



**ITUWRC**

DUBÁI2023

20 de noviembre - 15 de diciembre de 2023  
Dubái, Emiratos Árabes Unidos

## Oficina de Radiocomunicaciones (BR)

Circular Administrativa  
**CACE/1072**

28 de agosto de 2023

**A las Administraciones de los Estados Miembros de la UIT, a los Miembros del Sector de Radiocomunicaciones, a los Asociados del UIT-R que participan en los trabajos de la Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones y a las Instituciones Académicas de la UIT**

Asunto: **Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones (Propagación de las ondas radioeléctricas)**  
– **Aprobación de 1 nueva Cuestión UIT-R y 3 Cuestiones UIT-R revisadas**

Mediante la Circular Administrativa [CACE/1064](#) de 19 de junio de 2023, se presentaron para aprobación por correspondencia, de conformidad con la Resolución UIT-R 1-8 (§ A2.5.2.3), 1 proyecto de nueva Cuestión UIT-R y 3 proyectos de Cuestión UIT-R revisada.

Las condiciones que rigen este procedimiento se cumplieron el 19 de agosto de 2023.

Como referencia, se adjuntan los textos de las Cuestiones aprobadas en los Anexos 1 a 4 que serán publicados por la UIT.

Mario Maniewicz  
Director

**Anexos: 4**

## Anexo 1

### CUESTIÓN UIT-R 236/3

#### Utilización de métodos de aprendizaje automático en estudios sobre la propagación de las ondas radioeléctricas

(2023)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que, a fin de evaluar las características del canal radioeléctrico de propagación y elaborar modelos conexos, es preciso definir varios parámetros de propagación esenciales;
- b) que, en algunos casos, los parámetros esenciales del canal radioeléctrico de propagación no se prestan a la observación directa y deben inferirse indirectamente (es decir, extraerse) midiendo otros parámetros observables;
- c) que el número de parámetros observables puede ser elevado y que la relación entre los parámetros observables y los del canal radioeléctrico de propagación puede no ser ni lineal y ni unívoca;
- d) que la incertidumbre y los errores de los métodos utilizados para medir los parámetros observables pueden afectar en gran medida a la precisión del proceso utilizado para extraer los parámetros de propagación esenciales;
- e) que, en varios casos, se requieren modelos de propagación que prevean la caracterización estadística del parámetro de propagación en una amplia gama de probabilidades y que, a tal efecto, es necesario recoger y procesar un gran número de muestras;
- f) que, en algunos casos, los modelos de propagación utilizan distribuciones estadísticas conjuntas de numerosos parámetros de entrada;
- g) que el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático y de plataformas de hardware específicas puede brindar a los investigadores la posibilidad de procesar grandes cantidades de datos procedentes de fuentes muy diversas para extraer información de las mediciones;
- h) que es preciso estudiar los criterios de aplicabilidad de estas herramientas a los modelos de propagación;
- i) que, a fin de elaborar modelos de propagación que representen en términos estadísticos todas las condiciones posibles del proceso físico, es necesario que los datos utilizados para elaborar el modelo y ponerlo a prueba sean diferentes;
- j) que los algoritmos de aprendizaje automático pueden utilizarse como métodos de diagnóstico, pronóstico a corto plazo y predicción de los parámetros que afectan a la evolución temporal del canal de propagación radioeléctrica;
- k) que hace años que se utilizan algoritmos de aprendizaje automático para desarrollar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas y que, con los avances de la tecnología informática, numerosos marcos de aprendizaje automático se están difundiendo ampliamente,

*decide* que se estudien las siguientes Cuestiones

- 1 ¿Cómo pueden utilizarse las técnicas de aprendizaje automático como algoritmos para desarrollar métodos de predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas?
- 2 ¿Cómo pueden utilizarse los algoritmos y marcos de aprendizaje automático más avanzados para el desarrollo y la mejora de modelos de propagación de las ondas radioeléctricas capaces de afrontar escenarios y entornos complejos?
- 3 ¿Qué procedimientos garantizarían que un modelo de propagación desarrollado con ayuda de algoritmos de aprendizaje automático representase todas las condiciones posibles, en particular las ajenas al conjunto de datos utilizado para desarrollar el modelo?
- 4 ¿Cuáles son las características de calidad de los datos de entrada que deben evaluarse para su uso en algoritmos de aprendizaje automático en el contexto del análisis de mediciones?
- 5 ¿Qué marcos de aprendizaje automático podrían aplicarse a la propagación de las ondas radioeléctricas, prestando especial atención al análisis de las mediciones?
- 6 ¿Existen ya ejemplos de herramientas de aprendizaje automático que se utilicen para la predicción de la propagación de las ondas radioeléctricas? ¿Qué casos de uso se conocen hasta la fecha?

