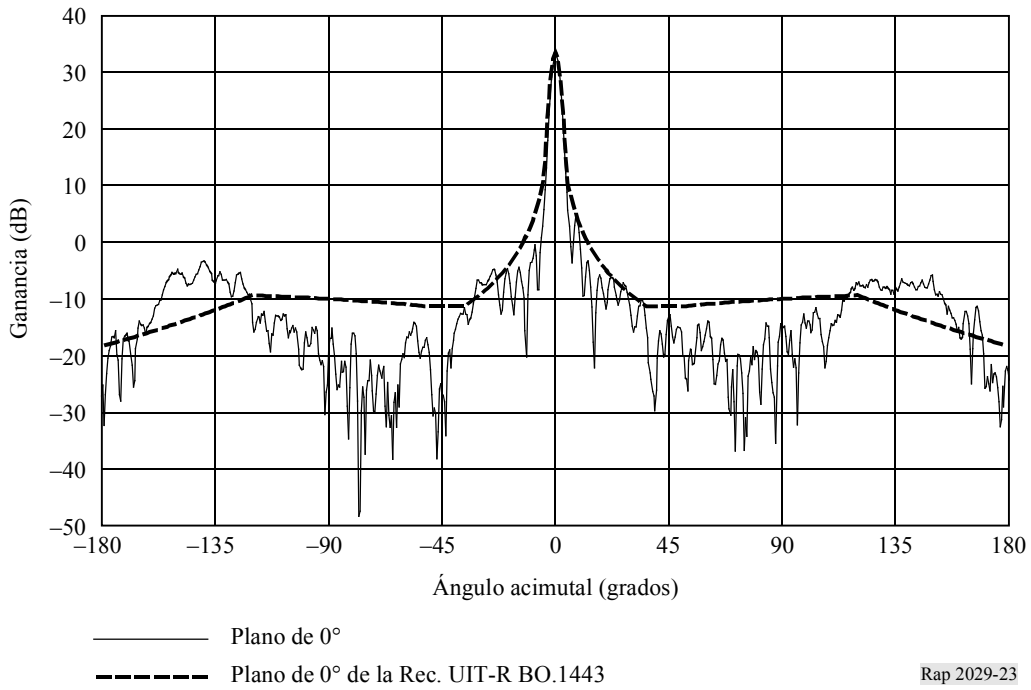


FIGURA 24

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

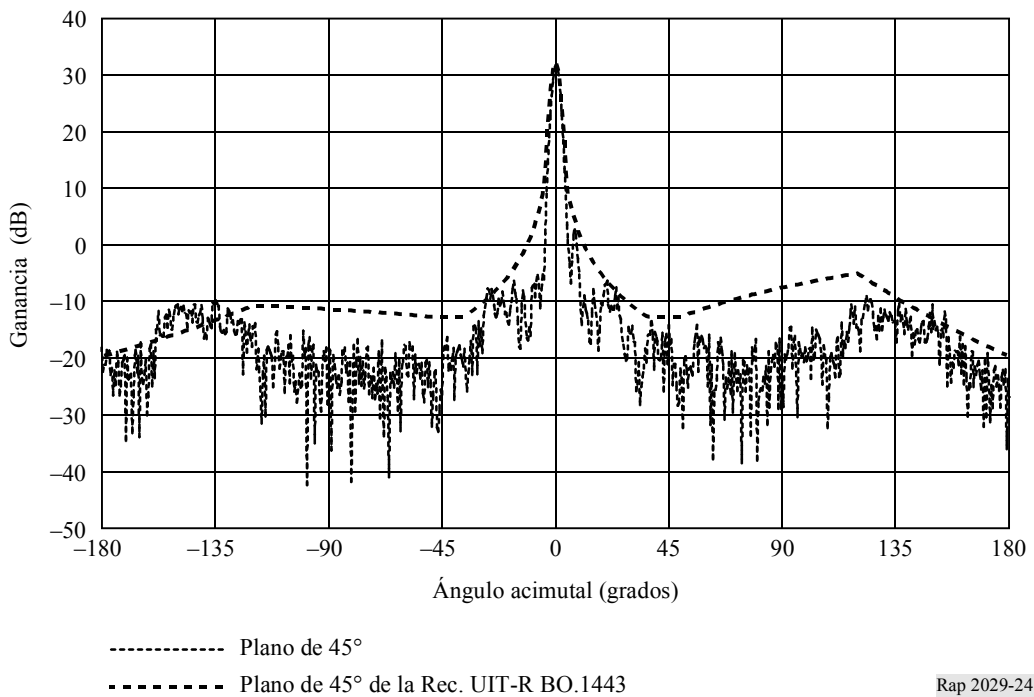


FIGURA 25

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 11 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

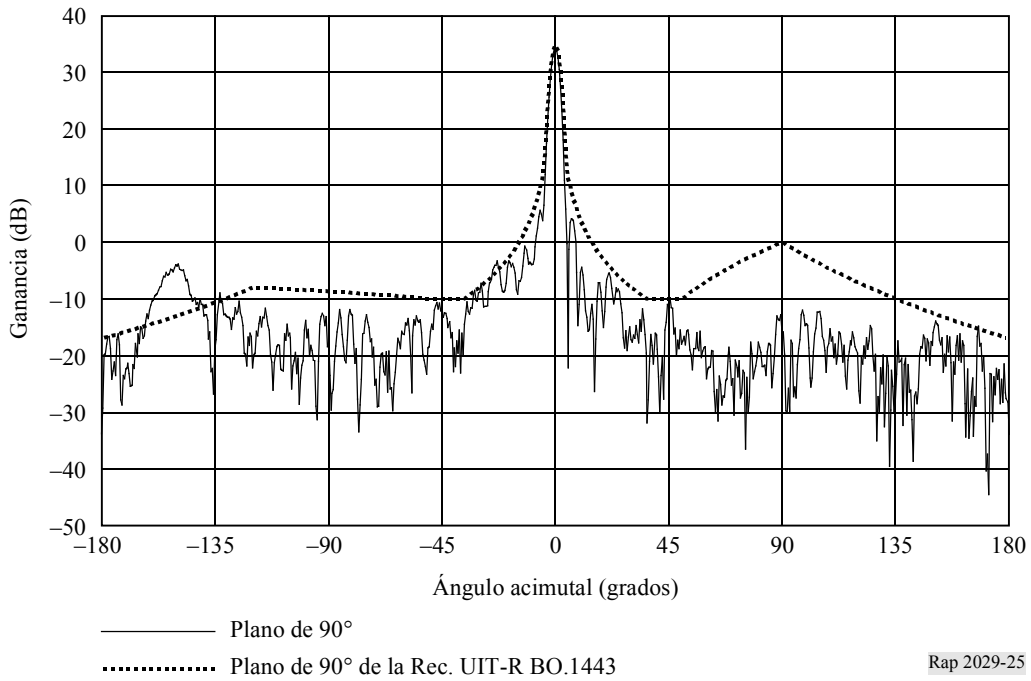


FIGURA 26

Diagramas para antena de estación terrena de 59 cm en 11,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

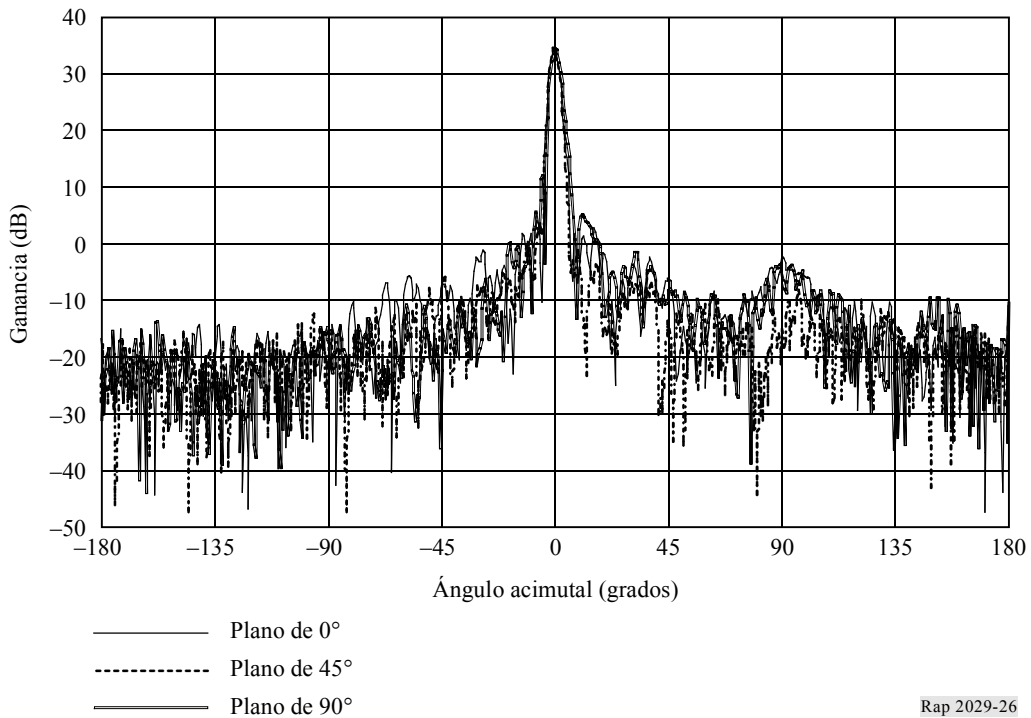
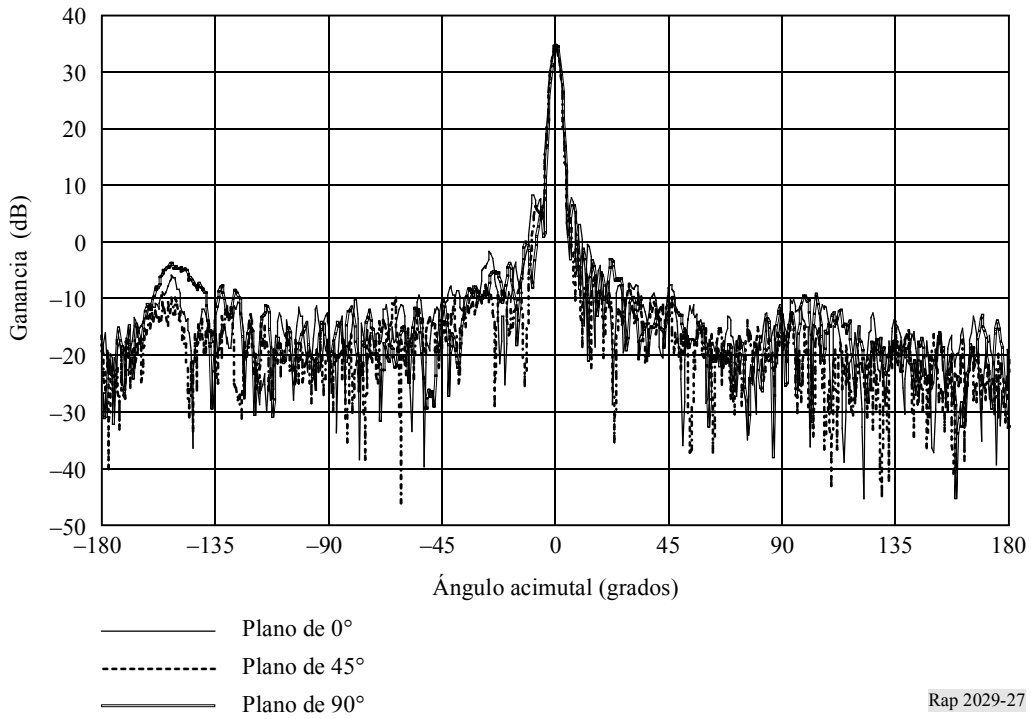


FIGURA 27

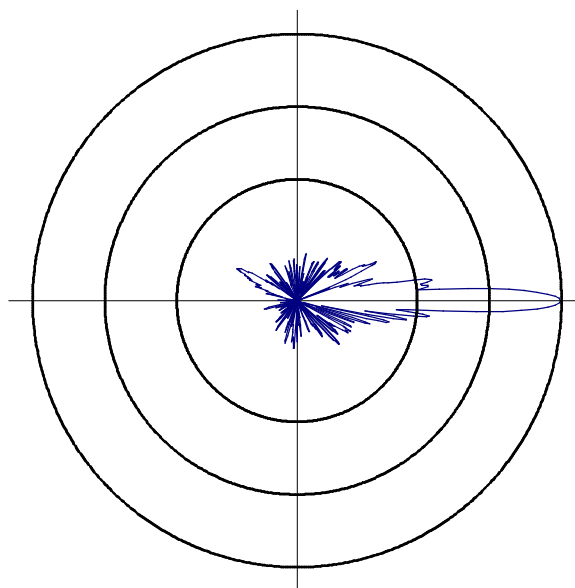
Diagramas para antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°



Rap 2029-27

FIGURA 28

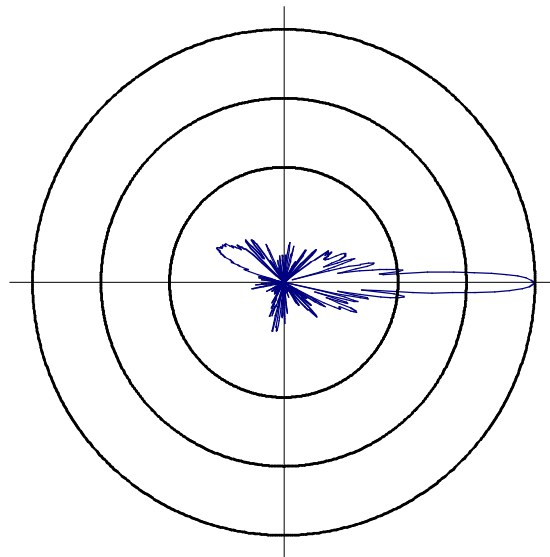
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-28

FIGURA 29

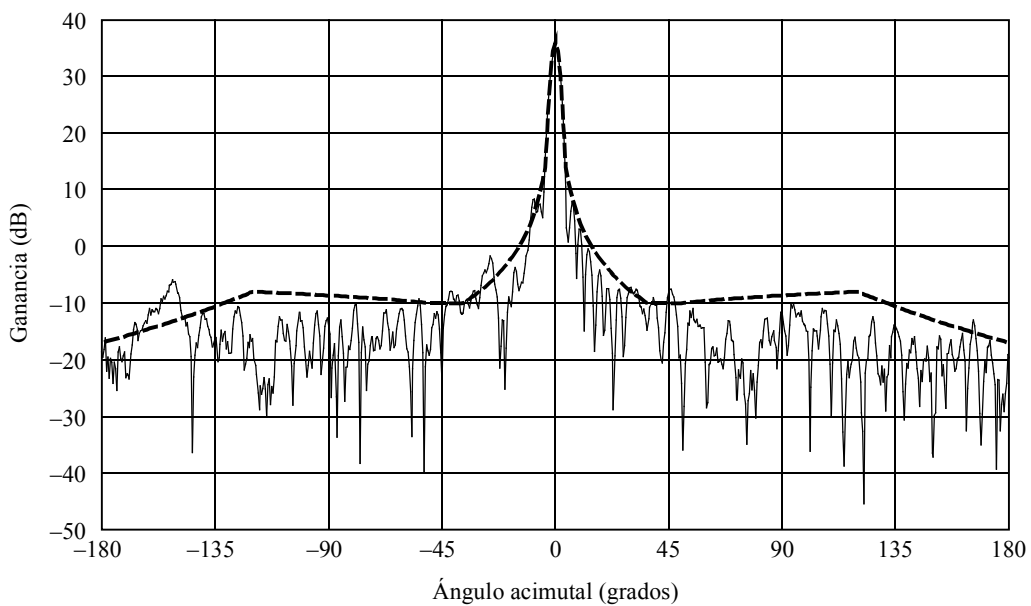
Diagrama polar de radiación de antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias de 35 dB (círculo exterior), 20 dB (círculo intermedio) y 5 dB (círculo interior)



Rap 2029-29

FIGURA 30

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



— Plano de 0°
 - - - Plano de 0° de la Rec. UIT-R BO.1443

Rap 2029-30

FIGURA 31

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

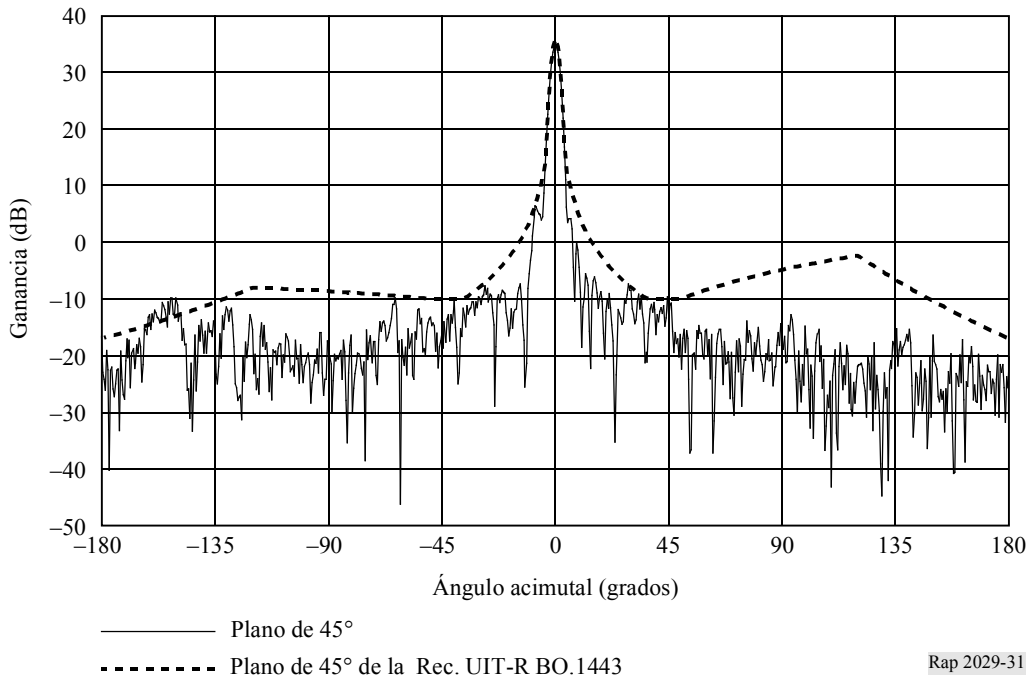
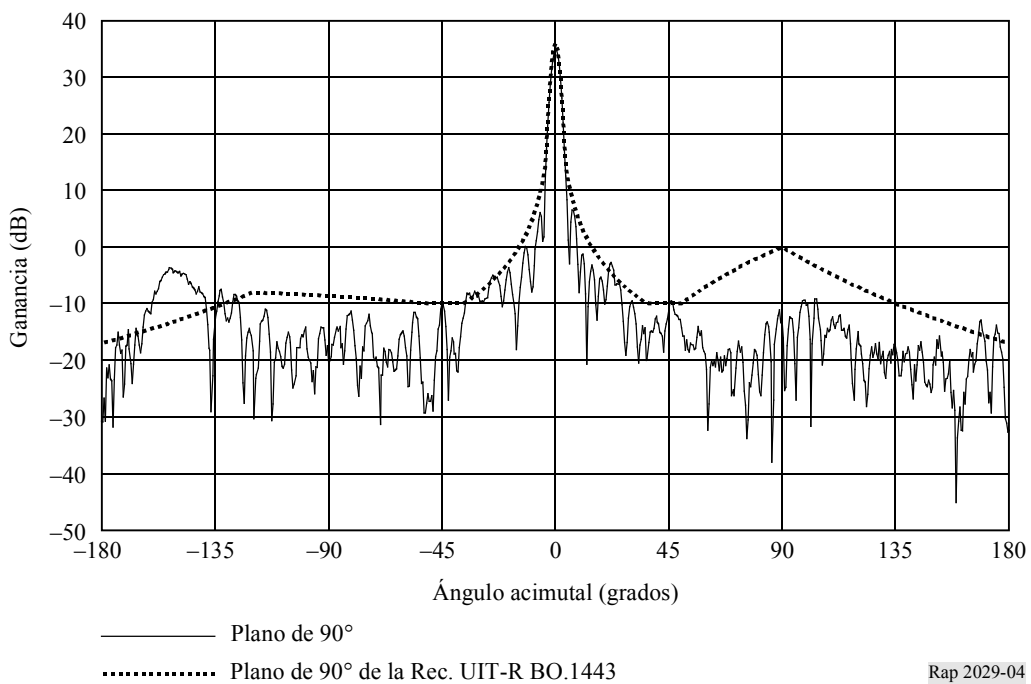


FIGURA 32

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 59 cm en 12,5 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



3.3 Análisis de diagramas de antenas

Para cada antena se promedió la ganancia de lóbulo lateral del diagrama de radiación para los ocho planos medidos y para cada frecuencia de medición. Se supone que la media aritmética proporcione una ganancia de lóbulo lateral promedio representativa verdadera de todas las crestas y depresiones de lóbulo lateral que caen dentro de una ventana dada. La promediación se efectuó en una ventana de muestra deslizante suficientemente pequeña para contener varias crestas/depresiones de lóbulo lateral con el fin de obtener una ganancia de lóbulo lateral global representativa para todos los planos, evitando a la vez la distorsión del comportamiento general del diagrama de radiación. Esta promediación no se muestra en los datos presentados en el § 3.

