

# Radio Amateur

**CQ**

EDICION ESPAÑOLA DE BOIXAREU EDITORES  
DICIEMBRE 1983 Núm. 3 250 Ptas.

**Everest: la cima del mundo**

**Resultados de los Concursos  
CQ CW y fonía en 160 m**

**Receptor de conversión directa**

**LA REVISTA DEL RADIOAFICIONADO**

## PREDICCIÓN DE LAS CONDICIONES DE PROPAGACION

### La propagación de las ondas: ¿hasta dónde?

Es muy probable que con la lectura de los números de CQ ya nos podamos hacer una idea clara de que las ondas de radio, reflejándose en las capas ionizadas de Kennelly-Heaviside, pueden alcanzar, en varios saltos, a nuestros *antípodas*. Si la frecuencia, antena y potencia son adecuadas, parece razonable deducir que las ondas, rebasando incluso a los antípodas, pueden alcanzar de nuevo a nuestras antenas emisoras. Si ello fuere así, las ondas llegarían necesariamente con un *retardo* que sería precisamente el tiempo que emplearía una onda electromagnética en recorrer los 40.000 kilómetros del perímetro terrestre a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo. Una simple división nos indica que tal retardo sería de 0,13 segundo (más de una décima de segundo); un tiempo lo suficientemente largo como para que podamos oír nuestro propio *eco* si estamos en CW a «Full-Breaking» electrónico, o en la voz de alguna estación, más o menos local, que llega acompañada del conocido *eco*. Este fenómeno es bien conocido de los radioaficionados, y se presenta muchas veces antes de la salida del Sol en la banda de 7 MHz. Se han constatado hasta 2 y 3 ecos de una señal, lo que implica, al menos, otras tantas «vueltas» al planeta.

El tiempo que transcurre entre la señal inicial y el primer eco registrado es variable, lo que indica, sin lugar a dudas, una notable diferencia en los recorridos, no sólo porque se reciban por caminos «cortos» o «largos», sino también debido al diferente número de «saltos» que haya tenido que dar la onda para recorrer su circuito (figura 1).

#### Concepto de «circuito»

En los estudios de Propagación se entiende como «circuito» al *círculo máximo* de la esfera terrestre que une los puntos de partida y llegada de una onda de radio. Salvo el caso de los

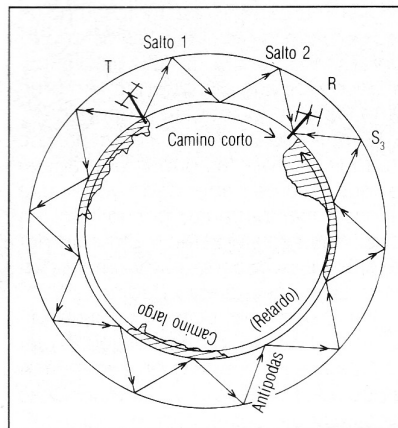


Figura 1.

*antípodas*, lugar al cual se puede ir siguiendo cualquier dirección, por estar exactamente en el punto opuesto del Planeta, y siempre a la misma distancia (20.000 kilómetros), el hecho es que para que una onda que se transmite desde un punto «T» llegue a alcanzar el punto «R», es preciso que se traslade sobre el correspondiente circuito. Normalmente la porción de circuito que une los puntos T y R, sin pasar por los antípodas, se denomina «camino corto» (short path). Por el contrario, la parte de circuito que une los puntos T y R, pasando por los antípodas, se denomina «camino largo» (long path).

Dado que para la correcta orientación de las antenas es preciso el conocimiento preciso del ángulo (azimut) que forma el circuito con nuestra ubicación, es una práctica habitual entre los radioaficionados *modificar* un Globo Terrestre de los que se compran en cualquier librería, taladrando un agujero en el lugar correspondiente al propio QTH, y otro agujero en el lugar de los antípodas (en el lado opuesto, exactamente). Seguidamente se traslada el sistema de giro (enclavado en los polos Norte y Sur) y se le pasa a los taladros efectuados, con lo que ahora se obtiene una buena indicación de la dirección que siguen las ondas desde el QTH considerado hasta cualquier otro punto del planeta.