*decide también*

- 1 que los resultados de los estudios mencionados (en particular en lo que se refiere a los métodos y los datos) se incluyan en Informes, Recomendaciones y Manuales del UIT-R, según proceda;
- 2 que los estudios mencionados se finalicen a más tardar en 2027.

Categoría: S2

## Anexo 2

### CUESTIÓN UIT-R 235-1/3

#### **Los efectos de las superficies electromagnéticas artificiales en la propagación de las ondas radioeléctricas**

(2019-2023)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las superficies electromagnéticas artificiales (SEA) tienen la capacidad de potenciar o atenuar la transmisión y recepción de las señales electromagnéticas;
- b) que se están desarrollando SEA con el fin de ampliar el alcance de las comunicaciones, configurar la zona de cobertura y atenuar el riesgo de interferencia;
- c) la considerable importancia que está previsto que adquieran las SEA para los futuros sistemas y redes inalámbricos, en particular las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) y las redes de área local inalámbricas (WLAN);
- d) que las SEA pueden ser más eficientes desde una perspectiva de costos y energía que la implantación de puntos de acceso o estaciones base adicionales;
- e) que los avances en las SEA podrían reducir la demanda de espectro adicional para los futuros sistemas y redes inalámbricos;
- f) que las SEA podrían implantarse principalmente como parte de los materiales de construcción o de mobiliario;
- g) que la presencia de SEA podría modificar en gran medida las características de propagación a lo largo del trayecto de comunicación;
- h) que las propiedades eléctricas de los materiales de superficie, así como la orientación, el diseño y la estructura de las SEA influyen en la reflexión de las señales y la selectividad de frecuencias;
- i) que la modelización de la reflexión de las señales en las SEA es muy importante para la coexistencia de servicios y la compartición del espectro entre servicios de radiocomunicaciones y entre proveedores de servicios;
- j) que la disponibilidad de bases de datos de SEA facilitará la elaboración de modelos de propagación adecuados para ubicaciones específicas,

*observando*

- a) que la Recomendación UIT-R P.526 ofrece directrices sobre los métodos para calcular los efectos de difracción en obstáculos, en particular los debidos a los materiales y estructuras de construcción;
- b) que la Recomendación UIT-R P.530 proporciona los datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa;

- c) que la Recomendación UIT-R P.1238 proporciona datos de propagación y métodos de predicción para la planificación de sistemas de radiocomunicaciones en interiores y redes radioeléctricas de área local en la gama de frecuencias de 300 MHz a 450 GHz;
- d) que la Recomendación UIT-R P.1407 contiene información sobre diversos aspectos de la propagación por trayectos múltiples;
- e) que la Recomendación UIT-R P.1411 ofrece datos de propagación y métodos de predicción para la planificación de los sistemas de radiocomunicaciones en exteriores de corto alcance y redes de radiocomunicaciones de área local en la gama de frecuencias de 300 MHz a 100 GHz;
- f) que la Recomendación UIT-R P.1812 describe un método de predicción de la propagación para servicios terrenales punto a zona en la gama de frecuencias de 30 MHz a 6 GHz;
- g) que la Recomendación UIT-R P.2040 ofrece directrices sobre los efectos de los materiales y estructuras de construcción en la propagación de las ondas radioeléctricas por encima de unos 100 MHz;
- h) que la Recomendación UIT-R P.2109 contiene modelos estadísticos de las pérdidas debidas a la penetración en edificios,

*decide* que se estudien las siguientes Cuestiones

- 1 ¿Qué métodos permiten describir en detalle las características de las SEA, en particular los reflectores y las estructuras selectivas en frecuencia?
- 2 ¿Qué métodos deterministas y estadísticos pueden utilizarse para modelizar la reflexión de las señales electromagnéticas procedentes de las SEA?
- 3 ¿Qué métodos deterministas y estadísticos pueden utilizarse para modelizar la propagación de las señales electromagnéticas a través de SEA selectivas en frecuencia que actúan como filtro eliminador de banda o como filtro paso banda?
- 4 ¿Cómo afectan las SEA selectivas en frecuencia en los edificios a las transmisiones de interior a exterior y de exterior a interior y cuál es el efecto sobre las pérdidas debidas a la penetración en el edificio/salida del edificio?
- 5 ¿Cuál es el efecto de SEA como los reflectores y las superficies selectivas en frecuencia en las pérdidas de transmisión, pérdidas por difracción, pérdidas debidas a la ocupación del suelo, el apantallamiento y la polarización, en particular las pérdidas por desadaptación de polarización, dispersión de retardo y dispersión angular?
- 6 ¿Cómo pueden utilizarse las bases de datos de SEA y otras informaciones detalladas sobre el trayecto de propagación para predecir la atenuación de la señal, el retardo temporal, la dispersión, la difracción y otras características de propagación?
- 7 ¿De qué manera incide la utilización de frecuencias más altas, en particular en el espectro de ondas milimétricas, en la modelización de las SEA (respecto de parámetros clave como la rugosidad de la superficie y la conductividad)?

