

Espectro: protagonista de la conectividad mundial



Aspectos del XV Congreso Internacional de Espectro 2025, organizado por la Agencia Nacional del Espectro (ANE) y la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM), los días 25 y 26 de agosto en la ciudad de Bogotá.

La creciente demanda de conectividad; la expansión de las redes 5G y el desarrollo de la 6G las cuales se comercializarán a partir del año 2030; el crecimiento exponencial del Internet de las Cosas (IoT) que demandará un mayor número de dispositivos y la constelación de satélites en órbita no geoestacionaria que seguirán apoyando la expansión de la cobertura de banda ancha, son entre otros, los retos que el mundo deberá definir en los próximos años para garantizar la implementación de mecanismos que permitan compartir el espectro de manera más eficiente entre diferentes usuarios y servicios para maximizar su uso.

Se estima que, en el año 2027, las empresas de telecomunicaciones invertirán 342 mil millones de dólares en sus redes, debido a la transición a las tecnologías 5G, 6G y la adopción de nuevos estándares tecnológicos.

De la misma manera, debido al despliegue de infraestructuras para todas estas tecnologías, se estima que las conexiones mundiales superarán los 3.800 millones hacia el 2027.

En el debate de este escenario frente a los retos y desafíos, se concentró el XV Congreso Internacional de Espectro 2025, que la Agencia Nacional del Espectro (ANE) y la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM), organizaron en Bogotá, los días 25 y 26 de agosto con el lema: Espectro estratégico para conectar el futuro, en el cual participaron importantes representantes nacionales e internacionales de gobiernos, industrias, consultoría y academia.

“Se estima que, en el año 2027, las empresas de telecomunicaciones invertirán 342 mil millones de dólares en sus redes, debido a la transición a las tecnologías 5G.”

Importancia de la banda 6 GHz

¿Cuál será el uso futuro de la banda de 6 GHz (5925-7125 MHz)? Por su importancia para la conectividad mundial, este punto ha estado en el centro de la atención del ecosistema digital global en los últimos dos años, debido a las discusiones técnica

La importancia de la banda 6 GHz radica en que puede mejorar significativamente la conectividad para hogares e industrias; cerrar la brecha digital y soportar nuevas aplicaciones como el 5G y 6G, de ahí que la Unión Internacional de Telecomunicacio-

nes (UIT) deberá decidir cuidadosamente su destino para garantizar una infraestructura de telecomunicaciones eficiente en el largo plazo.

La experiencia internacional parece mostrar que el modelo mixto (liberar la porción inferior para uso sin licencia y reservar parte superior para IMT/licencias, con reglas técnicas y mecanismos de protección) ofrece el mejor equilibrio entre innovación, cobertura y protección de incumbentes. A continuación, se relacionan las principales opciones de decisión y una valoración de los principales criterios.

Criterios de la opción	Todo libre	Mixta	Todo licenciado
Promoción de la innovación	5	4	1
Capacidad adicional 5G/6G	1	3	5
Cobertura población/calidad	2	3	5
Riesgo de interferencia	4	2	1
Disponibilidad dispositivos	5	4	2
Impacto económico	4	5	4
Complejidad	2	4	4
Tiempo implementación	Corto	Medio	Medio-largo

Asimismo, la experiencia internacional indica lo siguiente.

- Estados Unidos (FCC): Abrió gran parte de la banda al uso sin-licencia (incluyendo reglas para low/very low power y acceso controlado) y luego extendió permisos VLP al resto de la banda; su enfoque ha impulsado Wi-Fi 6E/7 y dispositivos domésticos, pero requiere mecanismos técnicos que protejan incumbentes.
- China: Asignó la porción superior (≈6425–7125 MHz) para servicios móviles (IMT), priorizando capacidad móvil para 5G/6G en su estrategia nacional. Esto beneficia despliegues móviles, pero limita los usos libres.
- India (TRAI / DoT): Reciente consulta y propuestas para de licenciar la porción inferior
- 5925–6425 MHz y mantener la discusión sobre la porción superior, un ejemplo claro de enfoque mixto.
- Europa/CEPT: Postura prudente y orientada a proteger incumbentes; muchos países europeos trabajan en soluciones técnicas para permitir uso libre en la parte inferior y ser cautelosos con la superior.
- Análisis económico (GSMA/estudios): Muestran que los beneficios socioeconómicos dependen del uso final — en muchos países un enfoque mixto maximiza beneficios totales porque combina innovación local (Wi-Fi/IoT) y capacidad móvil para servicios de amplia cobertura.