También se puede utilizar, a estos efectos, un mapa *azimutal* centrado en nuestro QTH. Dado que en la actuali-

dad existen profusión de ellos, incluso computarizados, no incidiremos sobre el tema.

#### Alcance directo

Se entiende por alcance directo de una estación, a la distancia que existe entre su antena y el horizonte visible desde la misma.

El cálculo del alcance directo de una estación se realiza fácilmente aplicando la siguiente fórmula:

$$Dk = 3,6 \sqrt{h}$$

donde  $Dk$  = distancia en kilómetros y  $h$  = altura sobre la superficie (tierra o mar) en metros.

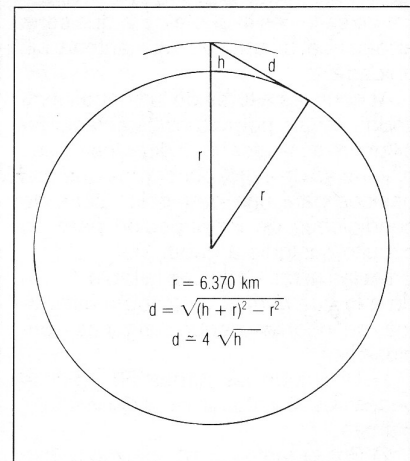


Figura 2.

En la práctica, debido a la *difracción*, el alcance es algo superior, y para facilidad mnemotécnica se ha redondeado a:

$$Dk = 4 \sqrt{h}$$

Esta fórmula es particularmente interesante para *garantizar* el contacto entre dos estaciones. Se deduce fácilmente que el alcance directo de ambas será la *suma* de los alcances directos de cada una de ellas, puesto que las ondas transmitidas por la primera, al llegar a su límite de alcance serán recogidas por las antenas de la segunda, que comparte el mismo límite, aunque esté ubicada más lejos.

\*Carretera La Esperanza, 3. La Laguna (Tenerife)

\*\*11307 Clara Street, Silver Spring. MD 20902. USA.

La fórmula a aplicar, en este caso, sería:

$$Dk = (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2$$

donde  $H$  es la altura en metros de la antena de la primera estación y  $h$  es la correspondiente a la segunda antena.

Estas sencillas fórmulas pueden obtenerse con sólo la aplicación del teorema de Pitágoras al triángulo rectángulo formado por la antena de la estación, el horizonte y el centro de la Tierra, tal como se muestra en la figura 2.

### Distancia de salto

Se entiende por ello a la separación que existe entre el punto de partida y el punto de llegada de una onda que se ha reflejado una sola vez en la ionosfera. Por ello podemos establecer, sin lugar a dudas, que los saltos serán *más largos* cuanto más *alta* se encuentre la capa ionizada que los provoca y, por el contrario, serán *más cortos* cuando más *baja* se encuentre ésta.

Si consideramos el punto de la ionosfera donde se reflejan las ondas como si fuese una antena «reemisora», fácilmente podemos ver que la «distancia de salto» es el doble de lo que sería el alcance directo de una antena allí ubicada.

Aunque las alturas de las capas ionizadas varían, podríamos establecer fácilmente sus «alcances directos» y sus distancias de salto, conceptos que son básicos para una predicción seria de condiciones de Propagación para un circuito cualquiera (tabla 1).

De las cifras dadas en la tabla 1, unido a lo que hemos visto sobre este tema, se podrían deducir algunas conclusiones:

- 1) Utilizando las capas F2 y F1 se necesitan 10 saltos para dar la vuelta al planeta.
- 2) Por lo tanto, como mínimo, *cinco* saltos para llegar a las antípodas.
- 3) Para unir dos puntos de un circuito (por cualquiera de los caminos: corto o largo) se precisa un *número entero de saltos*.
- 4) Si dividimos, en un circuito, la distancia que une dos puntos, en un número entero de partes, éstas representarían los puntos en que las señales *rebotan* en la Tierra o al menos pasan tangencialmente rozándola.