Se aplicó el siguiente método de promediación a todos los lóbulos laterales capturados dentro de la ventana de muestra:

$$\text{Media} = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{x_i}{10}} \quad (1)$$

donde:

x_i i -ésima muestra de ganancia de lóbulo lateral para una ventana dada

n : número total de muestras.

Se eligió una ventana de muestra de 3° para facilitar el cálculo de una ganancia de lóbulo lateral media local representativa.

4 Mediciones de antenas de estación terrena y análisis proporcionados por Telenor

4.1 Resumen de las mediciones de antenas

Telenor efectuó mediciones y análisis de diagramas de antenas y midió un total de 21 antenas. Para las mediciones de la ganancia, se utilizó como referencia una de las antenas, una antena noruega de dos reflectores y alimentación excéntrica, de alta eficacia, de 55 cm (DTH-14), que se eligió como antena de referencia porque había sido muy bien caracterizada en mediciones anteriores. Como la antena de 55 cm tiene una directividad mucho más alta que las bocinas con ganancia normalizada generalmente utilizadas para estos fines, se eliminó el problema de posibles reflexiones en el suelo. Aunque esta antena se emplea como una antena DTH, ya no se vende corrientemente en Noruega. Una antena DTH-8 se dañó durante el transporte y no se obtuvieron datos válidos. Como el daño no fue descubierto hasta bien avanzada la campaña de mediciones, no se cambió la numeración para asegurar la concordancia con los datos adquiridos anteriormente.

Se seleccionaron antenas que fueran una muestra representativa de los mercados noruego y eslovaco. Se midieron antenas noruegas con un solo alimentador central y con dos alimentadores laterales destinados a recibir señales de las posiciones orbitales 5° E y 1° W simultáneamente. Para algunas antenas se presentaron datos para ambos alimentadores laterales, mientras que para otras, sólo se proporcionaron datos de un alimentador (porque se esperaba que el diagrama para el otro alimentador fuese similar). Una antena DTH-6 fue equipada con cuatro alimentadores para recibir simultáneamente desde las posiciones orbitales 1° W, 5° E, 13° E y 19,2° E. Las antenas eslovacas sólo se venden con un alimentador central. Todas estas antenas son muy utilizadas en los respectivos mercados. Las antenas noruegas se venden principalmente con dos alimentadores.

El Cuadro 1 resume los 49 diagramas de antena, la mayoría con 8 cortes planos.

CUADRO 1

Resumen de las mediciones de antenas

Código	País/diámetro	Tipo	Sistema de alimentación	10,7 GHz	10,95 GHz	11,7 GHz	12,75 GHz
DTH-1	Noruega/70 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-1	Noruega/70 cm	Un refl., excéntrica	Alim. lateral	✓		✓	✓
DTH-2	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-2	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Alim. lateral	✓		✓	✓
DTH-3	Noruega/70 cm	Un refl., excéntrica	Central			✓	
DTH-3	Noruega/70 cm	Un refl., excéntrica	Alim. lateral			✓	
DTH-4	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Central			✓	
DTH-4	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Alim. lateral			✓	
DTH-5	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Central		✓ (1), (2)		
DTH-5	Noruega/85 cm	Un refl., excéntrica	Alim. lateral		✓ (1), (2)		
DTH-6	Noruega/99 cm	Un refl., excéntrica	Cuatro alim.		✓ (1)		
DTH-7	Eslovaquia/85 cm	Un refl., excéntrica	Central			✓	
DTH-8	Antena dañada durante el transporte. No se obtuvieron datos válidos						
DTH-9	Eslovaquia/90 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-10	Eslovaquia/85 cm	Un refl., excéntrica	Central		✓ (1), (2)		
DTH-11	Eslovaquia/96 cm	Un refl., excéntrica	Central		✓ (1)		
DTH-12	Noruega/35 cm	Un refl., excéntrica	Central	NA		✓	✓
DTH-13	Noruega/35 cm	Un refl., excéntrica	Central	NA		✓	✓
DTH-14	Noruega/55 cm	Dos refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-15	Noruega/90 cm	Dos refl., excéntrica	Central			✓ (1), (2)	
DTH-16	Noruega/120 cm	Dos refl., excéntrica	Central			✓ (1), (2)	
DTH-17	Noruega/150 cm	Simétrica	Central	✓		✓	✓
DTH-18	Noruega/150 cm	Simétrica	Central	✓		✓	✓
DTH-19	Noruega/60 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-20	Noruega/60 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓
DTH-21	Noruega/50 cm	Un refl., excéntrica	Central	✓		✓	✓

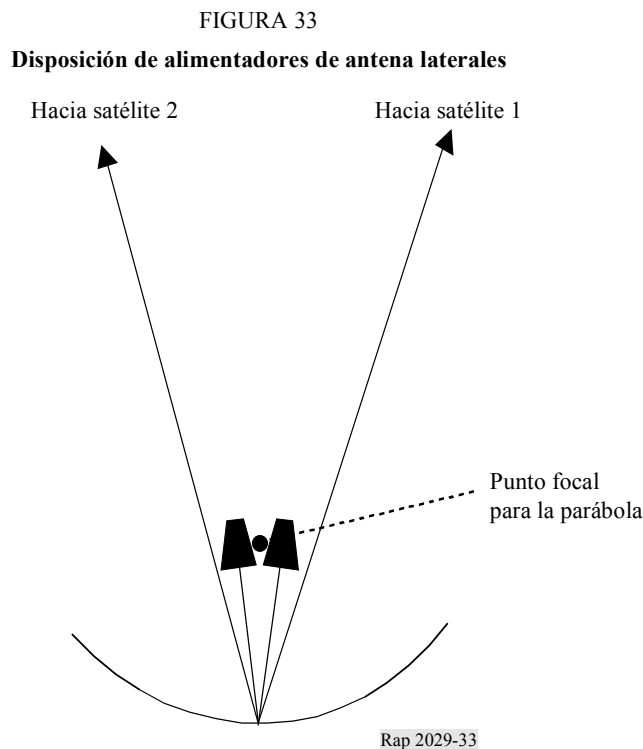
(1) Exploración Az (0°) solamente.

(2) Incluye mediciones de polarización cruzada.

NA: antenas que no pueden funcionar en esta frecuencia.

«Un refl., excéntrica» indica antenas con un solo reflector principal. «Dos refl., excéntrica» indica antenas con alimentación excéntrica con un reflector principal y un subreflector. «Simétrica» indica una antena con alimentación central.

Las antenas con alimentadores laterales tienen uno o más alimentadores montados fuera del punto focal. Si se selecciona apropiadamente la posición de los alimentadores, se puede utilizar un reflector principal para recibir simultáneamente más de una posición orbital. El principio se muestra en la Fig. 33. Como este diseño de antena desenfoca deliberadamente la antena, se reduce su eficacia. Para compensar esto, se aumenta un poco el diámetro de la antena.



Las antenas con alimentadores laterales medidas fueron diseñadas para recibir simétricamente dos satélites con una separación orbital de 6° , un satélite 3° a cada lado de la puntería del propio reflector. Para este diseño ligeramente desenfocado, las antenas mostraron aún un comportamiento comparable al de la misma antena con un solo alimentador central, aunque con cierta distorsión. Sin embargo, en otras mediciones de antenas con alimentadores laterales se ha observado que algunas veces el funcionamiento del lóbulo principal y de los lóbulos laterales se degrada considerablemente.

Cabe observar que una antena con cuatro alimentadores, DTH-6, para recibir simultáneamente desde las posiciones 1° W, 5° E, 13° E y $19,2^\circ$ E, algunos de los alimentadores pueden tener un funcionamiento muy degradado, aunque la antena pueda aún recibir satisfactoriamente señales de televisión desde estas cuatro posiciones de satélite.

4.2 Datos de medición de antenas

Las mediciones se efectuaron en una gama de antenas de campo lejano exteriores. La distancia entre la antena transmisora y la antena (receptora) sometidas a prueba fue 950 m aproximadamente. La frecuencia utilizada durante las mediciones estuvo comprendida entre 10,7 y 12,75 GHz. Todas las

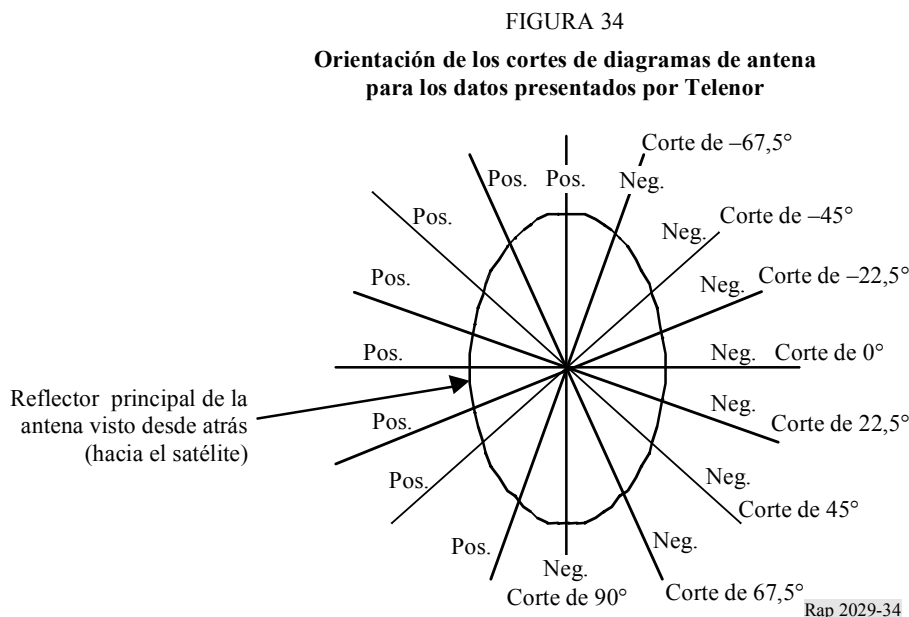
antenas se midieron con la fase del receptor enganchada a la señal transmisora a través de una antena receptora de referencia y con un mezclador de armónicos externo, en vez de un LNB regular, para lograr la precisión y la gama dinámica deseadas.

La mayor parte de las mediciones se efectuaron en ocho «cortes» de $-67,5^\circ$ a 90° , a intervalos de $22,5^\circ$. Todas las mediciones se efectuaron utilizando rotación acimutal, girando la antena en la montura para los diversos cortes. Los ángulos de rotación positivos indican que la antena ha sido rotada en su montura en el sentido contrario al de las de las manecillas del reloj con respecto a su posición nominal vista desde la antena hacia el transmisor. Todas las mediciones se efectuaron como cortes a través del eje de puntería de la antena con una resolución angular de $0,2^\circ$. Por consiguiente, un conjunto de datos completos que describe una antena en una frecuencia contiene un total de ocho conjuntos de datos medidos en aproximadamente $\pm 100^\circ$ con respecto al eje de puntería de la antena para cada $0,2^\circ$. No se efectuaron mediciones de puntería de la antena más allá de esta gama porque el lóbulo principal habría sido apuntado hacia edificios situados detrás de la plataforma giratoria, y las señales reflejadas desde los edificios podrían haber afectado los datos medidos.

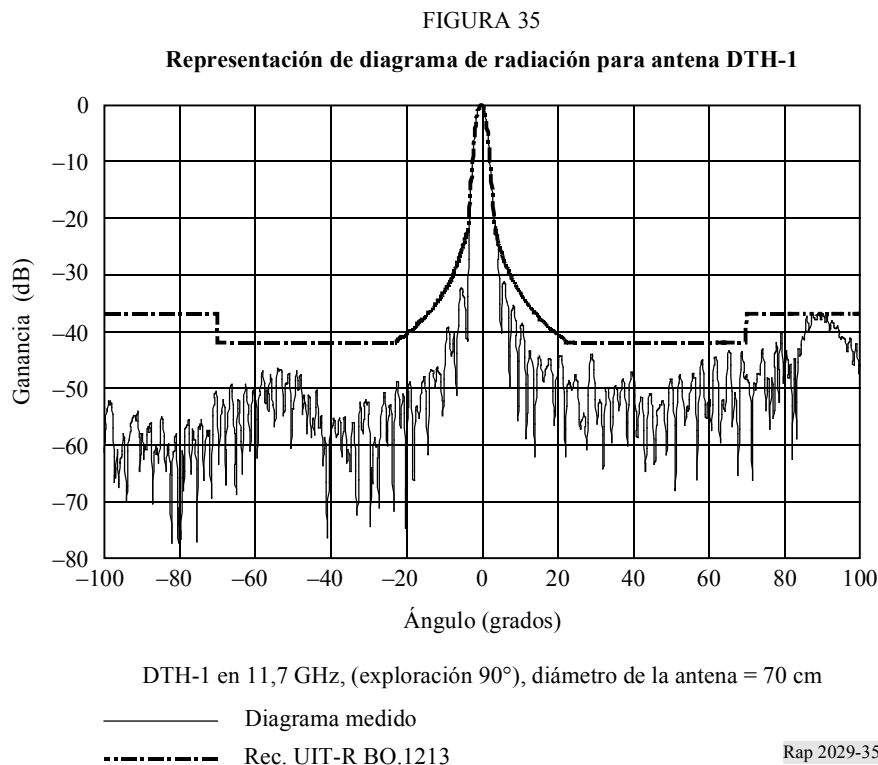
La Fig. 34 muestra el convenio utilizado para denominar los ángulos y conjuntos de datos. En esta Figura los ocho cortes se ilustran con referencia a la orientación de apertura de la antena. El rótulo «Neg.» indica el punto de comienzo para cada corte, que corresponde a ángulos negativos, o la antena apuntada a la izquierda del transmisor cuando es vista desde detrás de la antena sometida a prueba. El rótulo «Pos.» indica el punto final para cada corte, que corresponde a ángulos positivos, correspondientes a la antena apuntada a la derecha del transmisor.

Éste no es el mismo método mostrado en el § 2 de este Informe. Por ejemplo, utilizando el convenio del § 2, $\theta = 45^\circ$ corresponde al plano de -45° mostrado en la Fig. 34. Otra diferencia se relaciona con los ángulos «Pos.» y «Neg.» mostrados en la Fig. 34. En este caso el convenio es también diferente al del § 2, y hay un cambio en el signo del ángulo (por ejemplo, cuando se continúa del corte de $67,5^\circ$ al corte de 90°).

Desde el punto de vista de la interferencia, la sección más importante del diagrama de antena es la parte que apunta sobre el horizonte. Esto corresponde al lado «Pos.» del corte 0° a 90° y al lado «Neg.» del corte $-22,5^\circ$ a $-67,5^\circ$. En la presentación de los datos medidos, la parte superior de los diagramas de antenas se encuentra a la derecha en el corte 0° a 90° y a la izquierda en el corte $-22,5^\circ$ a $-67,5^\circ$.



Los datos medidos se presentan en cuadernos Excel (workbooks), y cada uno contiene los diagramas para un alimentador de una antena en una frecuencia especificada. Cada corte se presenta en una hoja de cálculo separada. Por ejemplo, la hoja 5 corresponde al corte de elevación en cada caso. La hoja 9 contiene el diagrama calculado utilizando la Recomendación UIT-R BO.1213 y este diagrama se representa junto con los datos medidos. En la Fig. 35 se muestra un corte típico. La información pertinente figura en el título de cada gráfico. Para la mayoría de las antenas, la representación inicial viene dada para un desplazamiento con respecto al eje de $\pm 100^\circ$ con una escala de 10-dB/div.

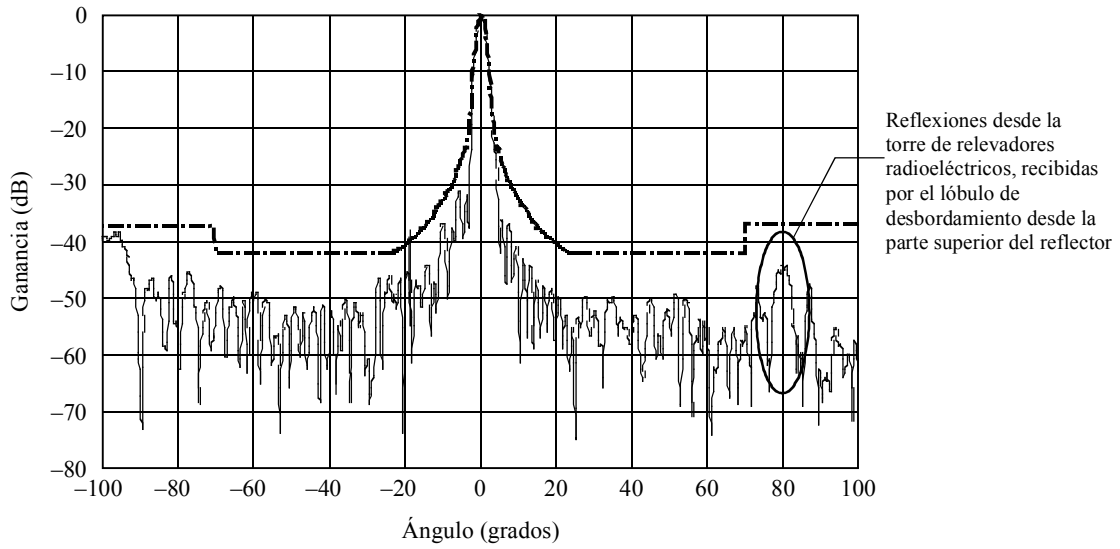


En los cortes de plano de elevación, o cortes próximos a ese plano, se observó un lóbulo distinto con respecto al eje puntería de 80° - 100° , que se reconoció como el lóbulo resultante de la bocina de alimentación sobre la parte superior del reflector. Los lóbulos laterales entre este lóbulo y el haz principal parecen ser más altos que los del otro lado del lóbulo principal, probablemente debido a la iluminación de borde más alta. Para los cortes más allá del plano de elevación, el lóbulo de desbordamiento fue más bajo y se movió fuera del lóbulo principal, en la mayoría de los casos fuera de la gama medida. Se observó un comportamiento similar prácticamente para todas las antenas. En la Fig. 35 se puede observar el lóbulo de desbordamiento entre 80° y 100° .