Analizando el caso colombiano se tienen las siguientes consideraciones iniciales.

Opción	Ventajas	Desventajas	Viabilidad en el país
Todo libre doc 363490a1.pdf	- Despliegue WiFi 6E/7 - Más dispositivos - Bajo costo de acceso emprendedores y comunidades.	- Posibles conflictos con enlaces fijos, satelitales y servicios incumbentes - Perdida de espectro para servicios móviles 5G/6G - Complejidad en reglas de protección.	Muy recomendable realizar estudios con incumbentes
Mixta: - Libre 5925–6425 MHz (con posibilidad de AFC para operación de mayor potencia), e - IMT en 6425–7125 MHz dependiendo de la demanda Microsoft Word - CP - Backhaul Spectrum (28.05.2025)	- Combina innovación local (WiFi, IoT) con capacidad para servicios móviles - Disminuye riesgo de interferencia (con APC, LPI/VLP y zonas de protección).	Aumenta la complejidad de la regulación.	Permite balance entre innovación e inclusión digital y crecimiento 5G) 6-GHz-IMT-Ecosystem-Demand-Drives-Scale.pdf
Todo licenciado para IMT The socioeconomic benefits of the 6 GHz band: considering licensed and unlicensed options GSMA Intelligence	Facilita despliegue 5G/6G	Innovación limitada y freno a emprendimientos y redes internas.	Prioriza despliegue móvil, pero reduce el acceso libre.

Se considera entonces:

- Realizar un inventario de enlaces fijos y satelitales y realizar pruebas de coexistencia en zonas urbanas y rurales.
- Implementar pilotos AFC para identificar viabilidad de coexistencia [future use of the upper 6 ghz band options paper.pdf](#).
- Definir categorías con potencias diferentes (desde muy baja hasta estándar).
- Si se requiriese, definir zonas de protección para enlaces críticos.
- Realizar consulta pública amplia con academia, operadores, gremios y comunidades

- Promover acuerdos de armonización regional en Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (Citel) y realizar seguimiento a las decisiones de WRC y los análisis de los grupos de trabajo.
- Verificar periódicamente la demanda de servicios 5G/6G y del ecosistema de dispositivos, con el fin de tener más información para las decisiones.

En resumen, se recomienda:

- Realizar un inventario de enlaces fijos y satelitales y ejecutar pruebas de coexistencia en zonas urbanas y rurales.
- Implementar pilotos AFC para identificar via-

bilidad de coexistencia (ver [future use of the upper 6 ghz band options paper.pdf](#)).

- Definir categorías con potencias diferentes (desde muy baja hasta estándar).
- Si se requiere, definir zonas de protección para enlaces críticos.
- Realizar consulta pública amplia con academia, operadores, gremios y comunidades.
- Promover acuerdos de armonización regional en Citel y efectuar seguimiento a las decisiones de WRC y los análisis de los grupos de trabajo.

- Verificar periódicamente la demanda de servicios 5G/6G y del ecosistema de dispositivos, con el fin de tener más información para las decisiones.

Otro aspecto relevante en la discusión de espectro a mediano plazo es sobre la convivencia entre redes GSO y NGSO, especialmente ante la aparición de las mega constelaciones de satélites de baja órbita. Específicamente de la posibilidad o no de modificar la máscara de PFD, protección contra interferencia, actualmente definida en el art. 22 de reglamento de radio de la UIT.



Espectro: Conferencistas nacionales e internacionales hicieron parte del XV Congreso Internacional de Espectro 2025, organizado por la ANE y ACIEM para debatir el presente y futuro de la gestión y planeación del espectro en los próximos años.