CAPA IONIZADA	ALTURA MEDIA	ALCANCE DIRECTO	DISTANCIA DE SALTO	OBSERVACIONES
F2	300	2.200 km	4.400 km	Día y noche
F1	200	1.800 km	3.600 km	Día
E	100	1.200 km	2.400 km	Día

Tabla 1

NUMERO DE SALTOS	DISTANCIA POR SALTO	ALCANCE DE LA CAPA	ALTURA NECESARIA DE LA CAPA	POSIBLE CAPA DE REFLEXION	OBSERVACIONES
1	9.000	4.500	Más de 1.000 km	ninguna	
2	4.500	2.250	Unos 300 km	F2	De día y noche
3	3.000	1.500	Unos 140 km	¿?	¿?
4	2.250	1.125	Unos 80 km	E	Día con sol fuerte
5	1.800	900	Unos 50 km	¿D?	Absorción ondas

Tabla 2

5) Si marcamos los puntos medios de los citados «saltos», estos representarán los puntos de reflexión ionosférica, de los cuales dependen en gran parte las condiciones de Propagación.

6) Entre dos puntos cualesquiera, no situados en *skip*, las ondas podrán llegar después de haber dado *uno o más saltos, conjuntamente*, por lo cual en ocasiones se reforzarán y otras se debilitarán, provocando el fenómeno llamado desvanecimiento (fading).

7) Al estudiar el circuito comprendido entre dos puntos habrá que iniciar los cálculos partiendo del menor número posible de saltos (1), y obtener unas conclusiones. Posteriormente se incrementa en 1 el número de saltos y se comprueba la viabilidad. En caso de no existir capa ionizada a la altura necesaria, será preciso incrementar en un salto más y repetir los cálculos.

*Ejemplo:* Circuito comprendido entre Madrid y Méjico (9.000 km). Podríamos intentar hacer el cuadro de la tabla 2.

De la tabla 2 podemos obtener las siguientes conclusiones:

- a) Con un solo salto no hay ninguna posibilidad de efectuar el contacto.
  - b) Con dos saltos, prácticamente de día y de noche, se podría hacer el contacto utilizando la capa F2 (probable en 14 MHz de día y 7 MHz de noche, dependiendo del grado de ionización).
  - c) Con tres saltos, aparentemente, no disponemos de una capa ionizada adecuada para conseguir el contacto.
  - d) A cuatro saltos podríamos utilizar la esporádica «E», pero dado que su grado de absorción es muy alto deberíamos hacerlo en 14 o 21 MHz en horas de sol (con el mediodía situado entre Méjico y Madrid).
  - e) A cinco saltos sólo sería posible utilizando la esporádica «piraña», la «D», que debilitaría tremendamente las señales. Prácticamente imposible.
- De todo lo anterior se deduce que el

contacto supuesto habría que hacerlo en horas nocturnas (medianoche entre Méjico y Madrid) en la banda de 7 MHz, o bien en horas diurnas, en 21 MHz hacia el mediodía y primeras horas de la tarde (entre Méjico y Madrid) o mejor aún, en 14 MHz cuando son las 3 de la tarde en Méjico y alrededor de las 9 PM en Madrid.

### ¿Qué son los «skips»?

Dado que ya sabemos lo que es *alcance directo* de nuestra estación, y también sabemos donde pueden caer las ondas que emitimos después de dar su primer salto (o bien las que recibimos, después de dar su último salto), podemos denominar al *skip* como la *zona de silencio* comprendida entre el radio de acción o alcance directo de nuestra estación y el lugar de caída de las ondas después del primer salto (figura 3).

