

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R P.311-18
(09/2021)

**Recopilación, presentación y análisis de
los datos obtenidos mediante estudios
relativos a la propagación de
las ondas radioeléctricas**

Serie P
Propagación de las ondas radioeléctricas



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2021

© UIT 2021

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R P.311-18

Recopilación, presentación y análisis de los datos obtenidos mediante estudios relativos a la propagación de las ondas radioeléctricas

(1953-1956-1959-1970-1974-1978-1982-1990-1992-1994-1997-1999-2001-2003-2005-2009-2013-2015-2016-2017-2021)

Cometido

En la Recomendación UIT-R P.311 se describen los datos experimentales utilizados por la Comisión de Estudio 3 y los criterios de aceptación de los datos. Esta base de datos se utiliza para los modelos de pruebas de propagación examinados por los Grupos de Trabajo de la Comisión de Estudio 3.

Palabras clave

Datos experimentales, propagación de ondas radioeléctricas, recopilación y presentación de datos

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que para el diseño de los sistemas de comunicación es necesario contar con modelos de predicción de la propagación que tengan validez global;
- b) que los datos sobre propagación y radiometeorológicos revisten una importancia fundamental en la elaboración y comprobación de dichos modelos de predicción;
- c) que para facilitar la comparación de datos y resultados conviene recopilar y presentar de manera uniforme los datos relativos a la propagación y radiometeorológicos,

recomienda

que los datos sobre propagación de las ondas radioeléctricas presentados a la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones sigan los principios y formatos que figuran en el Anexo 1.

Anexo 1**Bancos de datos que dan soporte a la evaluación de métodos de predicción**

- 1 Introducción
- 2 Responsabilidades y actualizaciones
- 3 Criterios de aceptación
- 4 Lista de los bancos de datos de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones relativos a la propagación troposférica
 - 4.1 Parte I: Datos relativos a trayectos terrenales con visibilidad directa
 - 4.2 Parte II: Datos relativos a trayectos Tierra-espacio
 - 4.3 Parte III: Datos relativos a trayectos terrenales transhorizonte y a la dispersión por la lluvia

- 4.4 Parte IV: Datos relativos a la radiometeorología
- 4.5 Parte V: Datos relativos al servicio móvil terrestre terrenal
- 4.6 Parte VI: Datos relativos a la radiodifusión terrenal
- 4.7 Parte VII: Datos relativos a los servicios móviles por satélite
- 4.8 Parte VIII: Datos relativos a la vegetación y la edificación
- 4.9 Parte IX: Ruido
- 4.10 Parte X: Datos transionosféricos

1 Introducción

Uno de los requisitos esenciales para obtener métodos fiables de predicción de los efectos de la propagación radioeléctrica es el establecimiento de bancos de datos adecuados por computador. Estos bancos de datos deben:

- contener todos los datos disponibles en un formato adecuado;
- tener aceptación general como fuente de información con la cual realizar pruebas;
- estar fácilmente disponibles.

Por principio, los bancos de datos contendrán únicamente datos que puedan utilizarse para:

- probar métodos de predicción recomendados por la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones (y, naturalmente, que puedan utilizarse para probar otros métodos); y
- la creación y actualización de mapas radiometeorológicos relativos a la predicción de los efectos en la propagación radioeléctrica.

Para los casos especiales en que la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones no ha adoptado ningún método de predicción, en el Anexo de la Recomendación correspondiente figura un cuadro con datos para orientar al lector respecto a los mejores datos medidos actualmente disponibles.

Los actuales bancos de datos se refieren a:

- la evaluación de métodos de predicción de la propagación terrenal con visibilidad directa;
- la evaluación de métodos de predicción de la propagación Tierra-espacio;
- la evaluación de métodos de predicción de la interferencia en los trayectos transhorizonte; o fiabilidad de la propagación en dichos trayectos;
- los datos radiometeorológicos;
- la evaluación de métodos de predicción para el servicio móvil terrestre terrenal;
- la evaluación de métodos de predicción para la radiodifusión terrenal;
- la evaluación de métodos de predicción para servicios móviles por satélite;
- los datos relativos a la vegetación y la edificación;
- el ruido radioeléctrico;
- los datos transionosféricos.

Se insta a las administraciones a que presenten sus datos a la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones y/o al Grupo de Trabajo (GT) pertinente conforme a los requisitos señalados en el presente Anexo. En el § 2 se indica, en líneas generales, los aspectos de carácter más administrativo relacionados con los bancos de datos y el procedimiento para la inscripción de nuevos datos en dichos bancos. El § 3 señala los criterios que deben cumplir los datos facilitados para su aceptación. En el § 4 se presentan todos los cuadros de los bancos de datos.