Al analizar los resultados, se observó un lóbulo pequeño pero sistemático en la zona fuera del eje de 75° - 90° , especialmente para los cortes de $-67,5^\circ$ y -45° . Las investigaciones mostraron que esto correspondía al lóbulo de desbordamiento en la parte superior del reflector apuntado hacia una torre de relevadores radioeléctricos en acero cercana. Cabría esperar un comportamiento similar cuando el lóbulo de desbordamiento desde la parte inferior del reflector es apuntado hacia la torre, pero como esto, igual que en el caso del lóbulo principal apuntado hacia la torre, está fuera de la gama de medición, no se ha observado en los datos. Este artefacto de la gama de antenas no debe ser considerado al analizar los diagramas de antenas medidas. Este comportamiento se muestra para la antena DTH-3 en la Fig. 36.

FIGURA 36

Diagrama para antena DTH-3 que muestra la cresta causada por reflexiones desde la torre de relevadores radioeléctricos



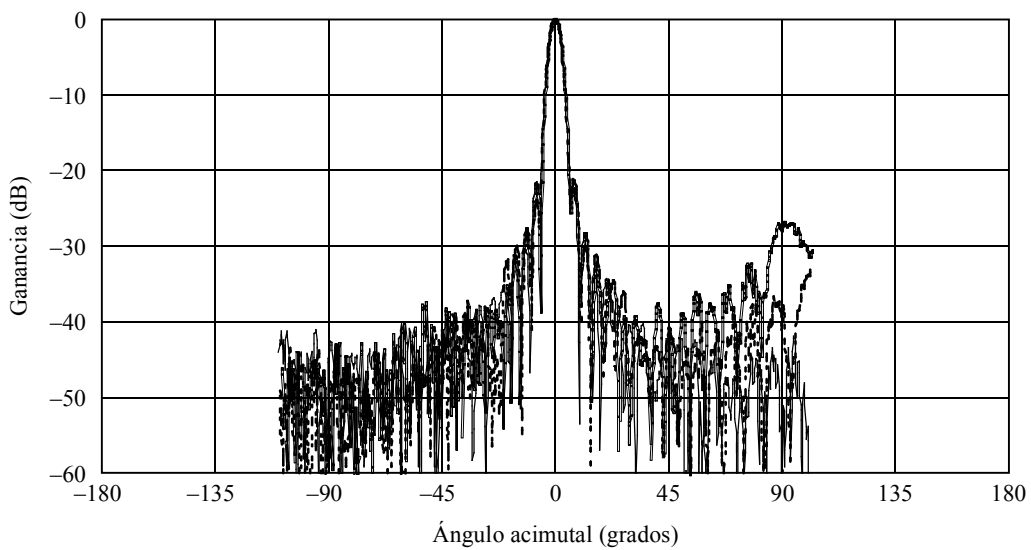
DTH-3 en 11,7 GHz (exploración -67°), diámetro de antena = 70 cm

— Diagrama medido
 - - - - - Rec. UIT-R BO.1213

Rap 2029-36

FIGURA 37

Diagramas para antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en los planos de 0° , 45° y 90°

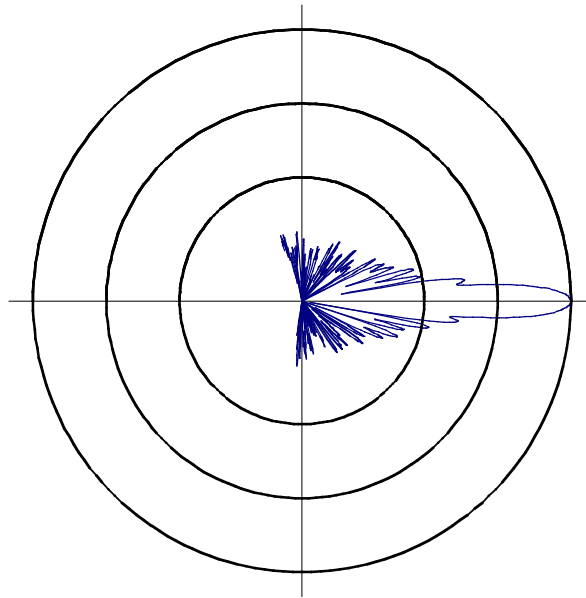


— Plano de 0°
 - - - - - Plano de 45°
 — Plano de 90°

Rap 2029-37

FIGURA 38

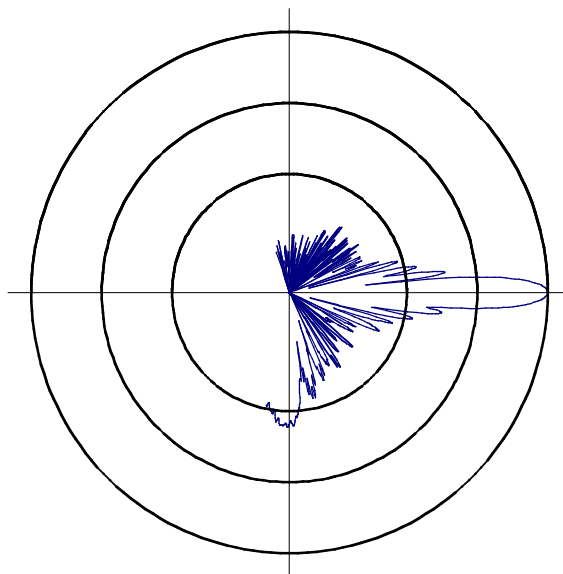
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-38

FIGURA 39

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-39

FIGURA 40

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

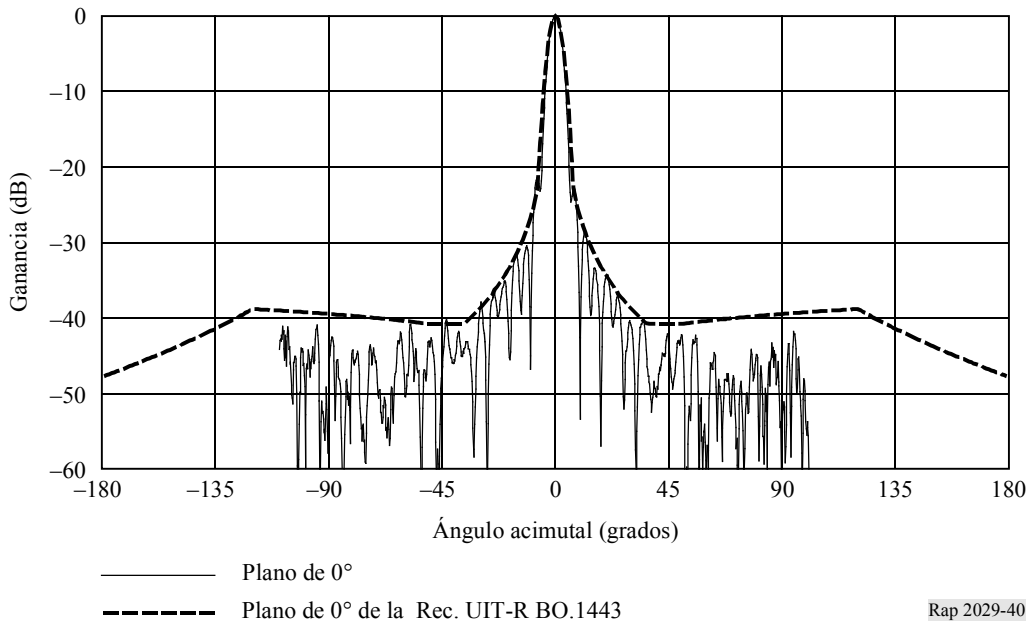


FIGURA 41

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

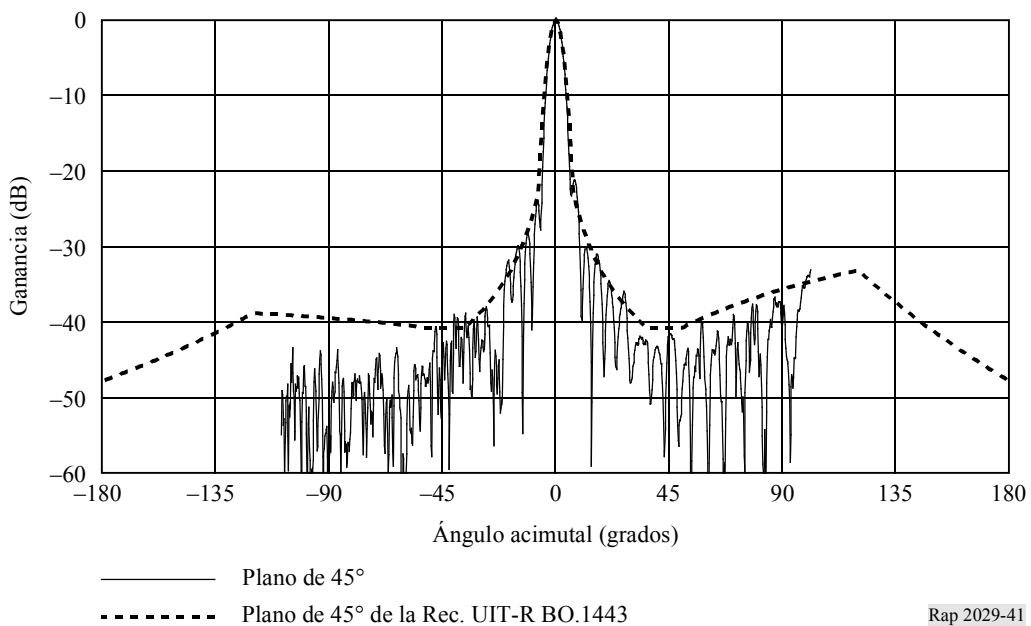


FIGURA 42

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 11,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

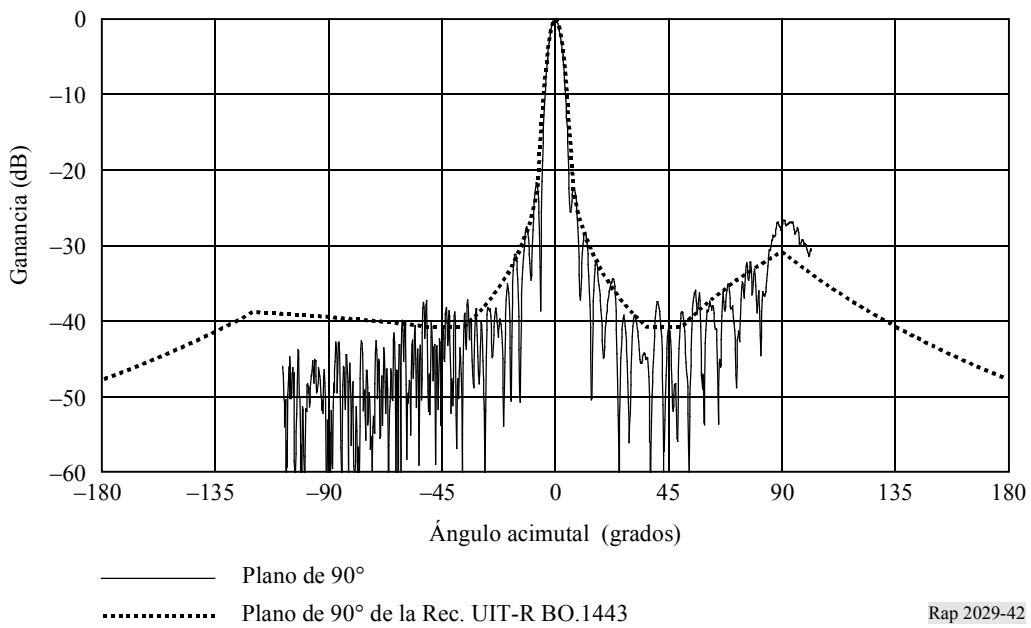


FIGURA 43

Diagramas para antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 12,75 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

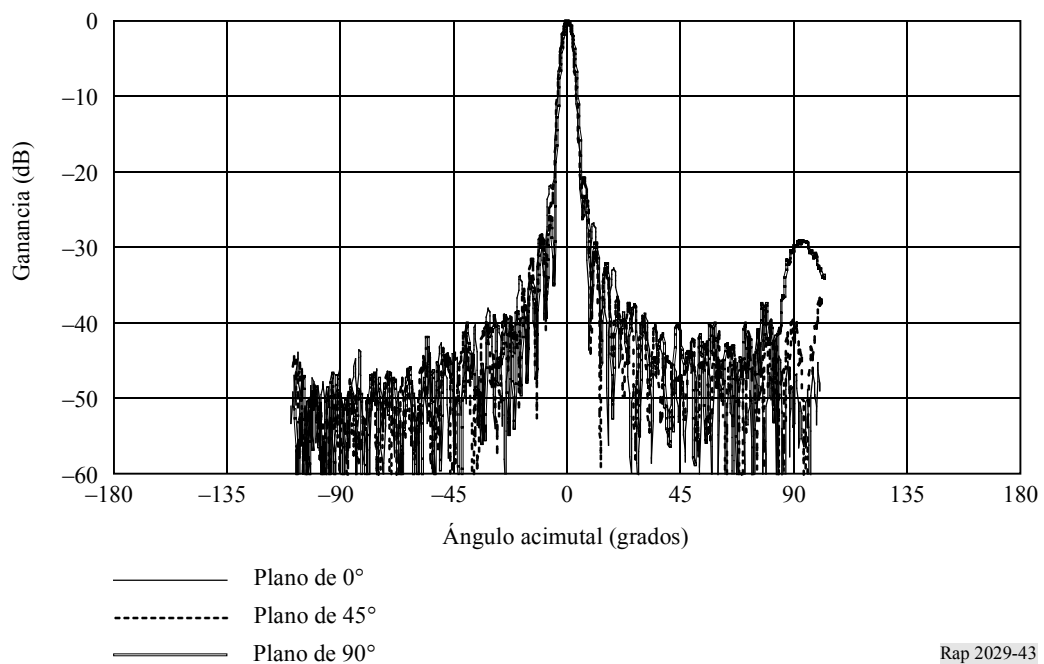
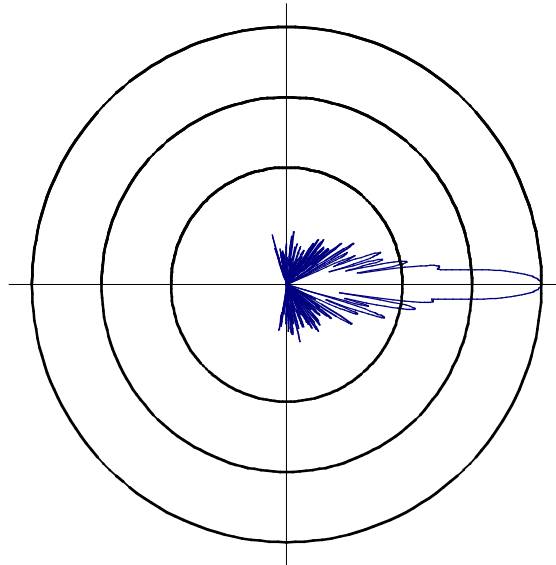


FIGURA 44

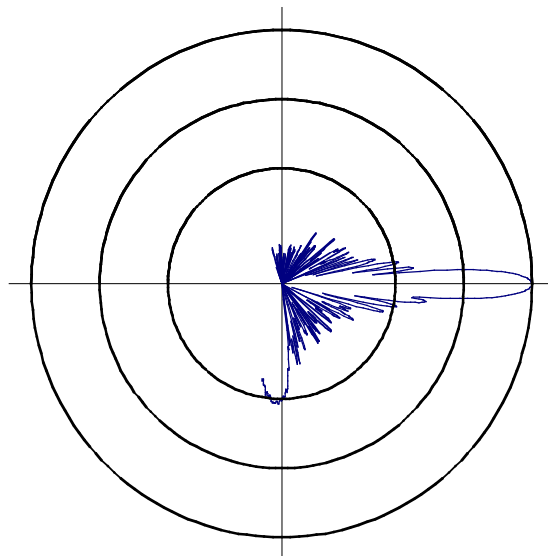
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 12,75 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-44

FIGURA 45

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 35 cm DTH-12 en 12,75 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-45

FIGURA 46

Diagramas para antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

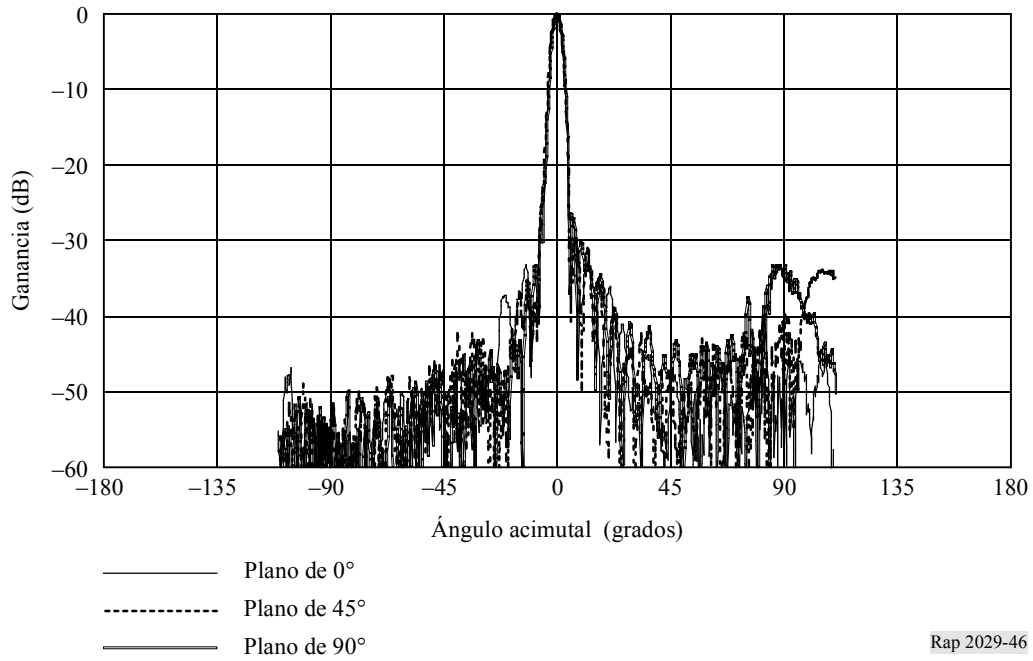


FIGURA 47

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)

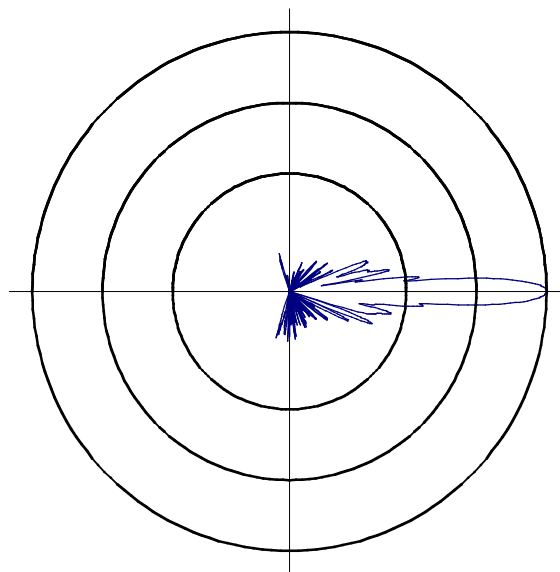
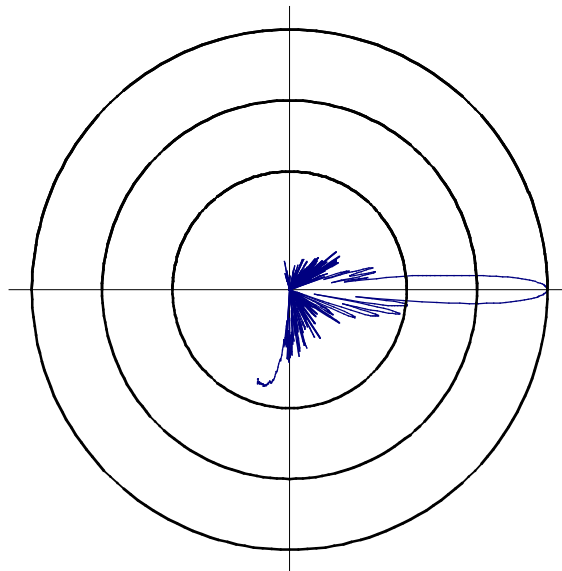