Dado que los alcances directos suelen ser constantes hasta unos 100 a 150 km y dependiendo del ángulo de

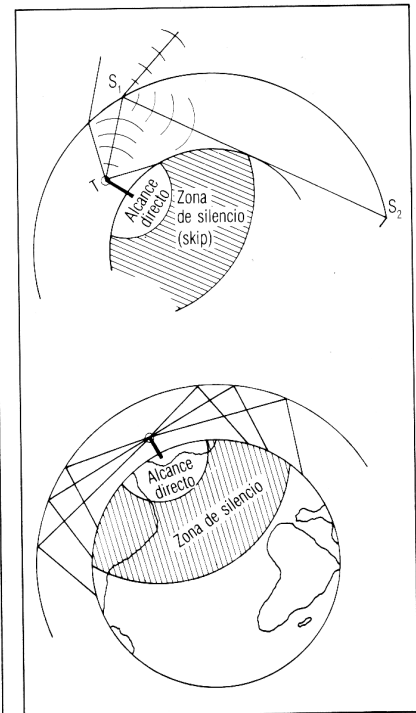


Figura 3.

radiación, los saltos se inician en unos 1.000 km; entre estas dos distancias es donde se presenta frecuentemente el skip, que rara vez ocurre más allá de los 2.000 km de la estación transmisora.

Nuestro deseo al divulgar estas nociones elementales de Propagación no es el de formar a ningún especialista en el tema, sino el de contribuir a que nuevos radioaficionados se familiaricen con estos fenómenos, y cuando se encuentren con trabajos tan bien elaborados como los de George Jacobs, en esta sección de CQ, puedan tener las bases necesarias para interpretarlos sin grandes esfuerzos y comprender su gran labor. De otra parte nos permitirá, si somos curiosos, establecer nuestras propias predicciones, que aunque no sean rigurosamente exactas (recordemos que esto es una ciencia estadística), nos dará, sin duda, grandes satisfacciones.

73, Francisco J., EA8EX

### PREDICCIONES AL ULTIMO MINUTO

Previsiones día a día para diciembre de 1983

Indice de propagación.....	Calidad de la señal esperada			
	(4)	(3)	(2)	(1)
Por encima de lo normal:				
6, 8, 17, 29.....	A	A	B	C
Normal alto: 3, 5, 7, 18				
23-24, 28, 30-31.....	A	B	C	C-D
Normal bajo: 1-2, 4, 9-10				
12-13, 16, 22-27.....	A-B	B-C	C-D	D-E
Por debajo de lo normal:				
11, 14-15, 19, 21, 25.....	B-C	C-D	D-E	E
Difícil: 20, 26.....	C-E	D-E	E	E

### INTERPRETACION Y USO DE LAS PRE-DICCIONES

- En las cartas normales de propagación debe determinarse el índice de propagación que corresponde a la frecuencia y hora de trabajo.
- Con el índice de propagación se usa ahora las tablas del último minuto el día del mes correspondiente a la tabla (columna de la izquierda), y debajo de la columna correspondiente al índice de propagación encontraremos asociada una letra. Esa letra nos dice las condiciones esperadas:  
**A**=Excelente apertura. Señales fuertes y estables por encima de S9.  
**B**=Buena apertura. Señales moderadamente fuertes que varían entre S6 y S9 con poco desvanecimiento y poco ruido.  
**C**=Ligera apertura. Señales moderadas cuya fuerza va de S3 a S6, con algo de desvanecimiento y ruido.  
**D**=Apertura pobre con señales débiles que van de S1 a S3, con considerables desvanecimientos y ruidos.  
**E**=No se espera apertura de propagación.

#### COMO UTILIZAR LAS TABLAS DE PROPAGACION DX

- Estas tablas pueden ser usadas en Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil, Chile, Argentina y Uruguay.
- Las horas pronosticadas para las aperturas de propagación se encuentran en las columnas correspondientes a cada banda de radioaficionado (10 a 80 m), y para cada una de las Regiones DX establecidas, en particular, y que aparecen en la primera columna de la izquierda.
- El índice de Propagación es el número que aparece entre los parentesis ( ), a la derecha de las horas predichas para cada apertura. Indica el número de días

**Predicciones generales para el mes de diciembre.** Aunque las tablas que acompañan esta Sección de CQ son válidas para un período de tres meses, y dado que nuestros lectores están en su mayor parte en Hispanoamérica y España, damos un bosquejo general de la propagación de estas dos zonas entre sí, y entre ellas y el océano Pacífico (zonas de Australia-Nueva Zelanda).