*decide también*

que los resultados de los estudios mencionados se incluyan en Recomendaciones y/o en Informes UIT-R y que dichos estudios se finalicen a más tardar en 2027.

Categoría: S3

### Anexo 3

#### CUESTIÓN UIT-R 203-9/3

### **Métodos de predicción de la propagación necesarios para los servicios fijo (acceso de banda ancha), móvil y de radiodifusión terrenal que utilizan frecuencias por encima de 30 MHz**

(1990-1993-1995-2000-2002-2009-2012-2017-2019-2023)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a)* que sigue habiendo necesidad de mejorar e idear técnicas de predicción de la intensidad de campo para planificar o establecer servicios fijo (acceso de banda ancha), móvil y de radiodifusión terrenal que utilizan frecuencias por encima de 30 MHz;
- b)* que para los servicios fijos (acceso de banda ancha), móvil y de radiodifusión terrenal, los estudios de propagación implican la consideración de trayectos de propagación de punto a zona y multipunto a multipunto;
- c)* que en esta gama de frecuencias los métodos actuales se basan en gran medida en datos medidos y que hay una necesidad constante de mediciones de todas las regiones geográficas, especialmente de los países en desarrollo, a fin de mejorar la precisión de las técnicas de predicción;
- d)* que la creciente utilización de frecuencias por encima de 10 GHz requiere que se elaboren métodos de predicción para responder a estas nuevas necesidades;
- e)* que en los servicios de radiodifusión y móvil se están implantando sistemas digitales que entrañan transmisiones de banda ancha;
- f)* que en el diseño de sistemas de radiocomunicaciones digitales deben tenerse en cuenta las señales reflejadas;
- g)* que hay una demanda cada vez mayor de compartición de frecuencias entre éstos y otros servicios;
- h)* que la velocidad máxima del transporte de alta velocidad (por autopista o ferrocarril) está aumentando hasta los 500 km/h,

*decide poner a estudio las siguientes Cuestiones*

- 1 ¿Qué métodos de predicción de la intensidad de campo pueden utilizarse para los servicios fijo (acceso de banda ancha), móvil y de radiodifusión terrenal por encima de 30 MHz?
- 2 ¿Cómo influyen en las predicciones de intensidad de campo y de propagación por trayectos múltiples, así como en sus estadísticas temporales y espaciales:
  - la frecuencia, la anchura de banda y la polarización;
  - la longitud y las propiedades del trayecto de propagación;
  - las características del terreno, incluida la posibilidad de reflexiones con gran retardo provocadas por los promontorios circundantes situados a una cierta distancia;
  - naturaleza del terreno, edificios y otras estructuras artificiales;
  - los elementos atmosféricos;
  - la altura y el entorno circundante de las antenas terminales;

- la directividad y la diversidad de las antenas;
- la recepción móvil, incluidos los efectos Doppler;
- las condiciones generales del trayecto de propagación, por ejemplo, trayectos sobre desiertos, mares, zonas costeras o montañosas y, en particular, zonas sujetas a condiciones de suprarrefracción?

3 ¿En qué medida están correlacionados los datos estadísticos relativos a la propagación a lo largo de los diferentes trayectos y en las distintas frecuencias?

4 ¿Mediante qué métodos y parámetros pueden describirse más adecuadamente la fiabilidad de la cobertura de tales servicios analógicos y digitales, y qué tipo de información, aparte de los datos sobre la intensidad de campo, se requieren a dicho efecto, por ejemplo, la «inteligencia» incorporada a un sistema versátil en frecuencia?

5 ¿Qué métodos y parámetros describen mejor la respuesta a los impulsos del canal de propagación?

*decide también*

que la información disponible se incorpore en revisiones de las Recomendaciones correspondientes o como nuevas Recomendaciones y que los estudios mencionados deberían quedar completados a más tardar en 2027.

Categoría: S2

## Anexo 4

### CUESTIÓN UIT-R 211-8/3

#### **Datos de propagación y modelos de propagación en la gama de frecuencias de 300 MHz a 450 GHz para el diseño de sistemas de radiocomunicaciones inalámbricas de cierto alcance y redes de área local inalámbricas (WLAN)**