En esa parte de la dirección web del UIT-R relativa a la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones pueden obtenerse, sin restricciones, los formularios vacíos para incluir en ellos dichos datos, con una descripción detallada del carácter y el formato de los datos requeridos/disponibles. Por otra parte, esas mismas páginas de web contienen todos los bancos de datos disponibles, en forma de hoja de cálculo. La Oficina de Radiocomunicaciones (BR) facilitará a quien lo solicite, copias impresas o en disco flexible de las hojas de formato, así como el registro en disco flexible del banco total de datos.

El Cuadro III-1a es una base de datos independiente que contiene, hasta la fecha, 100 000 mediciones realizadas en 1 326 trayectos. Los datos se obtuvieron con mediciones de una duración comprendida entre 10 min y 1 h. El banco de datos puede también encontrarse en la dirección web de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones.

2 Responsabilidades y actualizaciones

Los bancos de datos están bajo la responsabilidad de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones, que debe aprovechar plenamente tanto las actividades de los GT para las aportaciones técnicas y la gestión como los servicios de la BR para la publicación y distribución. La responsabilidad en cuanto a la precisión y significado de los datos recae en los autores indicados en las referencias y/o en las administraciones que los han suministrado. Sin embargo, para facilitar la transformación de los datos suministrados en datos manejables por computador y garantizar la calidad de los bancos de datos, los datos deberán ser examinados primeramente por el GT correspondiente conforme a los criterios indicados en el § 3. Los datos que no cumplan los requisitos pueden aceptarse tras recabar y recibir la correspondiente información adicional y/o explicaciones adecuadas de la administración que los haya suministrado.

Es necesario examinar constantemente los procedimientos adecuados para el mantenimiento técnico y la producción de los bancos de datos. Se propone asignar cada cuadro del banco de datos a un GT para que lo examine y que los GT pertinentes nombren, para cada cuadro del que son responsables, una persona que coordine las actualizaciones.

3 Criterios de aceptación

Deben examinarse los datos facilitados para su inclusión en los bancos de datos a fin de determinar su idoneidad de acuerdo con los siguientes criterios:

- La información sobre los datos utilizados para la evaluación se facilitará utilizando la plantilla descrita en los documentos pro forma en blanco (definido como Bancos de datos de la CE 3 – Cuadros formateados).
- Todos los datos se facilitarán en forma de archivos informáticos utilizando el formato de archivo que indique la CE 3.
- Ajuste de la información dada a los formatos descritos en el formulario en blanco. En particular, las unidades de medida deben ser coherentes con las indicadas en el cuadro de los formularios de descripción. Se basan, con pocas excepciones, en el Sistema Internacional de Unidades (sistema SI). Para la definición de los términos, véase la Recomendación UIT-R P.310. Se recomienda utilizar copias de los cuadros que figuran en el formulario tanto para el suministro de datos como para añadir información adicional importante en calidad de «Comentarios».
- Para las estadísticas acumulativas del índice de pluviosidad, de la atenuación debida a la lluvia y de la atenuación total recogidas en los Cuadros I-1 y II-1, se exigen datos estrictamente concurrentes. Por datos estrictamente concurrentes, se entiende que el análisis estadístico del índice de pluviosidad y de la atenuación incluirán exclusivamente mediciones

recopiladas durante periodos de tiempo idénticos. Además, si faltan o no se califican como válidos los datos de los periodos de atenuación debida a la lluvia o de atenuación total debido a un fallo o mal funcionamiento del sistema, dichos periodos de datos del índice de pluviosidad se excluirán del análisis estadístico de los Cuadros I-1 y II-1. Se aplicará el mismo procedimiento a los datos de atenuación debida a la lluvia o de atenuación total en caso de periodos no válidos de mediciones del índice de pluviosidad. En cualquier caso, para el Cuadro IV-1 se facilitará la totalidad de las estadísticas de datos de índices de pluviosidad válidos.