FIGURA 48

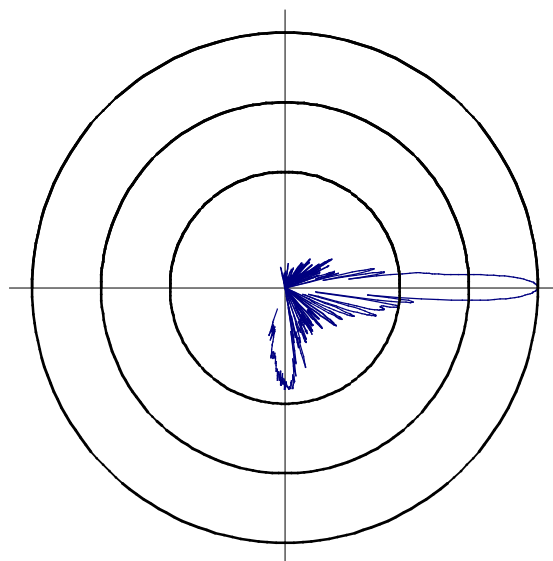
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 45°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-48

FIGURA 49

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-49

FIGURA 50

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

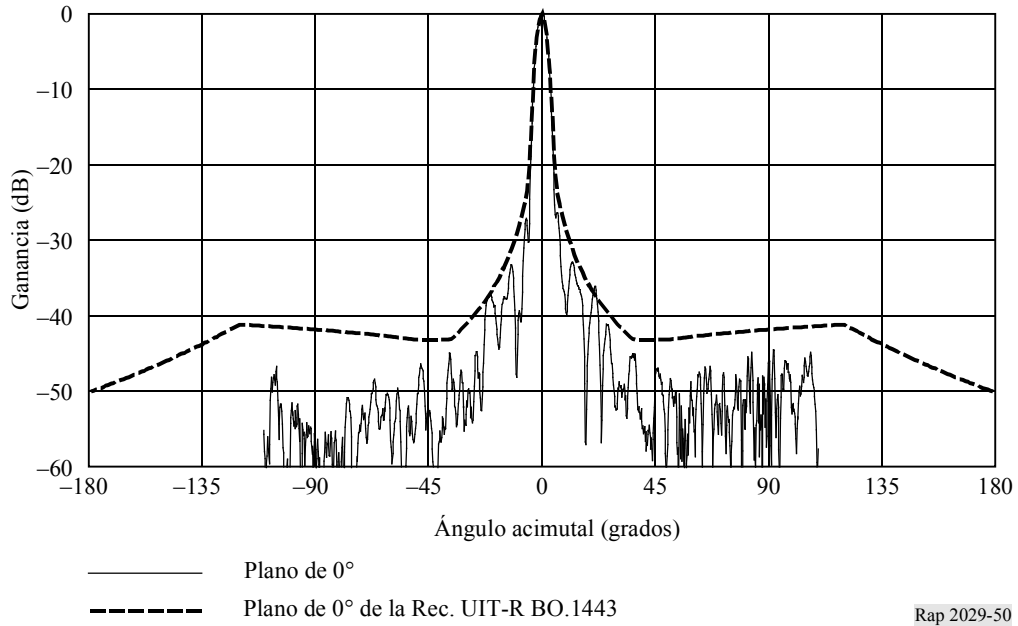


FIGURA 51

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

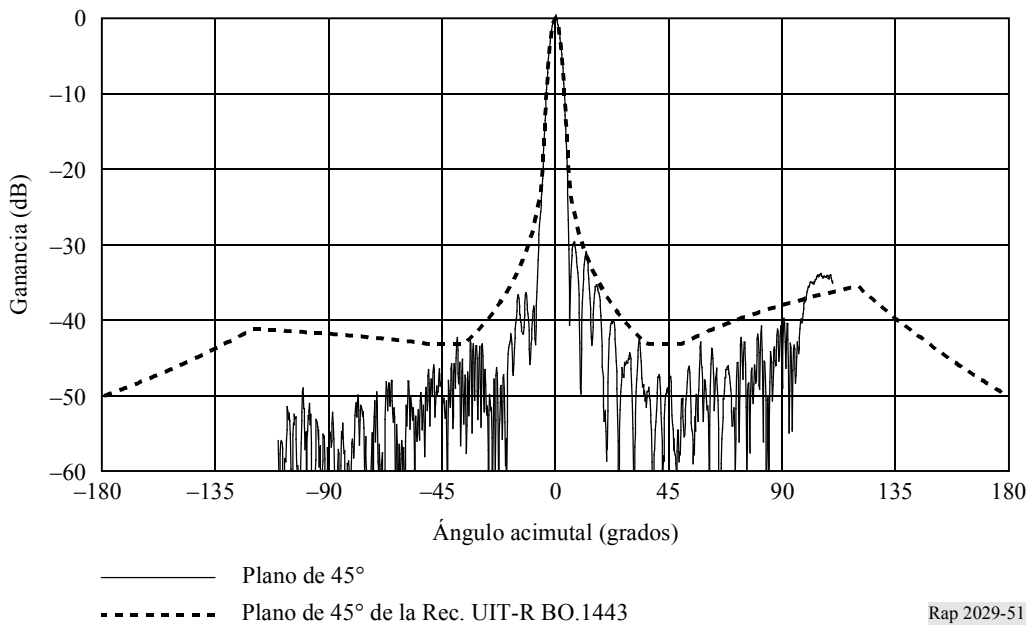


FIGURA 52

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 10,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

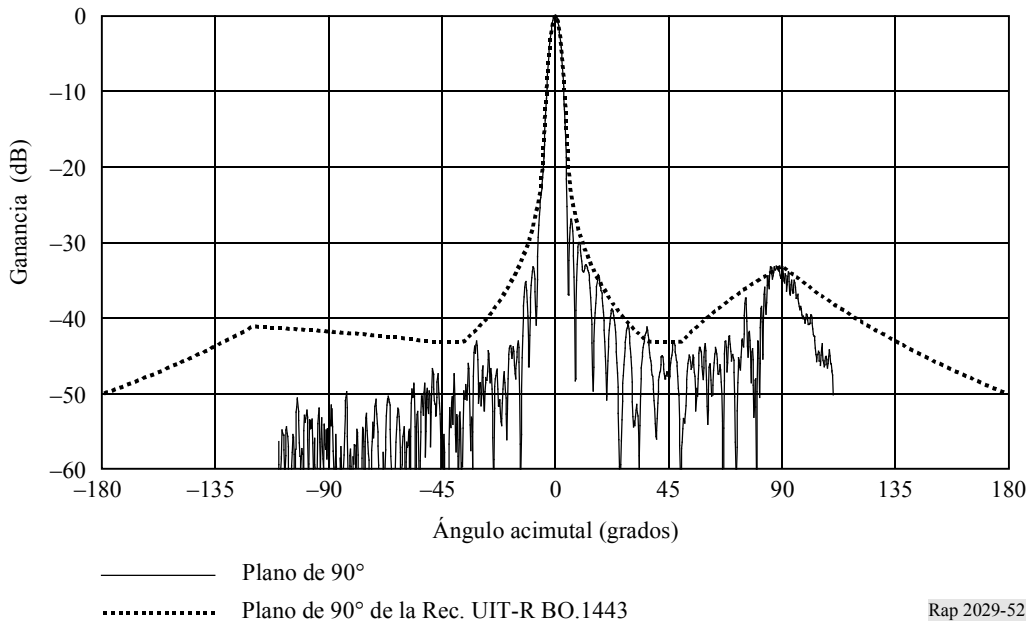


FIGURA 53

Diagramas para antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

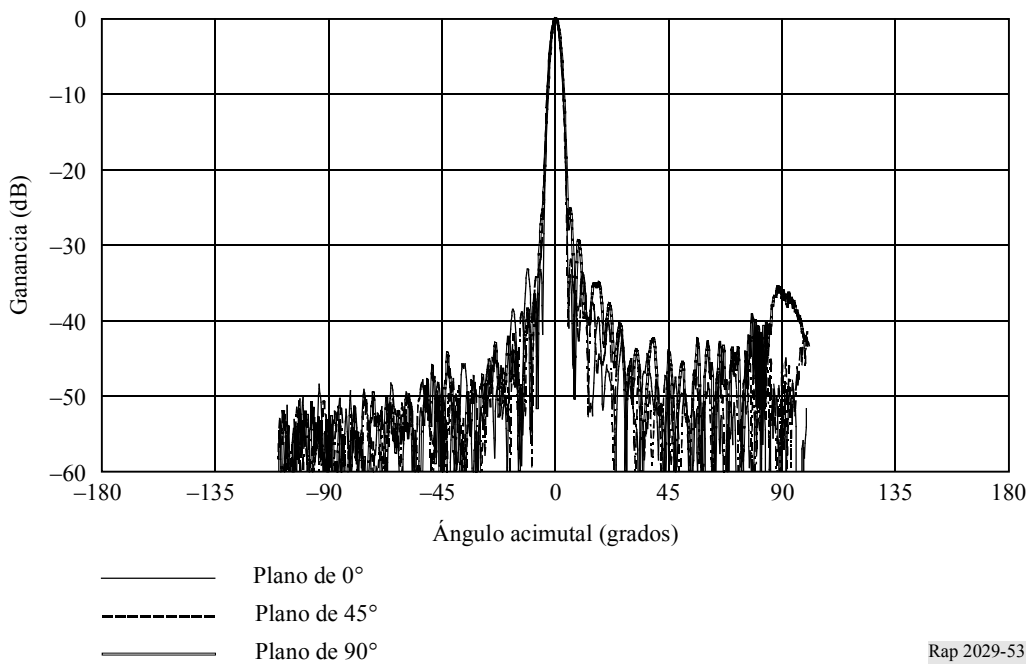
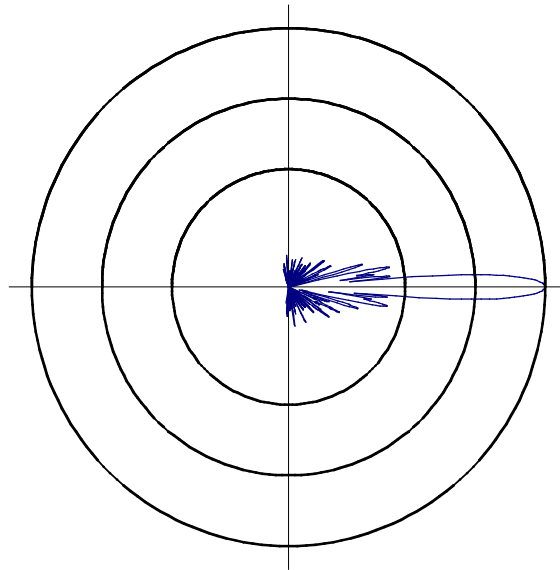


FIGURA 54

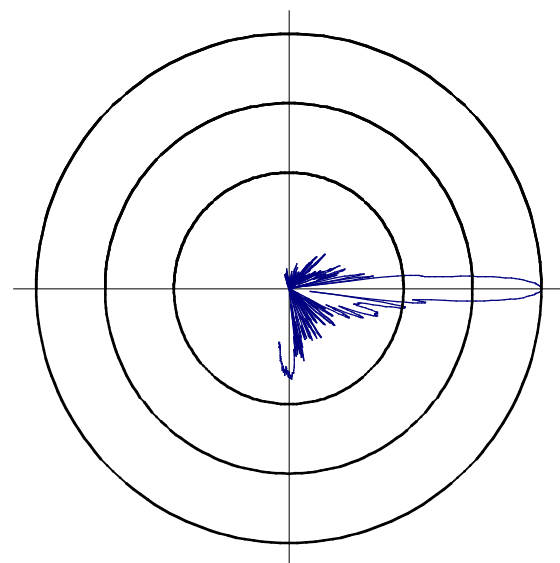
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-54

FIGURA 55

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-55

FIGURA 56

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

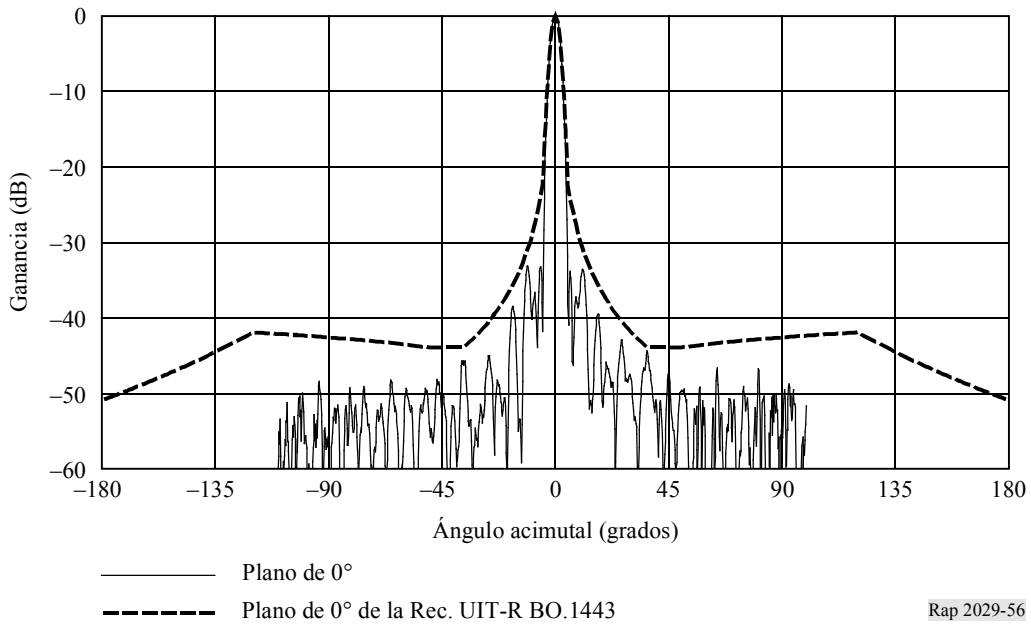


FIGURA 57

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

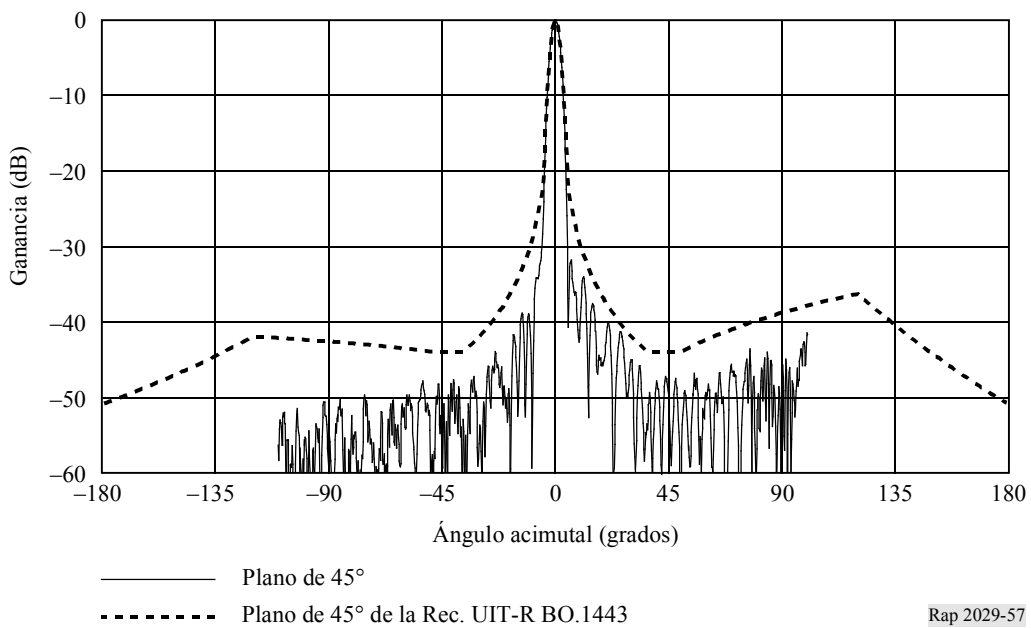


FIGURA 58

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 11,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

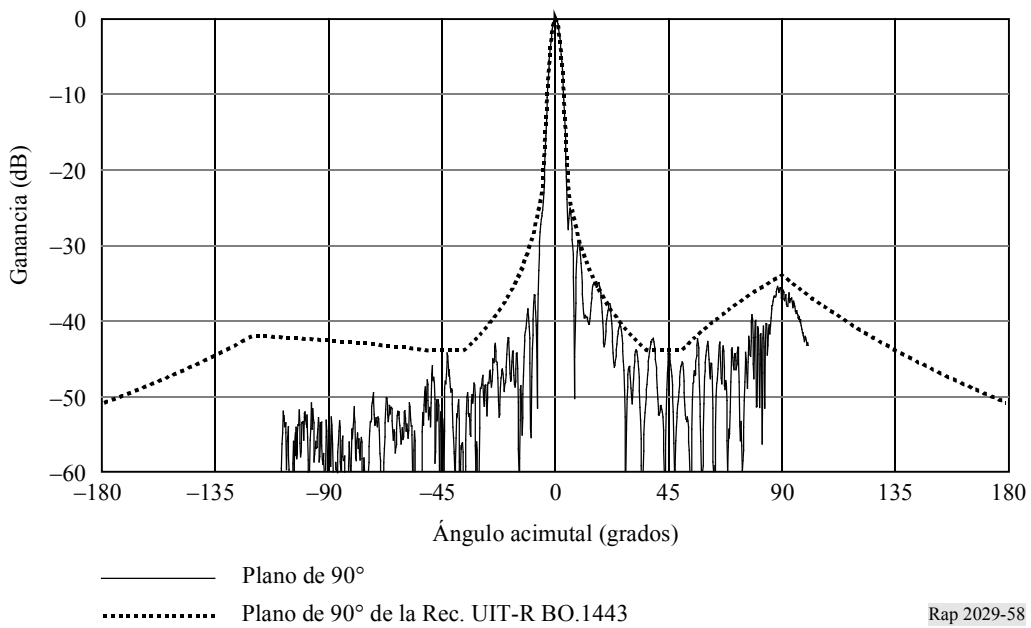


FIGURA 59

Diagramas para antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

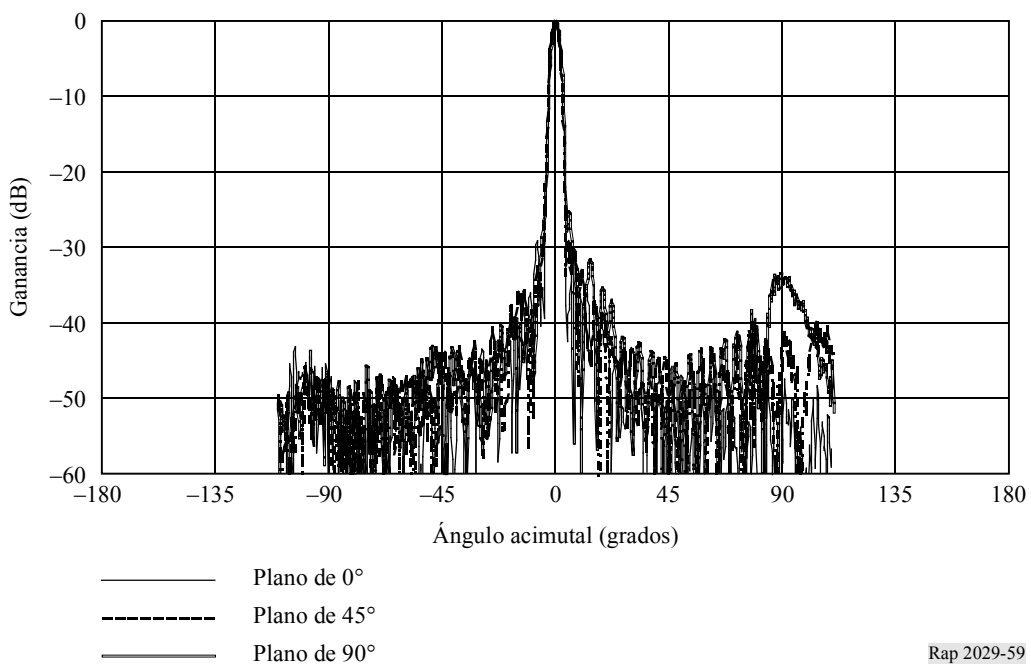
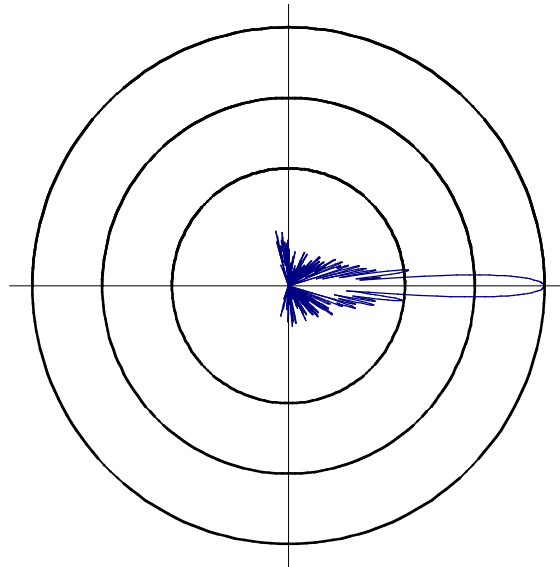