HORA SOLAR HORA LOCAL	ZONA DESDE	ESPAÑA CANARIAS	CENTROAMERICA SUDAMERICA	OCEANO PACIFICO
0600-1800 1800-0600	ESPAÑA	14-21 14-7-3,5	14-21 14-7	14 7
0800-1600 1600-0800	HISPANOAMERICA	14-21 7	7-14-21 7-3,5	14 7-3,5

Este resumen es una condensación práctica para la temporada de Invierno. Para ampliación detallada sigan las tablas de Propagación de esta misma sección.

durante el mes en los cuales se espera que exista una apertura de propagación, como sigue:

(4) La apertura debería ocurrir durante más de 22 días del mes.

(3) La apertura debería ocurrir entre 14 y 22 días.

(2) La apertura debería ocurrir entre 7 y 13 días.

(1) La apertura debería ocurrir en menos de 7 días.

Véanse las «Predicciones al último minuto», en esta misma sección, para ver las fechas actuales en las que se espera una propagación de un índice específico, así como las probables intensidades de las señales recibidas.

4. La hora mostrada en las Tablas lo son por el sistema de 24 horas, donde 00 es la medianoche, 12 es el mediodía, 01 es AM (por la mañana) y 13 es PM (por la tarde).

5. Las tablas están basadas en un transmisor con 250 W en CW o 1 kW PEP en SSB, aplicados a una antena dipolo situada a 1/4 de onda sobre el suelo en las bandas de 15 y 10 metros. Por cada 10 dB de ganancia que tenga la antena, el índice de propagación deberá subirse en un punto. Por cada 10 dB de pérdida habrá que reducirlo en igual proporción.

6. Estas predicciones de propagación han sido elaboradas en base a los datos publicados por el Instituto for Telecommunication Sciences de los EE.UU. Dept. of Commerce Boulder, Colorado, 80302.

**Período de validez:  
Diciembre de 1983, Enero y  
Febrero de 1984  
Número de manchas solares  
pronosticadas: 62  
Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil, Chile  
Argentina y Uruguay  
Horas dadas en GMT**

Area de Recepción	10 metros	15 metros	20 metros	40/80* metros
Norte- américa oriental	12-13 (1) 13-16 (2) 16-18 (3) 18-20 (4) 20-21 (2) 21-22 (1)	11-12 (1) 12-14 (2) 14-17 (1) 17-19 (2) 19-20 (3) 20-22 (4)	18-19 (1) 19-20 (2) 20-22 (3) 22-01 (4) 01-06 (3) 06-08 (2)	00-02 (1) 02-07 (2) 07-10 (1) 02-08 (1)*
Norte- américa occidental	15-16 (1) 16-19 (2) 19-20 (3) 20-22 (4) 22-23 (3) 23-00 (2) 00-01 (1)	14-15 (1) 15-17 (2) 17-21 (3) 21-22 (2) 22-23 (3) 23-00 (2) 00-01 (3)	20-22 (1) 22-00 (2) 00-01 (3) 01-03 (4) 03-06 (3) 06-10 (2) 10-15 (1) 15-16 (2) 16-17 (1)	04-06 (1) 06-09 (2) 09-12 (1) 06-10 (1)*
Caribe América Central y países del Norte de Sudamérica	11-12 (1) 12-14 (4) 14-18 (3) 18-19 (4) 19-20 (3) 20-21 (2) 21-22 (1)	10-11 (1) 11-13 (3) 13-17 (2) 17-19 (3) 19-00 (4) 00-02 (3) 02-03 (2)	06-09 (1) 09-11 (2) 11-18 (1) 18-20 (2) 20-22 (3) 22-03 (4) 03-06 (2)	00-02 (1) 02-04 (2) 04-08 (3) 08-09 (1) 02-04 (1)* 04-07 (2)* 07-08 (1)*