- En el caso de estadísticas acumulativas a largo plazo y anuales, el periodo de observación será un múltiplo entero de 12 meses y el equipo estará en funcionamiento el 90% por lo menos del tiempo total consignado.
- Las estadísticas acumulativas del mes más desfavorable y las mensuales (véase la Recomendación UIT-R P.581) deben proceder de todas las estadísticas mensuales del año correspondiente. El equipo estará en funcionamiento por lo menos el 75% de cada mes.
- Exactitud de la interpolación: cuando se conviertan las estadísticas acumulativas medidas al formato pedido (para varios porcentajes fijos), puede ser necesaria la interpolación. Para ello, debe elegirse un número suficientemente elevado de niveles de referencia de tal forma que, para los niveles de referencia interpolados, su probabilidad sea superior a 0,8 e inferior a 1,25. No deben suministrarse los valores extrapolados.
- Para datos de ancho de banda en sistemas terrenales, el margen dinámico del receptor debe ser al menos de 18 dB para tener una relación señal/ruido mínima de 15 dB.

Para las estadísticas del índice de pluviosidad es preferible utilizar un tiempo de integración de 1 min para estar en consonancia con los métodos de predicción de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones.

Los supervisores del examen de los datos suministrados aplicarán los criterios arriba indicados. Sin embargo, en casos especiales pueden aplicarse criterios menos estrictos (por ejemplo, en los fenómenos de multitrayecto, las estadísticas sobre desvanecimiento de la señal muestran una clara tendencia lineal en la cola de la distribución al representarse en forma semilogarítmica, de modo que la interpolación resulta así menos problemática). También conviene aplicar criterios de aceptación menos estrictos cuando los datos estadísticos procedan de una región cuya representación en el correspondiente cuadro de datos resulta difícil. El responsable de la coordinación del cuadro deberá marcar con una señal distintiva los datos aceptados a pesar de no cumplir los criterios de aceptación (debido a las razones indicadas anteriormente); dichos datos pueden suprimirse cuando se haya registrado un número suficiente de datos que cumplan plenamente los requisitos necesarios.

4 Lista de bancos de datos de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones relativos a la propagación troposférica

4.1 Parte I: Datos relativos a trayectos terrenales con visibilidad directa

- Cuadro I-1: Estadísticas de atenuación debida a la lluvia en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-2: Desvanecimiento debido a la propagación multitrayecto y su intensificación en condiciones de visibilidad directa durante el mes medio más desfavorable y con poca anchura de banda
- Cuadro I-3: Datos de diversidad en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-4: Estadística de XPD y CPA en trayectos con visibilidad directa en condiciones de cielo despejado

- Cuadro I-5: Estadísticas de XPD y CPA debidas a la precipitación en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-6: Características del canal multitrayecto y duración de las interrupciones dentro del mes más desfavorable en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-7: Desvanecimiento debido a la propagación multitrayecto y su intensificación en condiciones de visibilidad directa con múltiples saltos durante el mes más desfavorable
- Cuadro I-8: Número de eventos de desvanecimiento y estadísticas de la duración del desvanecimiento en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-9: Estadísticas de la atenuación anual en trayectos con visibilidad directa a longitudes de onda ópticas
- Cuadro I-10: Estadísticas de la atenuación en el mes más desfavorable en trayectos con visibilidad directa a longitudes de onda ópticas
- Cuadro I-11: Estadísticas anuales de diversidad en frecuencia en trayectos con visibilidad directa para enlaces ópticos y de ondas milimétricas
- Cuadro I-12: Estadísticas de diversidad en frecuencia para el mes más desfavorable en trayectos con visibilidad directa para enlaces ópticos y de ondas milimétricas
- Cuadro I-13: Estadísticas de diversidad en el tiempo en trayectos con visibilidad directa
- Cuadro I-14: Estadísticas de atenuación debida a la lluvia combinada y diferencial en trayectos con visibilidad directa

4.2 Parte II: Datos relativos a trayectos Tierra-espacio

- Cuadro II-1: Estadísticas anuales y mensuales de atenuación total, atenuación debida a la lluvia e intensidad de la lluvia por año en trayectos oblicuos
- Cuadro II-2: Estadísticas de atenuación debida a la lluvia dentro del mes más desfavorable en trayectos oblicuos
- Cuadro II-3: Estadísticas de duración del desvanecimiento en trayectos oblicuos
- Cuadro II-4: Estadísticas de diversidad de emplazamiento en trayectos oblicuos
- Cuadro II-5a: Estadísticas anuales de XPD en trayectos oblicuos
- Cuadro II-5b: Estadísticas anuales de XPD condicionadas por la CPA en trayectos oblicuos
- Cuadro II-6: Estadísticas anuales y mensuales del centelleo de amplitud en trayectos oblicuos
- Cuadro II-7: Desviación típica del centelleo en trayectos oblicuos
- Cuadro II-8: Estadísticas de la pendiente de desvanecimiento en trayectos oblicuos
- Cuadro II-9: Estadísticas de diversidad en el tiempo en trayectos oblicuos
- Cuadro II-10: Estadísticas sobre dependencia de la frecuencia instantánea en trayectos oblicuos
- Cuadro II-11: Desviaciones típicas en trayectos oblicuos de la longitud de trayecto diferencial
- Cuadro II-12: Estadísticas de duración del desvanecimiento en trayectos oblicuos