FIGURA 60

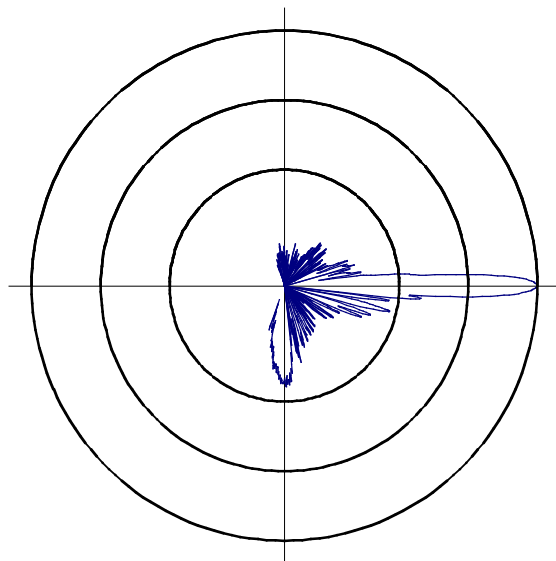
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-60

FIGURA 61

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -5 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-61

FIGURA 62

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

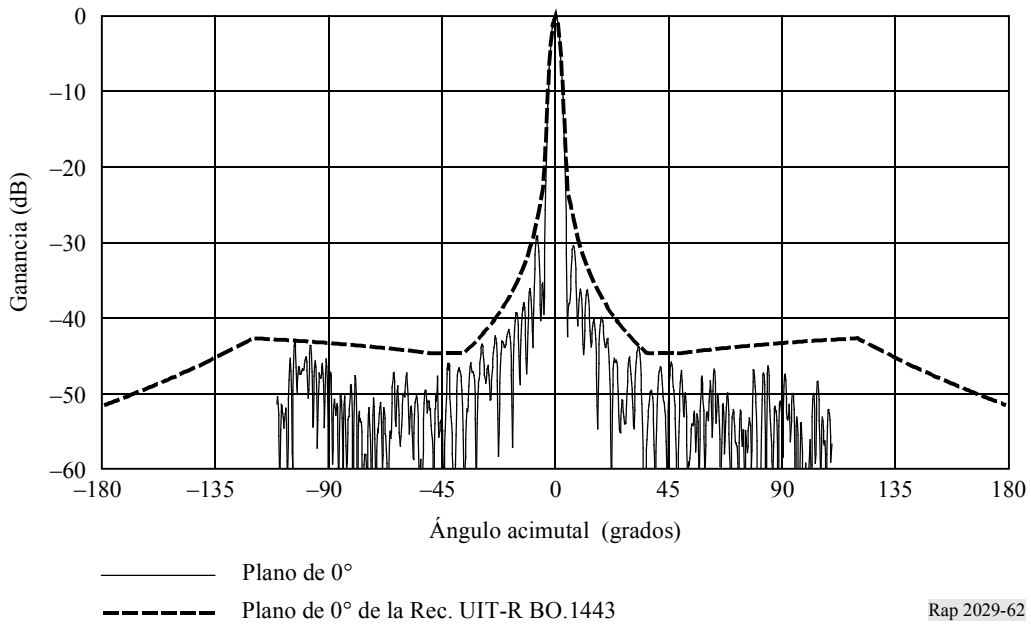


FIGURA 63

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

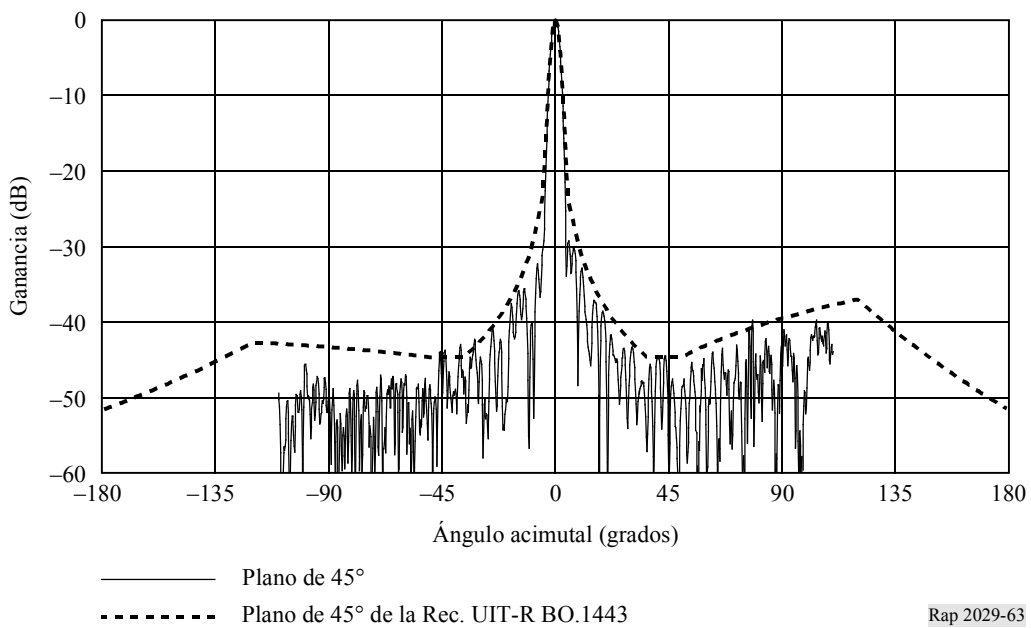


FIGURA 64

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 50 cm DTH-21 en 12,75 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

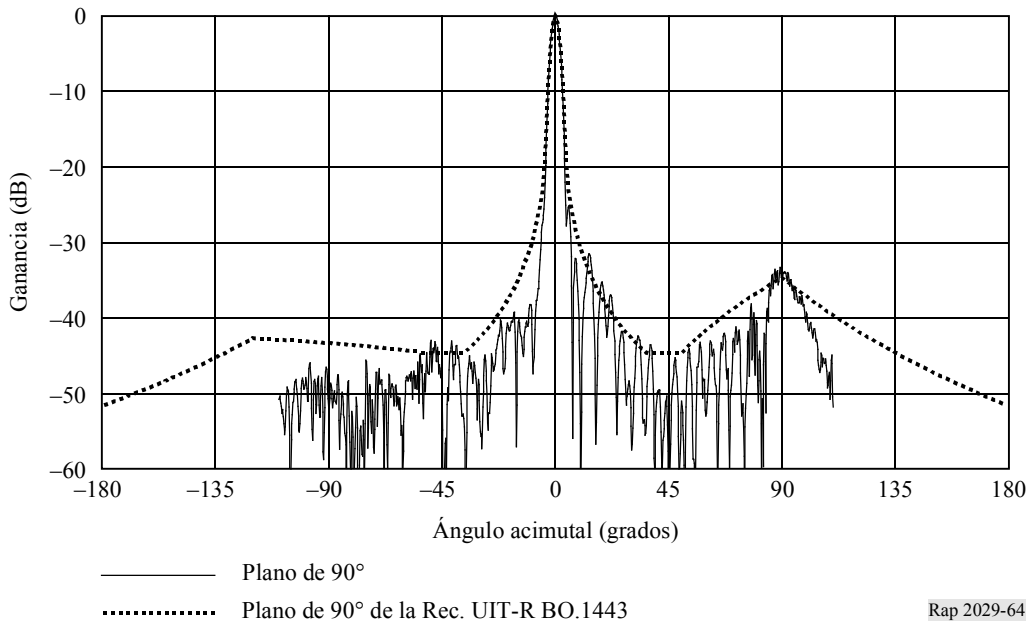


FIGURA 65

Diagramas para antenas de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 10,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°

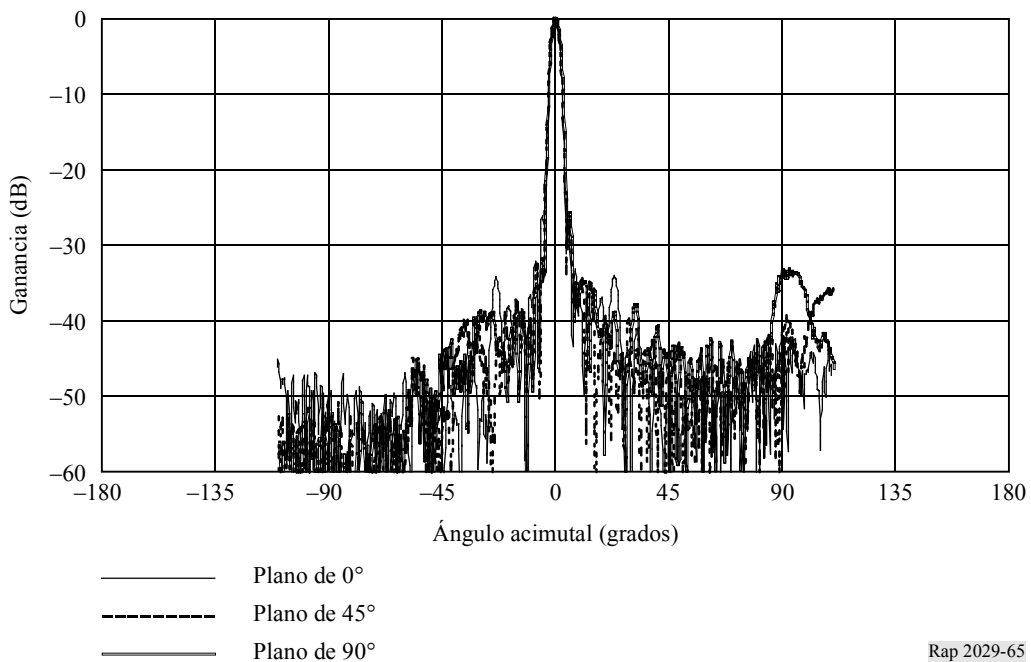
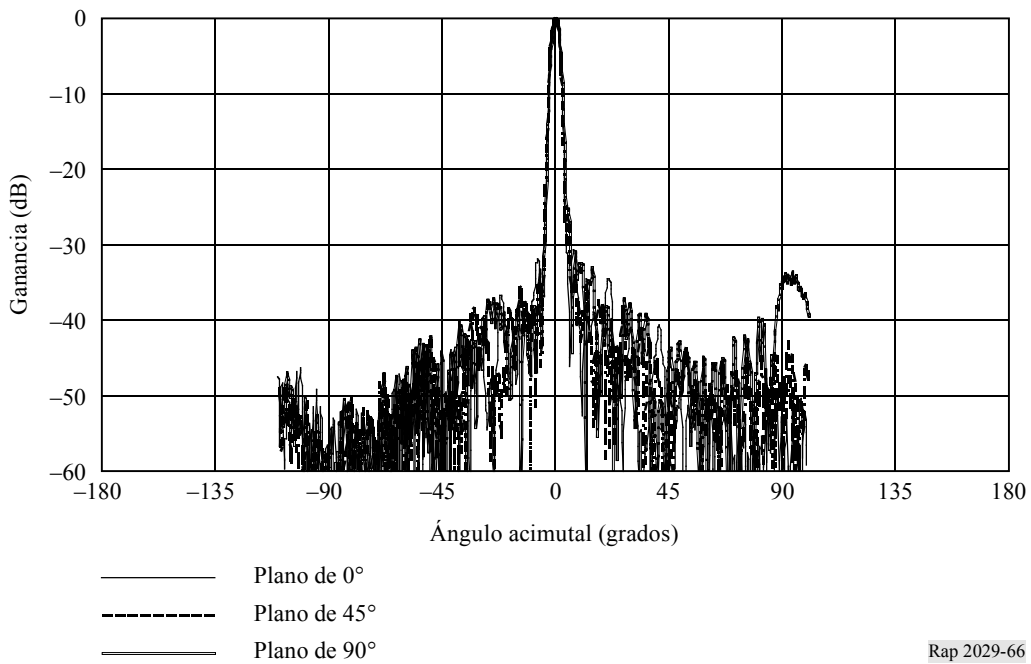


FIGURA 66

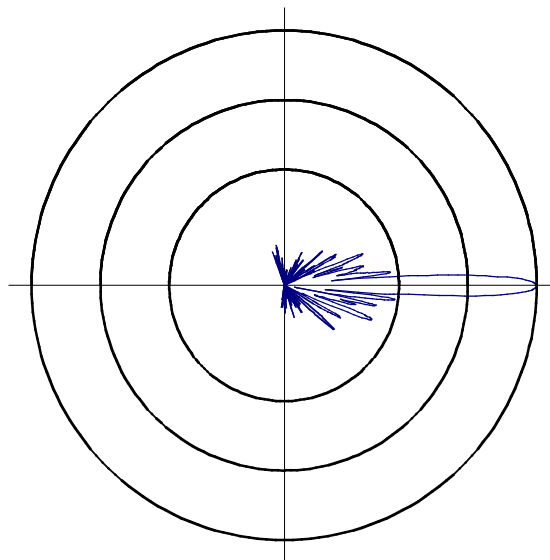
Diagramas para antenas de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°



Rap 2029-66

FIGURA 67

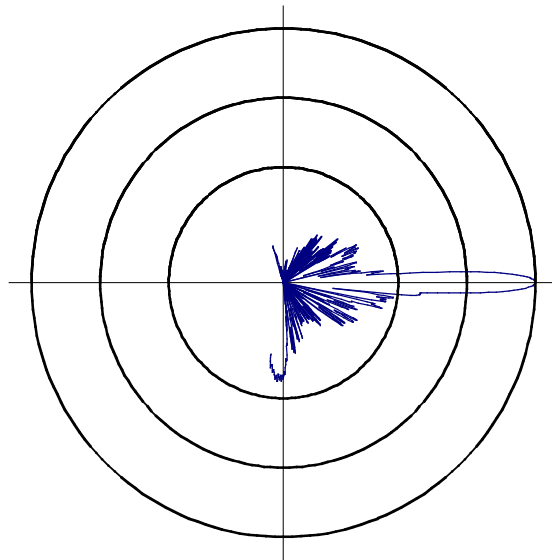
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-67

FIGURA 68

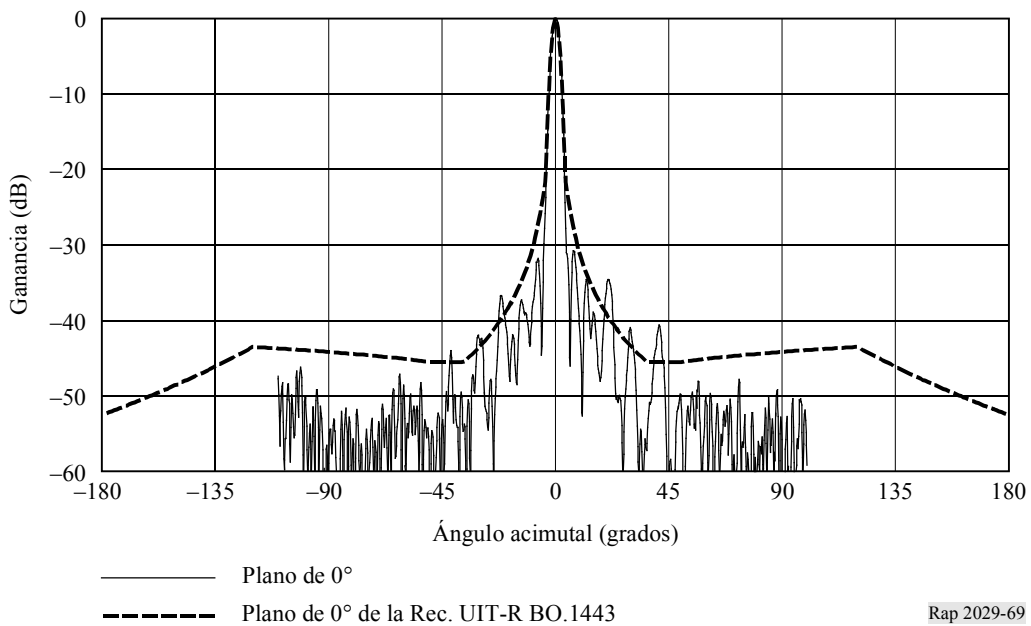
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-68

FIGURA 69

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



Rap 2029-69

FIGURA 70

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

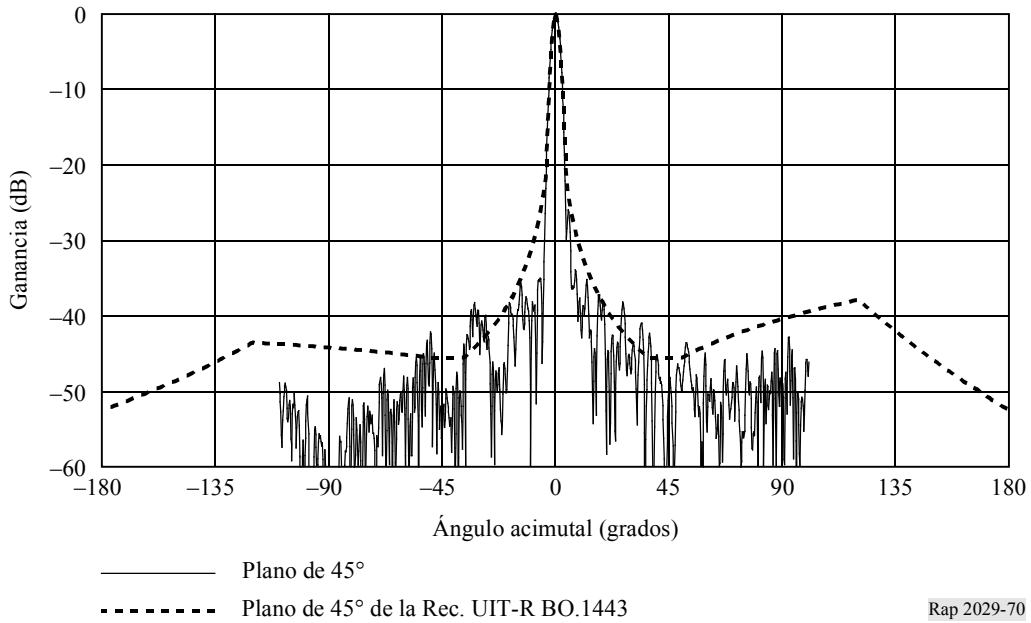


FIGURA 71

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 11,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