Modificación protección contra interferencia artículo 22 reglamento de radiocomunicaciones

La máscara PFD (Power Flux Density mask) del Art. 22 fija límites de densidad de potencia en la superficie de la tierra, producidos por estaciones espaciales (principalmente para proteger servicios terrestres y redes GSO/terrestres frente a señales de sistemas espaciales, en particular NGSO/FSS). Estas reglas se aplican en los procedimientos de coordinación y a las verificaciones realizadas por la Secretaría de la UIT (ver [R15-WRC15-C-0000!!MSW-E](#)).

“Promover acuerdos de armonización regional en Citel y realizar seguimiento a decisiones de WRC y análisis de los grupos de trabajo.”

Opción	Ventajas	Desventajas	Medidas de mitigación
Mantener lo establecido	- Estabilidad jurídica - Protección probada	Riesgo de bloqueo a innovaciones espaciales	Mantener hasta terminar estudios locales, consulta pública y estudios en grupos técnicos regionales de la UIT Visualyse Spectrum Manager
Endurecer la mascara	Mayor protección a usuarios terrestres críticos y menor probabilidad de interferencias provenientes de redes NGSO	- Puede frenar la inversión espacial - Aumenta las disputas e nivel internacional	Realizar estudios de impacto económico y social previo a las decisiones
Flexibilizar la mascara	Facilita despliegue de NGSO y estimula inversiones en dichos servicios	- Posibles interrupciones de servicios sensibles (radio difusión, enlaces fijos críticos) - Conflictos regionales y globales	- Analizar flexibilización limitada (bandas no críticas) - Realizar pilotos amplios - Consultar estudios en grupos técnicos regionales y globales de la UIT
- Reformular el enfoque - Cambiar la forma de verificación: pasar de un simple “mask PFD fijo” a una verificación basada en EPFD, análisis de sistemas reales, y/o introducción de AFC (Automated Frequency Coordination) para permitir potencias mayores bajo control.	EPFD es más realista ya que modela la contribución agregada de sistemas NGSO y es más compatible con nuevas antenas	- Mayor complejidad computacional que equivale a más recursos de la oficina de radio de la UIT y de las administraciones nacionales - Mayor confianza en algoritmos y validación de modelos de ingeniería, acordando muy bien los supuestos del análisis EPFD Part I Overview WRS-2024.pdf	Realizar validación conjunta con UIT y acordar bien los pilotos antes de adoptar decisiones
Solución regional temporal	- Permite experimentar antes de adoptar decisiones - Evita conflictos internacionales y consulta las realidades locales	- Problemas de armonización global e incluso regional - Mayores costos y carga administrativa por regiones	

Como se indica en la tabla anterior, la decisión es en extremo compleja y sujeta a análisis de detalle a nivel internacional. Como antecedentes, se incluye la discusión de EPFD / S.1503 y sus validaciones, en la cual la UIT y la comunidad técnica han desarrollado métodos y software (S.1503) para verificar conformidad de NGSO con Art.22 y el hecho de que existen propuesta y debates desde WRC-23 en varias regiones del mundo (ver [WRC- 23 Road map on space issues](#)).

Es necesario tener en cuenta que esta no es una decisión solamente técnica, sino que implica un equilibrio entre protección a incumbentes, fomento a la industria espacial y armonización internacional. Por ende, se recomienda analizar con prudencia, si migrar pro-

gresivamente hacia un enfoque híbrido EPFD + AFC es aconsejable, manteniendo la estructura protectora del artículo 22.

Para ello, es recomendable realizar validaciones por pilotos, procediendo con un paquete de estudios, pilotos y reglas de transición. Adicionalmente, verificar EPFD con herramientas S.1503, sistemas AFC y análisis de coexistencia.

Por lo anterior, es muy recomendable incluir operadores GSO, NGSO, industria satelital, estaciones terrestres críticas, academia y usuarios finales en consultas públicas y pruebas. Así mismo, es muy importante consultar en detalle los análisis que estén realizando los grupos técnicos de expertos de la UIT. ▲