(1993-2000-2002-2005-2007-2009-2015-2019-2023)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que se están desarrollando muchos sistemas de comunicaciones personales de corto alcance, que funcionarán tanto en interiores como en exteriores;
- b) que los futuros sistemas móviles (por ejemplo, IMT) ofrecerán comunicaciones personales, tanto en interiores (oficina u hogar) como en exteriores;
- c) que existe una demanda considerable de redes de área local inalámbricas (WLAN – *Wireless Local Area Networks*) y de centralitas privadas empresariales inalámbricas (WPBX – *Wireless Private Business Exchanges*), como lo demuestran los productos disponibles en el mercado y las intensas actividades de investigación;
- d) que es conveniente establecer normas WLAN que sean compatibles con las telecomunicaciones cableadas e inalámbricas;
- e) que los sistemas de corto alcance, que consumen poca potencia, tienen muchas ventajas para el suministro de servicios en los entornos móviles y personales;
- f) que la banda ultra-ancha (UWB) es una tecnología inalámbrica importante que puede tener una considerable influencia en los servicios de radiocomunicaciones;
- g) que es necesario disponer de datos de propagación y modelos de propagación al planificar nuevos servicios fijos y móviles terrestres de corto alcance, incluidas las WLAN en la gama de frecuencias de 300 MHz a 450 GHz, con la debida precaución y las mediciones necesarias y suficientes;
- h) que el conocimiento de las características de propagación dentro de los edificios y de la interferencia ocasionada por múltiples usuarios en la misma zona es crítico para el diseño eficaz de los sistemas;
- i) que, si bien la propagación multitrayecto puede causar degradaciones, también puede resultar útil en un entorno móvil o interior;
- j) que sólo se dispone de mediciones de propagación limitadas en algunas de las bandas de frecuencia que están siendo consideradas para los sistemas de corto alcance;
- k) que la información sobre la propagación en interiores y entre interiores y exteriores también puede ser de interés para otros servicios,

*decide* poner a estudio las siguientes Cuestiones

- 1 ¿Qué modelos de propagación se deben utilizar en el diseño de sistemas de corto alcance que funcionan en interiores, en exteriores y en interiores-exteriores (distancia de explotación inferior a 1 km), incluidos los sistemas de comunicaciones y acceso inalámbricos y las WLAN?



- 2        ¿Qué características de propagación de un canal son las más adecuadas para describir su calidad según el servicio, por ejemplo:
  - comunicaciones vocales;
  - servicios de facsímil;
  - servicios de transferencia de datos (de velocidades binarias altas y bajas);
  - servicios de radiobúsqueda y mensajes;
  - servicios de vídeo?
- 3        ¿Cuáles son las características de la respuesta impulsiva del canal?
- 4        ¿Qué influencia tiene la elección de polarización sobre las características de propagación?
- 5        ¿Qué efectos tiene la calidad de funcionamiento de la estación de base y de las antenas terminales (por ejemplo, directividad, orientación del haz) sobre las características de propagación?
- 6        ¿Cuáles son los efectos de los diversos esquemas de diversidad?
- 7        ¿Cuáles son los efectos de la ubicación de los transmisores y receptores?
- 8        En un entorno interior, ¿cuáles son los efectos de los diferentes materiales de construcción y del mobiliario en lo que respecta al ensombrecimiento, la difracción, y la reflexión?
- 9        En un entorno exterior, ¿cuál es el efecto de las estructuras de los edificios y la vegetación en lo que respecta al ensombrecimiento, la difracción y la reflexión?
- 10       ¿Qué influencias tiene sobre las características de propagación el movimiento de las personas y objetos dentro de una habitación, quizá incluido el movimiento de uno o ambos extremos del enlace radioeléctrico?
- 11       ¿Qué variables son necesarias en el modelo para tener en cuenta los diferentes tipos de edificios (por ejemplo, abiertos, de un solo piso, de varios pisos), en los que están emplazados un terminal o ambos?
- 12       ¿Cómo se puede caracterizar la pérdida de entrada en edificios para el diseño del sistema, y cuál es su efecto en las transmisiones de interiores a exteriores?
- 13       ¿Qué factores se pueden utilizar para la dependencia en frecuencia, y en qué gamas resultan apropiados?
- 14       ¿Cuál es la mejor manera de presentar los datos necesarios?
- 15       ¿Cuáles son los modelos de propagación más adecuados para evaluar el efecto del diseño del sistema tal como la tecnología MIMO (entrada múltiple-salida múltiple)?
- 16       ¿Qué efecto tienen las diferentes modalidades de transporte de alta velocidad (por autopista o ferrocarril) en las características de la propagación?
- 17       ¿Cuáles son los efectos del ensombrecimiento del cuerpo humano?
- 18       ¿Cuáles son los elementos necesarios a fin de estimar las probabilidades de visibilidad directa para su uso en estudios de compartición y compatibilidad?

*decide también*

- 1 que, según se indica en el *considerando g)*, los métodos de predicción desarrollados se basen en las mediciones necesarias y suficientes;
- 2 que los resultados de estos estudios se utilicen para elaborar una o varias Recomendaciones y/o Informes y que dichos estudios se terminen a más tardar en 2027.

Categoría: S3

---