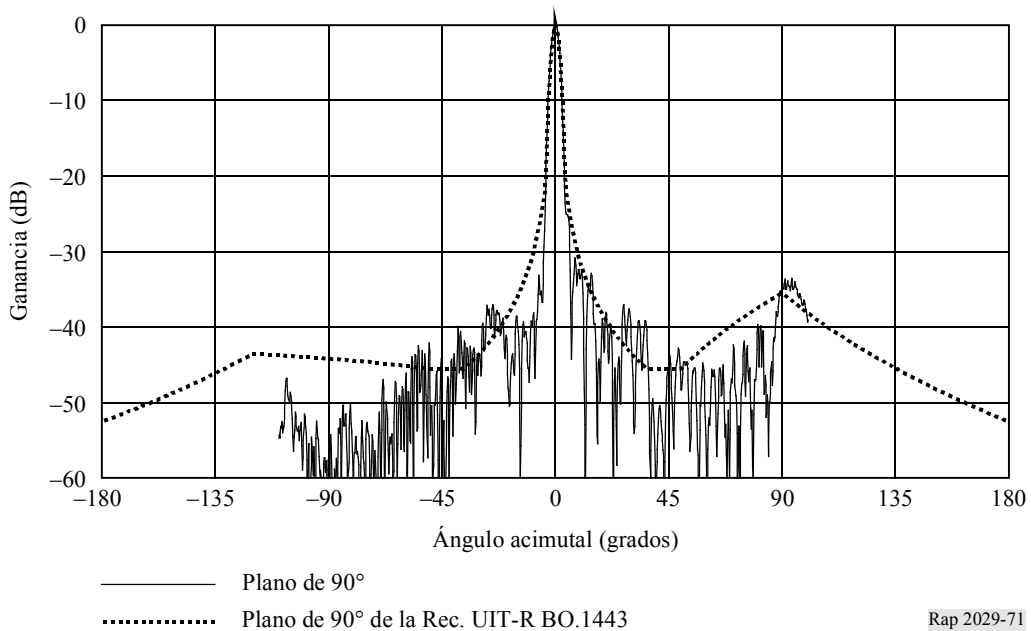
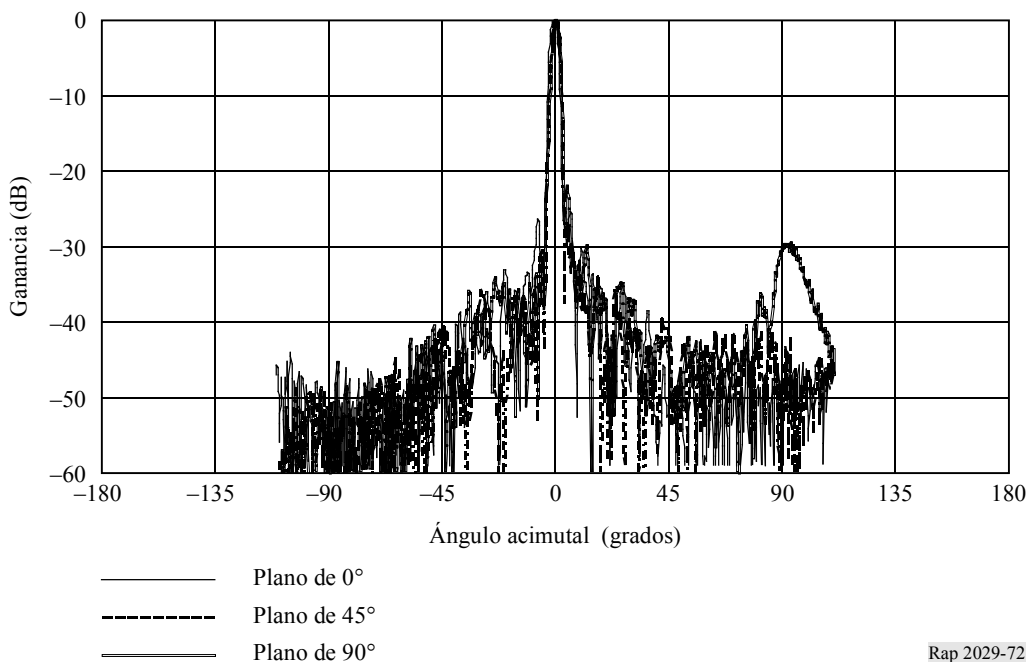


FIGURA 72

Diagramas para antena de estación terrena de 60 cm DTH-19 en 12,75 GHz
en los planos de 0°, 45° y 90°



4.3 Análisis de diagramas de antenas

El lóbulo lateral de desbordamiento para las antenas de estación terrena pequeñas es fácilmente evidente en los gráficos x-y en los diagramas polares. Por ejemplo, los cortes de 0°, 45° y 90° en 10,7 GHz para la antena de 50 cm en las Figs. 46 a 49 muestran claramente la evolución del lóbulo lateral de desbordamiento a medida que θ varía.

Telenor informa que no se observó una dependencia importante de la frecuencia en las diferentes frecuencias medidas. Se considera que la escala regular para D/λ entre las frecuencias medidas y en la gama de frecuencias 10,7-12,75 GHz dará una estimación adecuada del diagrama de radiación de antena en diversas frecuencias.

5 Mediciones de antenas de estación terrena y análisis proporcionados por Canadá

5.1 Resumen de las mediciones de antenas

Canadá efectuó mediciones de diagramas de radiación de antenas de estación terrena receptoras típicas en los sistemas del SRS en la Región 2. Se probaron varios tipos de antenas receptoras en la banda de frecuencias 12,2-12,7 GHz del SRS en la Región 2. Estas antenas son representativas de antenas receptoras de consumidor, baratas, que han sido o serán instaladas en gran escala para los sistemas existentes y proyectados del SRS en la Región 2. Los reflectores de la antena son de plástico o de metal.

Se utilizaron ocho planos de prueba para estimar el diagrama de antena tridimensional. Los ocho planos fueron cortados a través del eje de puntería de la antena con un espaciado angular equidistante de 22,5° entre planos adyacentes. Para cada plano de prueba, el diagrama de antena se

midió en la gama $\pm 180^\circ$ en un tamaño de paso de $0,2^\circ$ y se repitió en tres frecuencias, a saber, 12,2, 12,45 y 12,7 GHz. El plano de 0° es el plano horizontal y el plano de 90° es el plano vertical (e incluye el brazo del alimentador de la antena). Esto concuerda con las coordenadas mostradas en el § 2.

5.2 Datos de medición de antenas

Las mediciones para las 10 antenas informadas por Canadá se resumen en el Cuadro 2. Las carpetas y los ficheros así etiquetados se encuentran en el CD-ROM.

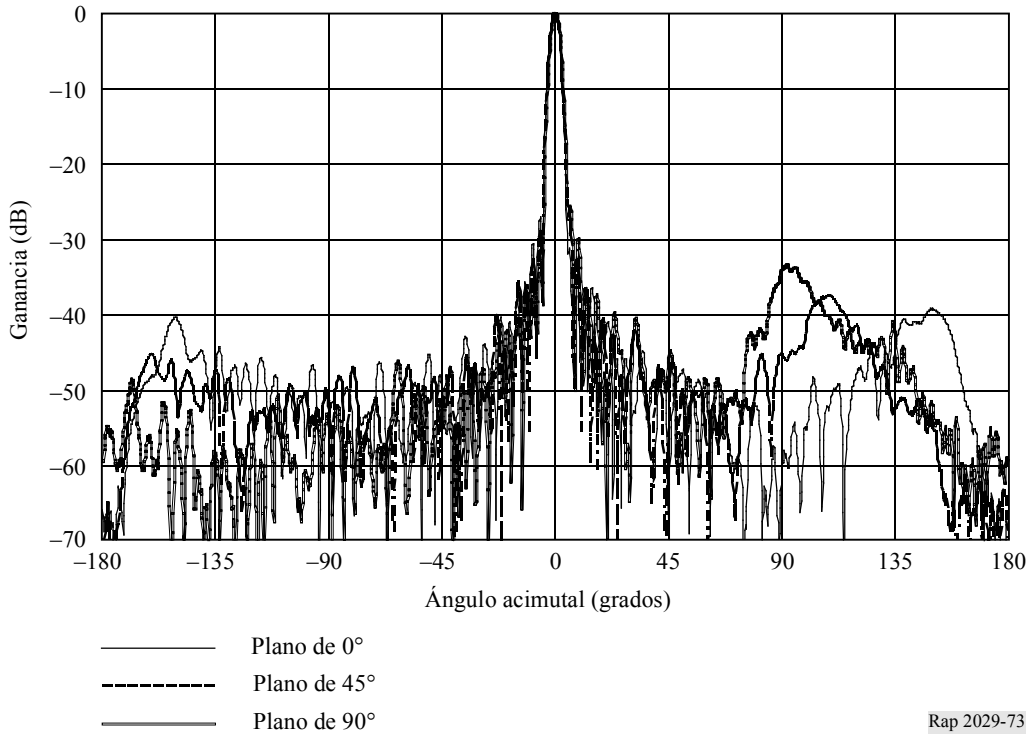
CUADRO 2

Resumen de medición de antenas

Carpeta/código	Polarización de antena	Tipo	12,2 GHz	12,45 GHz	12,7 GHz
1/DS2	Circular	45 cm, plástico	x	x	x
1/DSS	Circular	45 cm, metal	x	x	x
1/SC	Lineal	60 cm, metal	x	x	x
2/DN1	Circular	45 cm, metal	x	x	x
2/DN2	Circular	45 cm, metal	x	x	x
2/DN3	Circular	45 cm, metal	x	x	x
2/HN1	Circular	45 cm, metal	x	x	x
3/EX1	Lineal	60 cm, metal	11,7 GHz	11,95 GHz	12,2 GHz
3/RC1	Lineal	60 cm, metal	11,7 GHz	11,95 GHz	12,2 GHz
4/46	Circular	45 cm, metal		x	

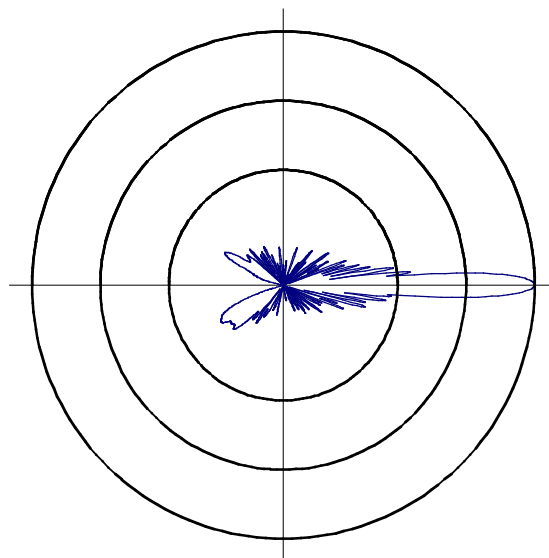
Todas las antenas eran excéntricas, con un solo alimentador. En todas las mediciones se utilizó polarización lineal, salvo para 4/46, en que se empleó polarización circular.

FIGURA 73
**Diagramas para antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,2 GHz
 en los planos de 0°, 45° y 90°**



Rap 2029-73

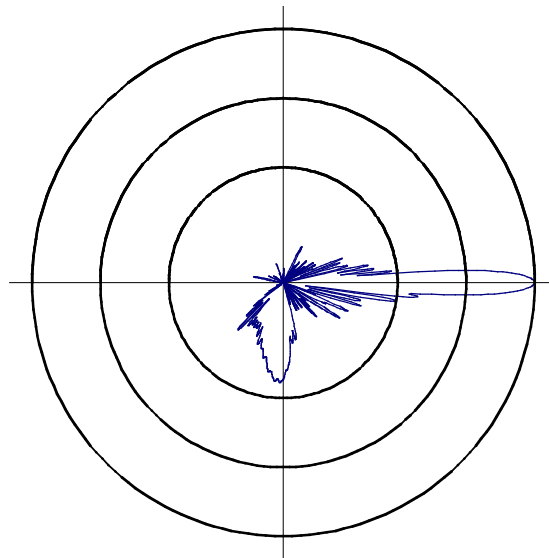
FIGURA 74
**Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2
 en 12,2 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas
 de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)**



Rap 2029-74

FIGURA 75

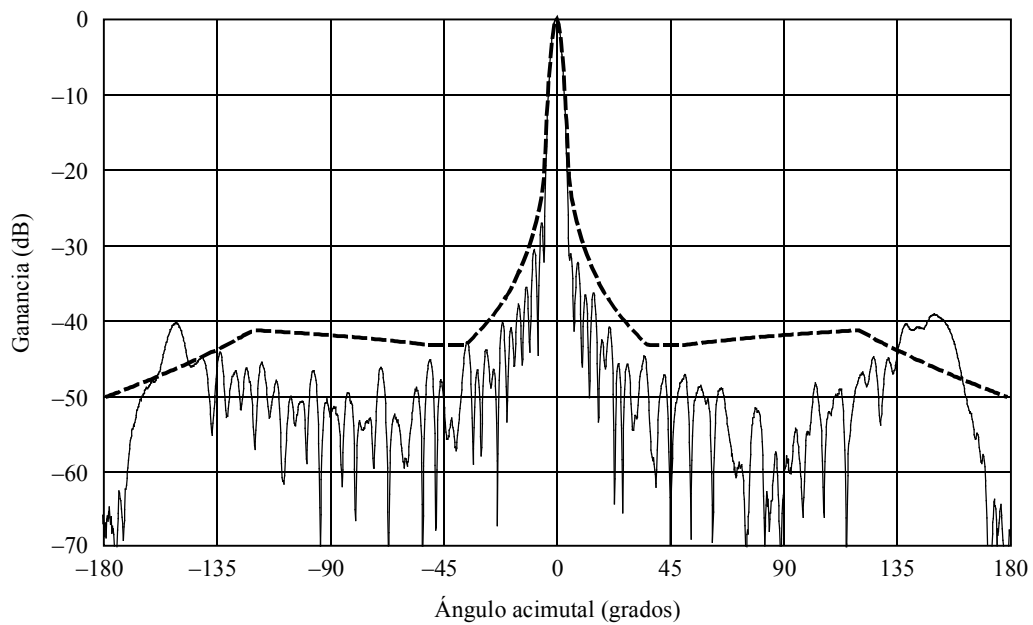
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,2 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-75

FIGURA 76

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,2 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



———— Plano de 0°
 - - - - - Plano de 0° de la Rec. UIT-R BO.1443

Rap 2029-76

FIGURA 77

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,2 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

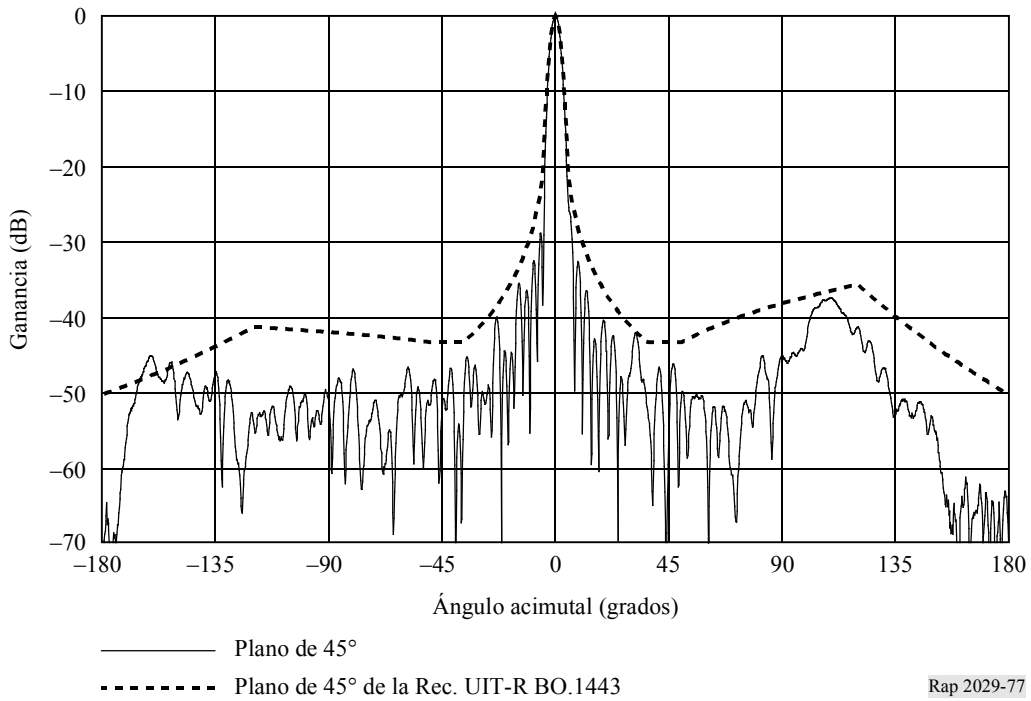


FIGURA 78

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,2 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