4.3 Parte III: Datos relativos a trayectos terrenales transhorizonte y a la dispersión por la lluvia

- Cuadro III-1: Estadísticas de pérdida básica de transmisión en trayectos transhorizonte con cielo despejado
- Cuadro III-1a: Datos de mediciones puntuales en condiciones de cielo despejado. (Este cuadro es un banco de datos independiente (véase el § 1))
- Cuadro III-2: Dispersión por lluvia en trayectos terrenales
- Cuadro III-3: Distribuciones de probabilidad combinadas del nivel de señal

4.4 Parte IV: Datos relativos a la radiometeorología

- Cuadro IV-1: Estadísticas anuales y mensuales de intensidad de la lluvia
- Cuadro IV-2: Factor de conversión del tiempo de integración de la lluvia
- Cuadro IV-3: Estadísticas anuales y mensuales de temperatura del ruido celeste
- Cuadro IV-4: Estadísticas de la media del cóndice de refracción en la superficie
- Cuadro IV-5: Estadísticas de duración de episodios de lluvia
- Cuadro IV-6: Estadísticas de conductos de evaporación
- Cuadro IV-7: Estadísticas de cobertura de nubes
- Cuadro IV-8: Dependencia de las estadísticas espaciales de la intensidad de lluvia
- Cuadro IV-9: Estadísticas anuales y mensuales del contenido de columna total de vapor de agua
- Cuadro IV-10: Estadísticas anuales y mensuales del contenido de columna total de agua líquida de nubes
- Cuadro IV-11: Estadísticas de los parámetros característicos de las células de lluvia
- Cuadro IV-12: Estadísticas de la distribución del tamaño de las gotas
- Cuadro IV-13: Estadísticas anuales y mensuales del exceso de longitud del trayecto troposférico

4.5 Parte V: Datos relativos al servicio móvil terrestre terrenal

- Cuadro V-1: Estadísticas de banda ancha en el servicio móvil terrestre terrenal
- Cuadro V-2: Estadísticas de banda estrecha en el servicio móvil terrestre terrenal

4.6 Parte VI: Datos relativos al servicio terrenal punto a zona

- Cuadro VI-1: Datos relativos al servicio terrenal punto a zona

4.7 Parte VII: Datos relativos a los servicios móviles por satélite

- Cuadro VII-1: Estadísticas de banda ancha en los enlaces por satélite
- Cuadro VII-2: Estadísticas de banda estrecha en enlaces del servicio móvil marítimo por satélite
- Cuadro VII-3: Estadísticas de banda estrecha en enlaces del servicio móvil terrestre por satélite
- Cuadro VII-4: Estadísticas de banda estrecha en enlaces del servicio móvil aeronáutico por satélite
- Cuadro VII-5: Estadísticas de banda estrecha del desvanecimiento y las duraciones del desvanecimiento en el servicio de radiodifusión por satélite

Cuadro VII-6: Estadísticas de banda estrecha en enlaces aeronáuticos móvil-tierra

Cuadro VII-7: Estadísticas de banda ancha en enlaces aeronáuticos móvil-tierra

4.8 Parte VIII: Datos relativos a la vegetación y la edificación

Cuadro VIII-1: Atenuación debida a la vegetación

Cuadro VIII-2: Pérdida debida a la entrada en edificios

Cuadro VIII-3: Características de pérdida de los materiales

4.9 Parte IX: Ruido

Cuadro IX-1: Ruido radioeléctrico exterior (ruido gaussiano blanco aditivo)

Cuadro IX-2: Ruido radioeléctrico interior (función de distribución acumulativa)

4.10 Parte X: Datos transionosféricos

Cuadro X-1: Índice de centelleo transionosférico en un trayecto oblicuo

Cuadro X-2: Contenido electrónico total en un trayecto oblicuo

4.11 Parte XI: Datos de trayecto de corto alcance

Cuadro XI-1: Pérdida de transmisión básica general en interiores.