\*Horas pronosticadas para aperturas en 80 m

Area de Recepción	10 metros	15 metros	20 metros	40/80* metros
España Norte de Africa y Europa Occidental	09-10 (1) 10-14 (3) 14-16 (4) 16-17 (2) 17-18 (1)	08-09 (1) 09-11 (2) 11-16 (1) 16-17 (2) 17-18 (3)	07-08 (1) 08-10 (3) 10-12 (1) 16-18 (1) 18-20 (2)	00-02 (1) 02-05 (2) 05-06 (1) 02-05 (1)*
Europa Central y Oriental	09-10 (1) 10-12 (3) 12-15 (2) 15-17 (1)	08-09 (1) 09-10 (2) 10-16 (1) 16-17 (2)	07-08 (1) 08-10 (2) 10-11 (1) 16-17 (1)	02-06 (1) 02-05 (1)*
Mediterráneo Oriental y Oriente medio	10-12 (1) 12-14 (2) 14-16 (3) 16-17 (1)	14-16 (1) 16-17 (2) 17-18 (3) 18-19 (1)	18-20 (1) 20-21 (2) 21-22 (3) 22-23 (2)	23-04 (1) 06-08 (1)
Africa occidental	10-12 (1) 12-15 (2) 15-17 (3) 17-18 (2) 18-19 (1)	08-09 (1) 09-11 (2) 11-16 (1) 16-19 (2) 19-21 (3)	18-20 (1) 20-22 (2) 22-02 (4) 02-03 (3) 03-06 (2)	22-00 (1) 00-03 (2) 03-05 (1) 00-02 (1)*
Africa oriental y central	10-13 (1) 13-16 (2) 16-18 (1)	08-16 (1) 16-19 (2) 19-22 (3) 22-23 (2) 23-00 (1)	18-20 (1) 20-22 (2) 22-01 (3) 01-05 (2) 05-07 (3) 07-08 (1)	22-04 (1) 23-01 (1)*
Africa meridional	17-19 (1)	12-16 (1) 16-18 (2) 18-20 (3) 20-22 (4) 22-00 (2) 00-02 (1)	18-20 (1) 20-21 (2) 21-23 (3) 23-02 (4) 02-04 (3) 04-07 (2) 07-09 (1)	22-23 (1) 23-02 (3) 02-03 (2) 03-04 (1) 00-02 (1)*
Asia central y meridional	10-14 (1) 14-16 (2) 16-17 (3) 17-18 (1)	16-18 (1) 18-20 (2) 20-22 (3) 22-00 (1) 03-05 (2)	18-21 (1) 21-23 (2) 23-00 (3) 00-02 (1) 02-04 (2) 04-06 (1)	00-02 (1)
Sureste de Asia	10-12 (1) 23-01 (1)	16-18 (1) 18-20 (2) 20-00 (1)	11-13 (1) 19-21 (1) 00-02 (1)	19-21 (1) 00-02 (1)
Lejano Oriente	22-00 (1) 00-02 (2) 02-03 (3) 03-04 (2) 04-05 (1)	00-02 (1) 02-04 (2) 04-06 (3) 06-08 (2) 08-10 (1)	00-03 (1) 03-05 (2) 05-07 (3) 07-08 (2) 08-09 (1)	00-02 (1) 06-09 (1)
Australasia	08-11 (1) 22-01 (1)	00-02 (1) 02-04 (2) 04-05 (1) 10-11 (1) 11-13 (2) 13-14 (1)	22-00 (1) 03-05 (1) 05-07 (2) 07-10 (3) 10-12 (2) 12-13 (1)	09-12 (1)

\*Horas pronosticadas para aperturas en 80 m

73, George, W3ASK