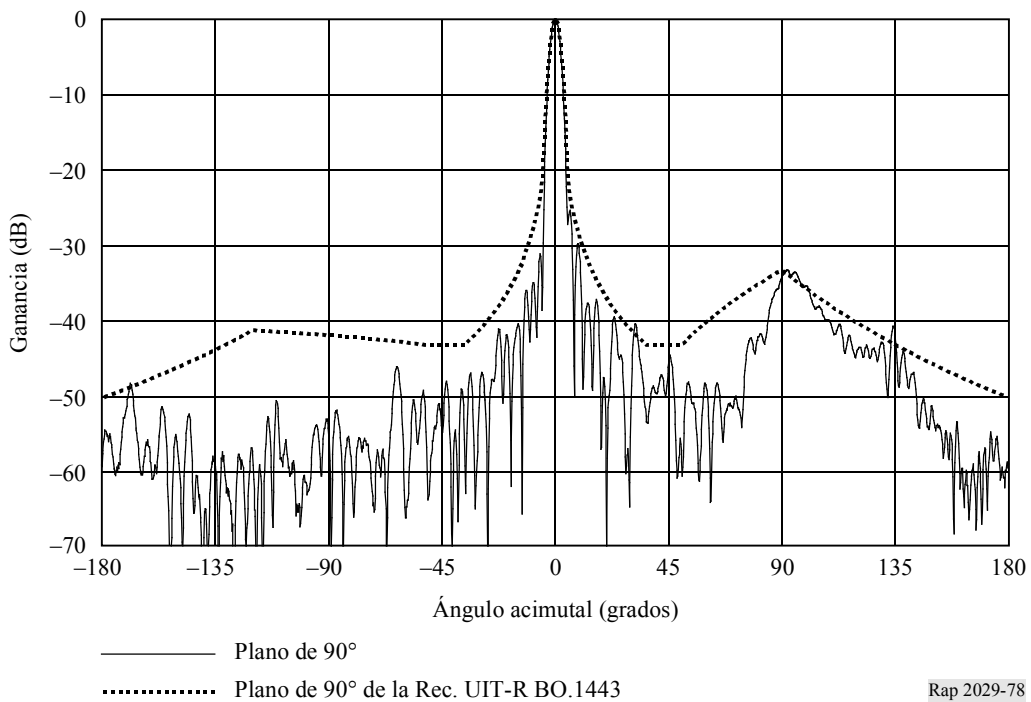
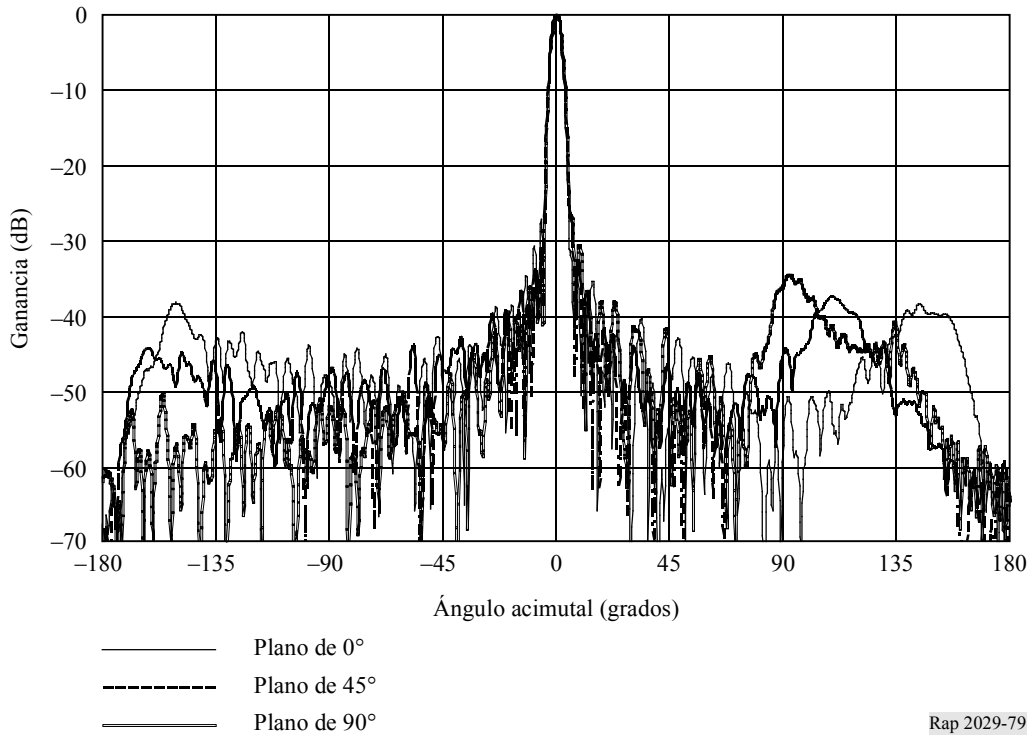


FIGURA 79

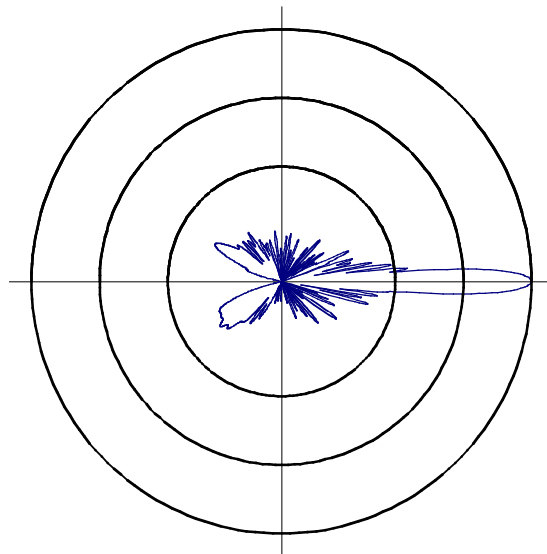
Diagramas para antena de estación de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°



Rap 2029-79

FIGURA 80

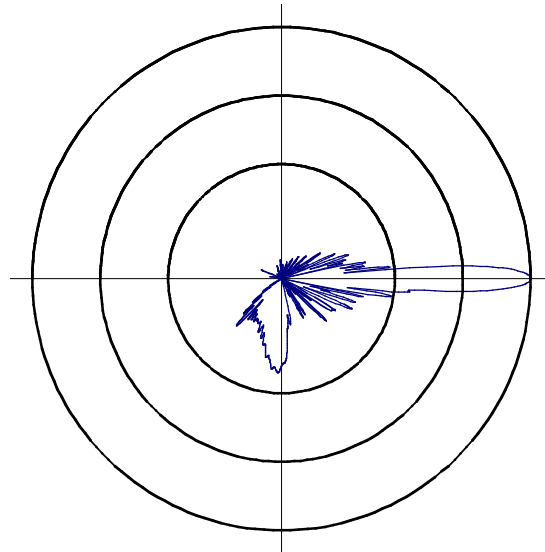
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-80

FIGURA 81

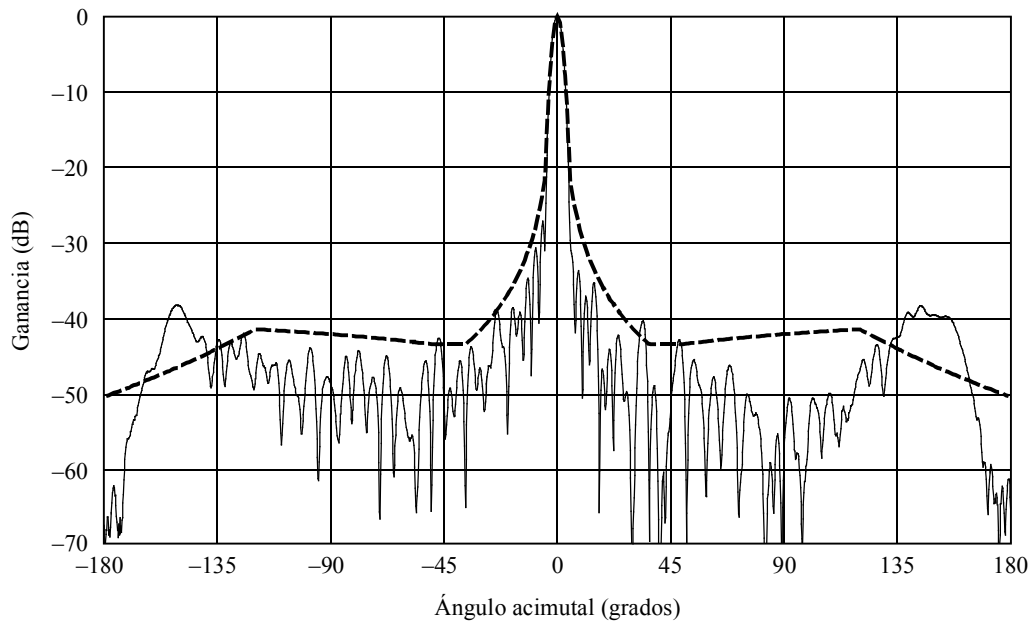
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-81

FIGURA 82

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



————— Plano de 0°
 - - - - - Plano de 0° de la Rec. UIT-R BO.1443

Rap 2029-82

FIGURA 83

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

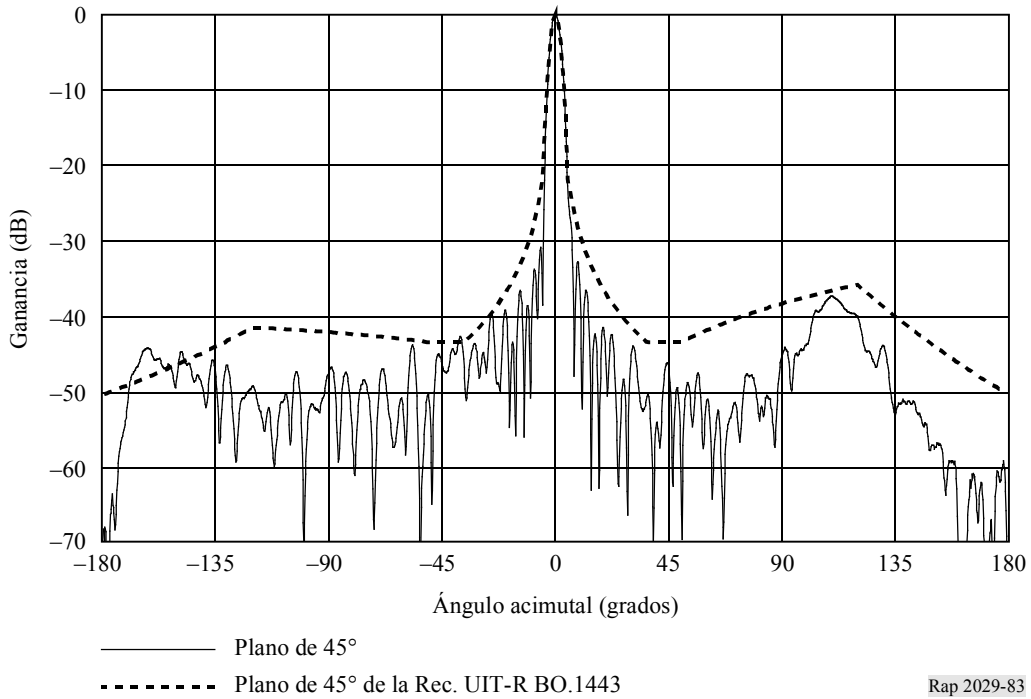


FIGURA 84

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,45 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

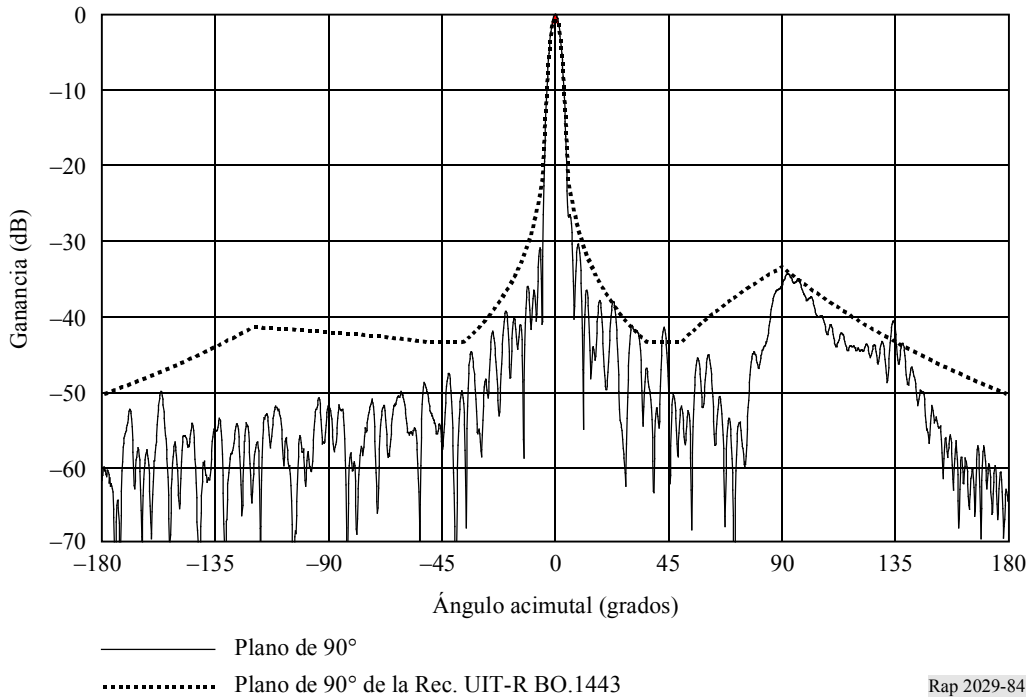
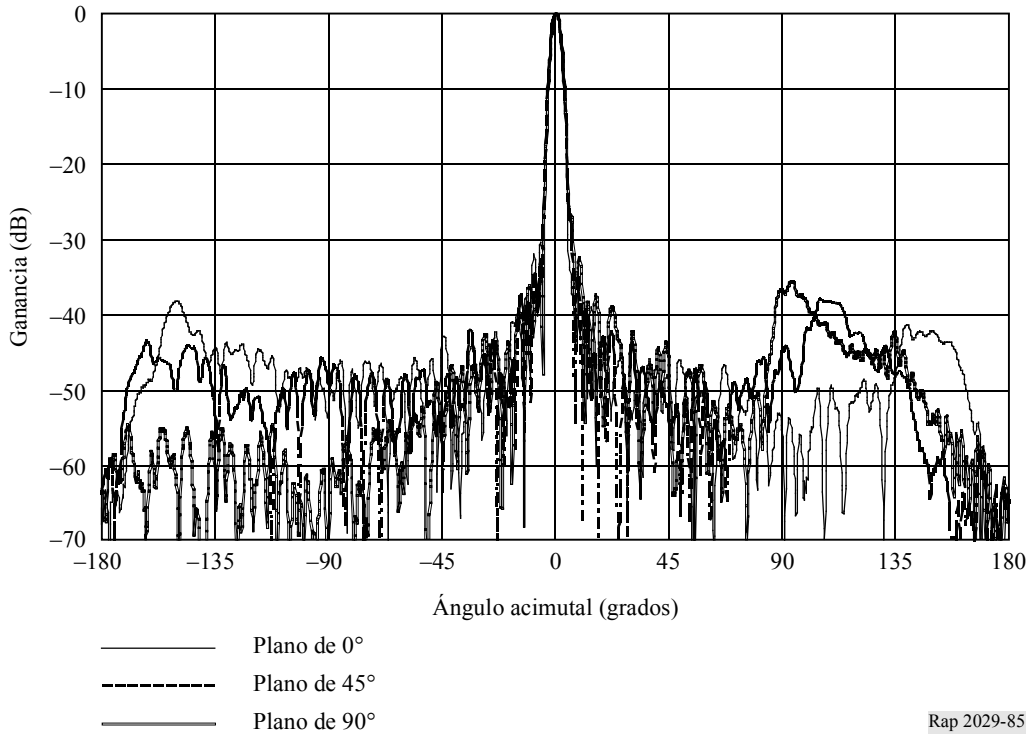
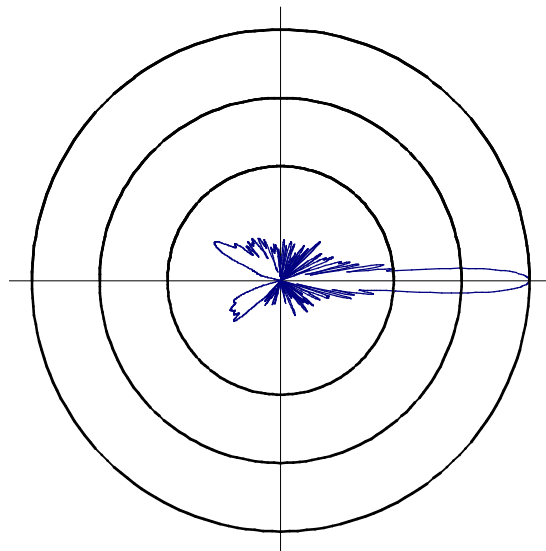


FIGURA 85
**Diagramas para antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,7 GHz
 en los planos de 0°, 45° y 90°**



Rap 2029-85

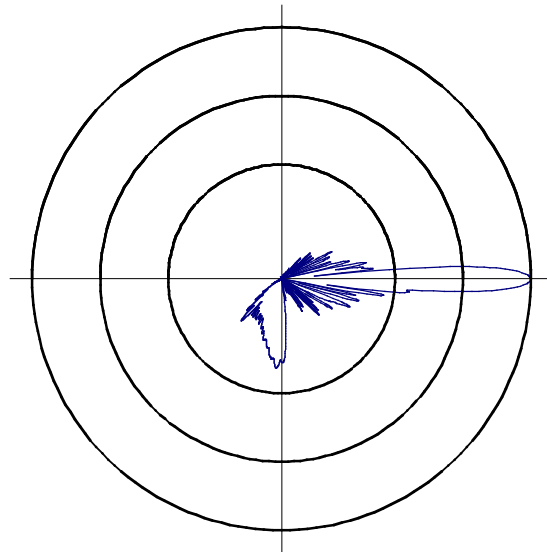
FIGURA 86
**Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2
 en 12,7 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas
 de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)**



Rap 2029-86

FIGURA 87

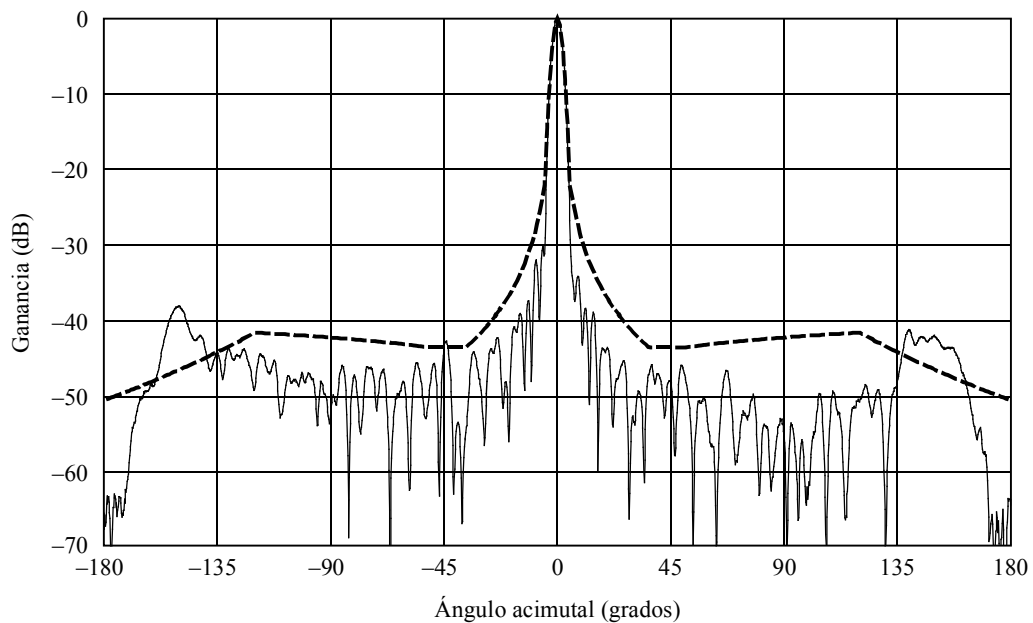
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,7 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-87

FIGURA 88

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,7 GHz en el plano de 0° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443



———— Plano de 0°
 - - - - - Plano de 0° de la Rec. UIT-R BO.1443

Rap 2029-88

FIGURA 89

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,7 GHz en el plano de 45° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

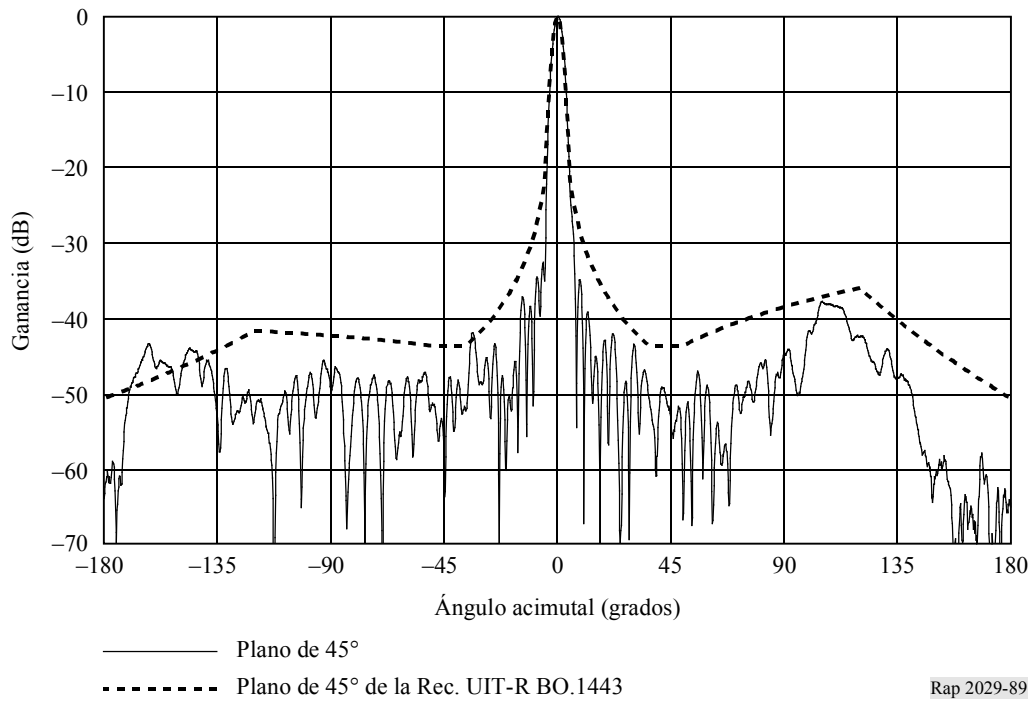


FIGURA 90

Comparación del diagrama de antena de estación terrena de 45 cm DN2 en 12,7 GHz en el plano de 90° con el diagrama de antena de estación terrena del SRS de referencia de la Recomendación UIT-R BO.1443

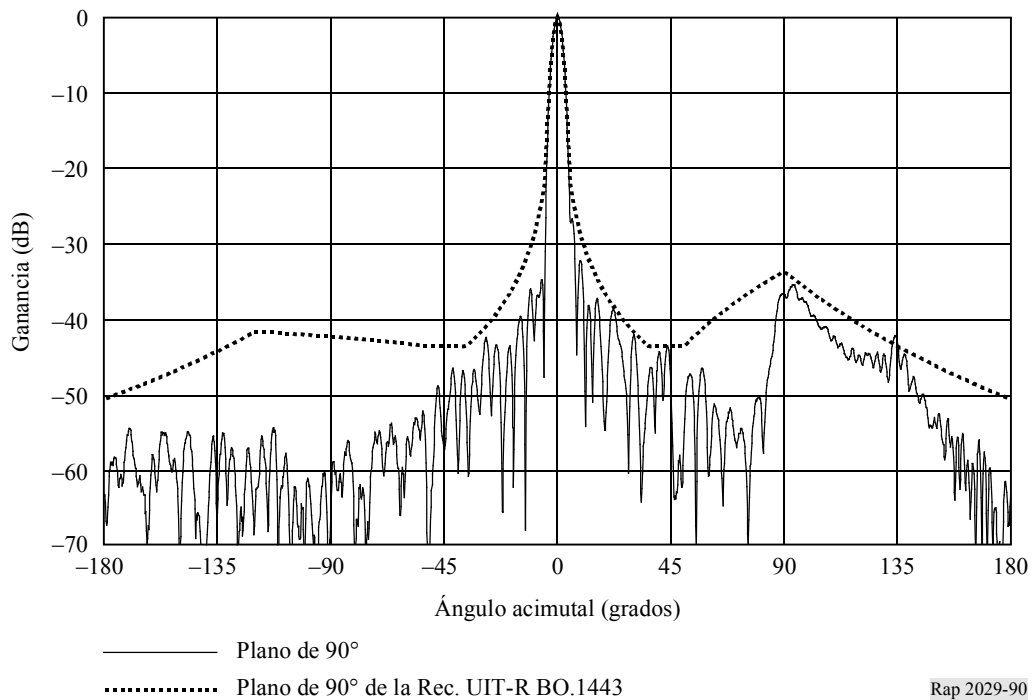


FIGURA 91
Diagramas para antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,2 GHz
en los planos de 0°, 45° y 90°

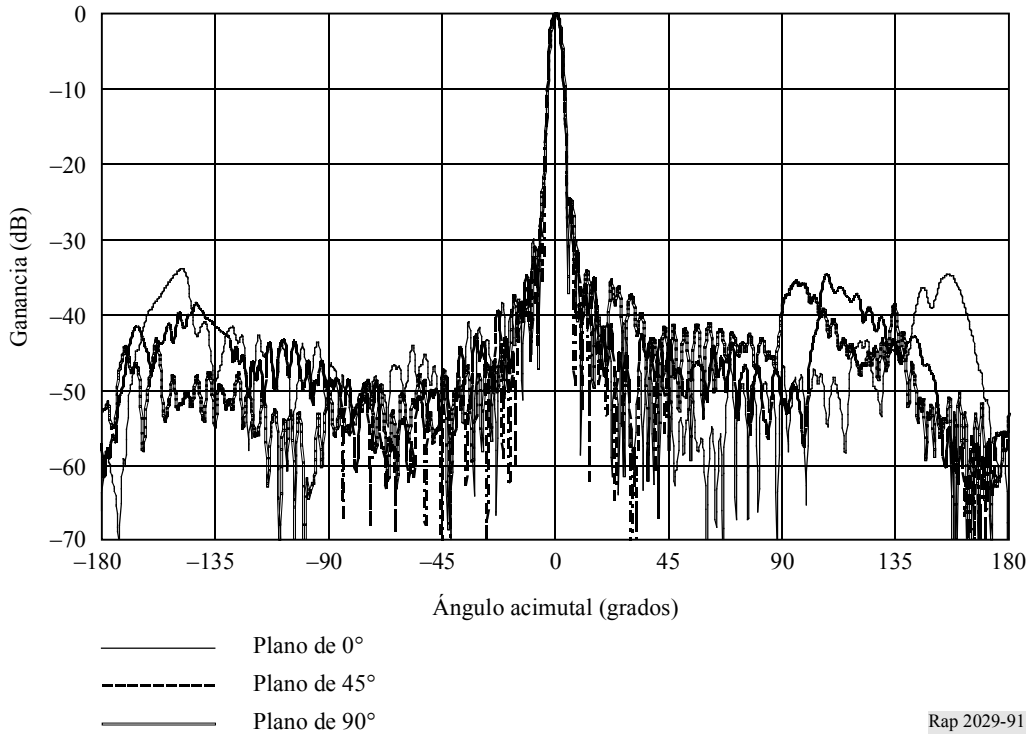


FIGURA 92
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1
en 12,2 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas
de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)

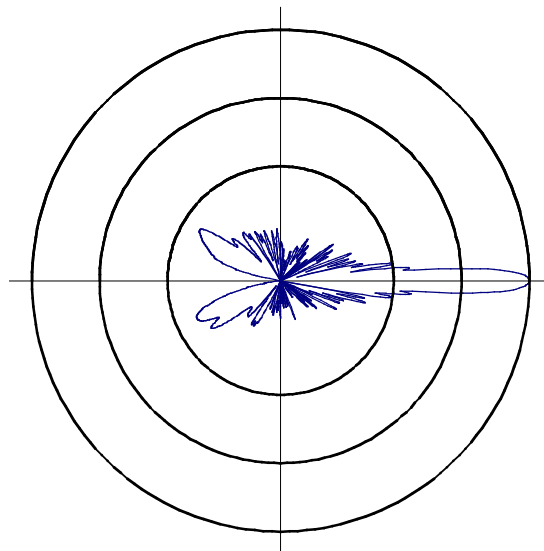
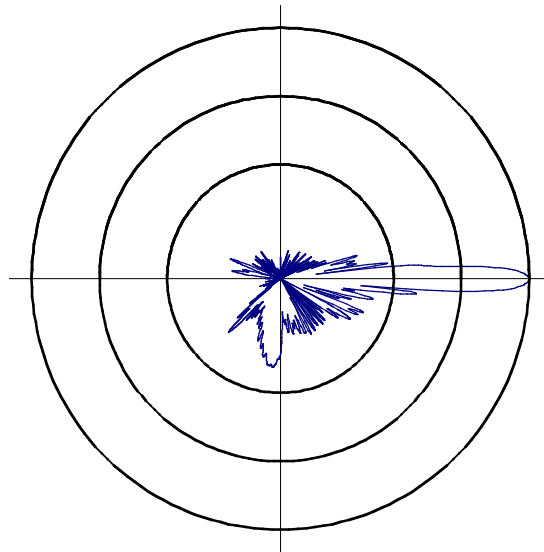


FIGURA 93

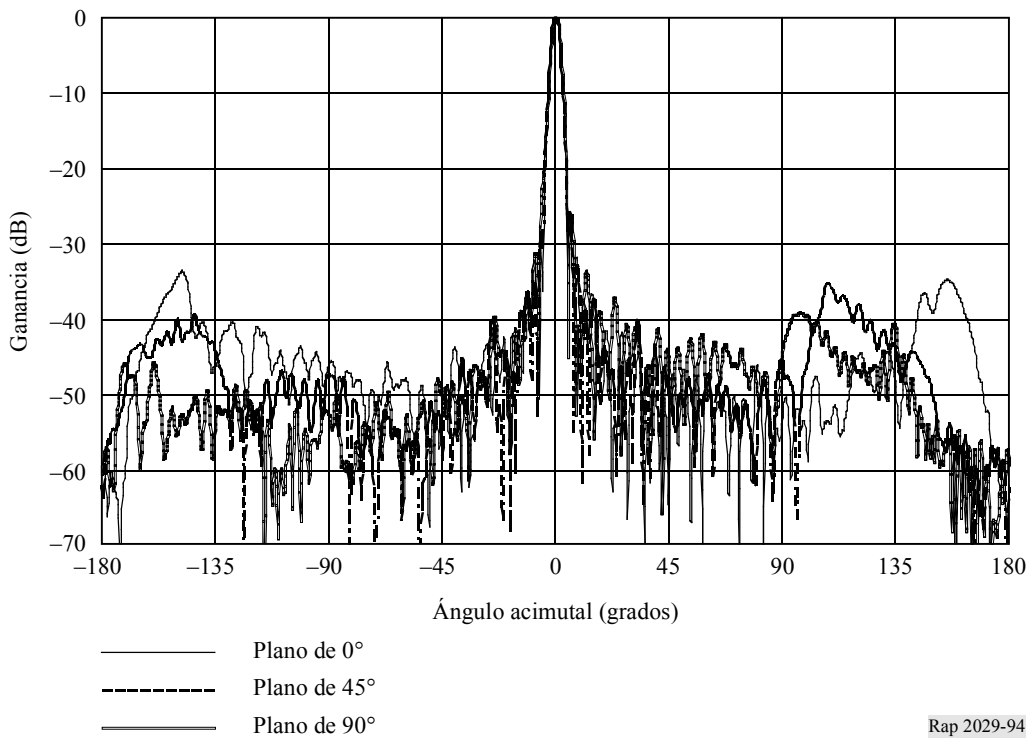
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,2 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-93

FIGURA 94

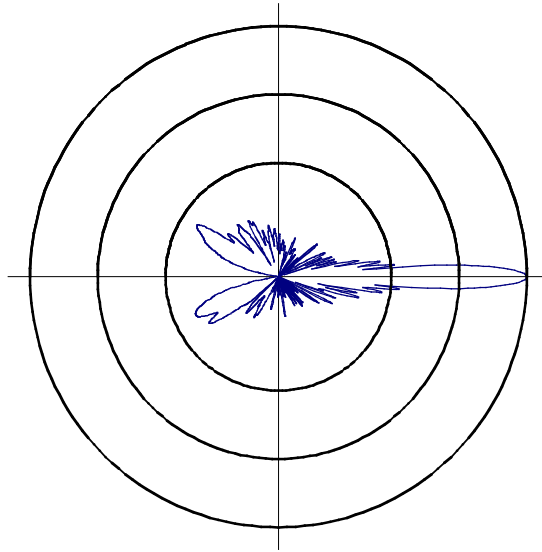
Diagramas de antena de estación terrena de 45 cm HN1, en 12,45 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°



Rap 2029-94

FIGURA 95

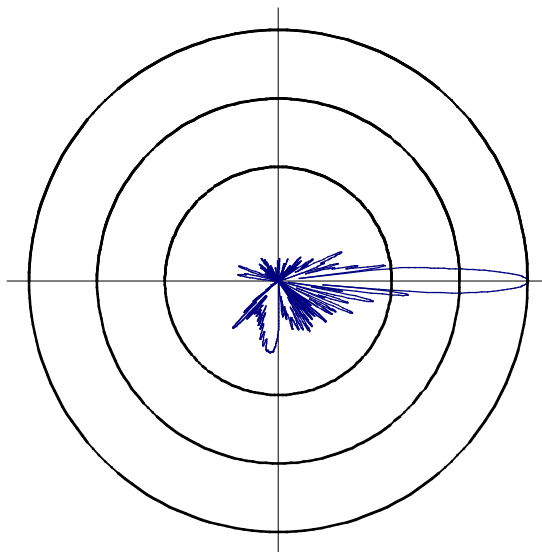
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,45 GHz en el plano de 0° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-95

FIGURA 96

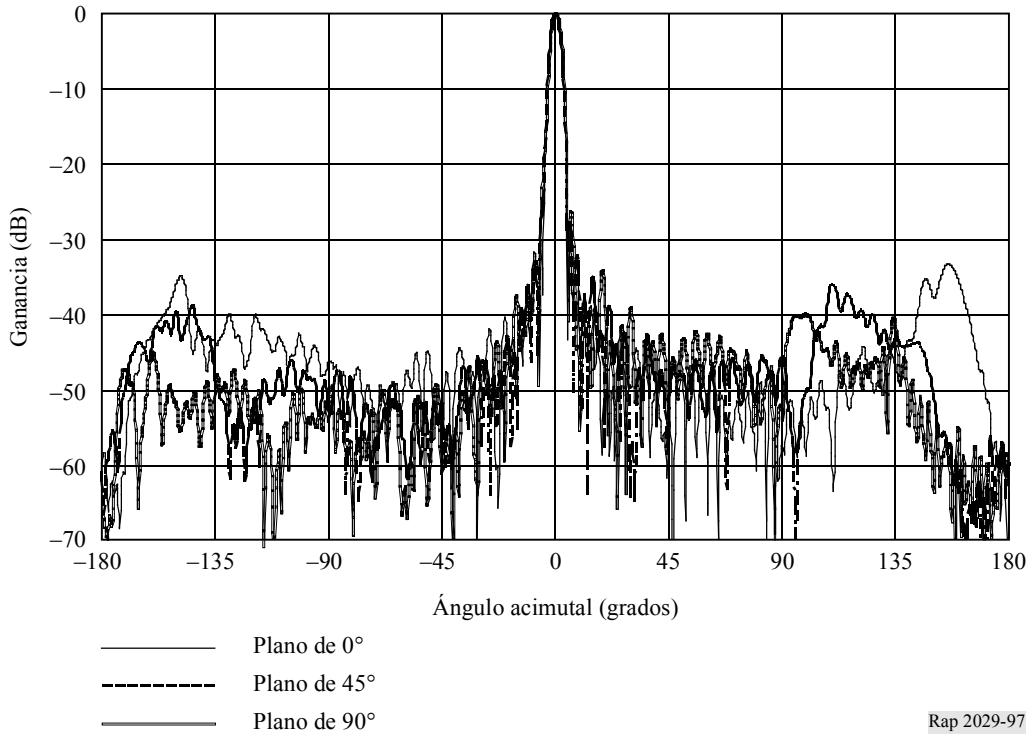
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,45 GHz en el plano de 90° . Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-96

FIGURA 97

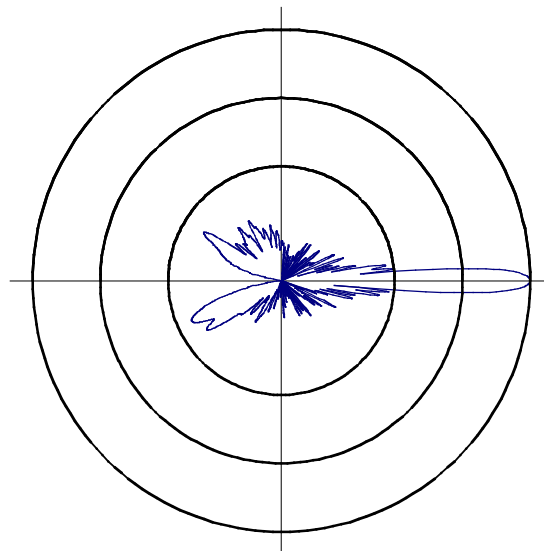
Diagramas de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,7 GHz en los planos de 0°, 45° y 90°



Rap 2029-97

FIGURA 98

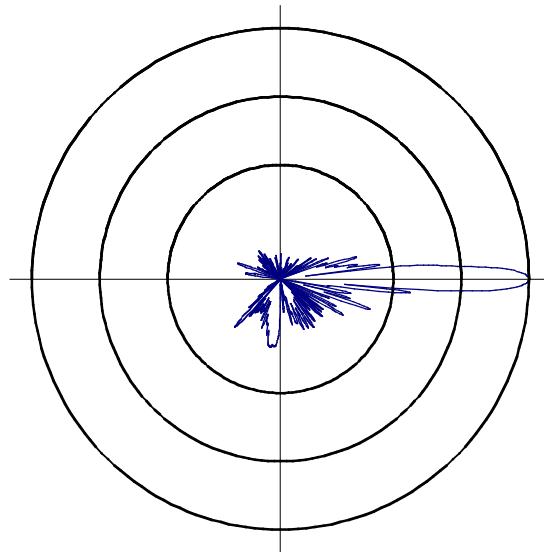
Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,7 GHz en el plano de 0°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-98

FIGURA 99

Diagrama polar de ganancia relativa de antena de estación terrena de 45 cm HN1 en 12,7 GHz en el plano de 90°. Los círculos corresponden a ganancias relativas de 0 dB (círculo exterior), -15 dB (círculo intermedio) y -30 dB (círculo interior)



Rap 2029-99

5.3 Análisis de diagramas de antenas

Canadá investigó varios aspectos de estos diagramas de antena y efectuó análisis muy amplios. Se han descrito las técnicas para incluir los diagramas de diferentes antenas con el fin de crear una plantilla de antena compuesta a la cual se pueda aplicar una escala para diferentes gamas de frecuencias. Esto comprende un método normalizado indicado de recopilación y análisis de datos que facilita la combinación de datos de diferentes antenas para crear una plantilla compuesta. Otro aspecto se relaciona con las técnicas de establecimiento de ventanas, tales como las descritas en la Recomendación UIT-R S.732, que pueden ser utilizadas para promediar los datos medidos brutos con el fin de generar un diagrama de envolvente que sea adecuado para el tipo de interferencia de interés. Es importante también combinar la plantilla resultante en un diagrama lineal para la gama angular completa.

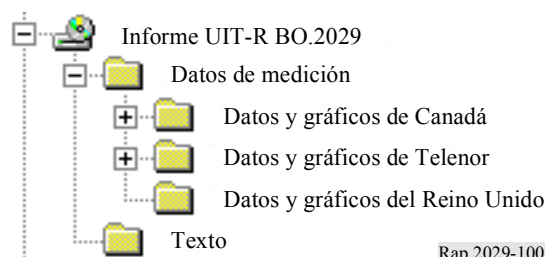
En el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R BO.1443 se describen también las conversiones geométricas que pueden ser utilizadas con un modelo de antena tridimensional.

6 Disposición de datos y texto en el CD-ROM

La disposición de los ficheros de datos y texto en el CD-ROM se muestra en la Fig. 100. Los datos están en ficheros de texto ASCII y ficheros Microsoft Excel. El texto del Informe está en un fichero Microsoft Word.

FIGURA 100

Disposición de ficheros de datos y texto en el CD-ROM



Rap 2029-100