



**ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS  
ORGANIZATION OF AMERICAN STATES**

**Comisión Interamericana de Telecomunicaciones  
Inter-American Telecommunication Commission**

**47 REUNIÓN DEL COMITÉ  
CONSULTIVO PERMANENTE II:  
RADIOCOMUNICACIONES  
6 al 10 de abril de 2026  
Portsmouth, Dominica**

**OEA/Ser.L/XVII.4.2.47  
CCP.II-RADIO/doc. 6472/26  
19 marzo 2026  
Original: Español**

**NUEVAS PLATAFORMAS DE SOFTWARE BASADAS EN  
TECNOLOGÍAS AVANZADAS Y APOYADAS EN IA PARA REDES DE  
MONITOREO DE PRÓXIMA GENERACIÓN**

**(Punto del temario: 3.3)**

**(Documento presentado por TES America)**

**Impacto en el sector:**

---

Las redes de monitoreo de próxima generación generan información valiosa sobre el uso real del espectro radioeléctrico, permitiendo a las administraciones adoptar decisiones de planificación y regulatorias alineadas con el contexto y las condiciones específicas de cada país. En este enfoque, **la plataforma de software se constituye como el elemento central**, al transformar los equipos de monitoreo en sensores capaces de suministrar de manera continua información sobre el uso del espectro en las diferentes bandas de análisis. La definición de sus características, basada en la extrapolación de implementaciones ya desarrolladas y maduras en la región, permite acelerar su despliegue, maximizar el aprovechamiento de las inversiones existentes y avanzar hacia esquemas más eficientes en la utilización del espectro, como el acceso dinámico, la compartición de frecuencias (spectrum sharing) y el aprovechamiento de frecuencias no utilizadas.

---

## Resumen Ejecutivo:

---

Esta contribución propone especificaciones para plataformas que se consolidan como capas estratégicas en la evolución de las redes de monitoreo hacia redes de próxima generación, desarrollando el concepto de gestión basada en datos (*data-driven*) conforme a los lineamientos de la Recomendación UIT-R SM.2542.

En este marco, se aborda la transición hacia arquitecturas basadas en sensores distribuidos, procesamiento en el borde y plataformas centralizadas, en las cuales la integración, correlación y explotación de información proveniente de entornos heterogéneos se convierte en un elemento clave para soportar capacidades de análisis a escala nacional.

Las plataformas de nivel estratégico (PMNGN) se constituyen como el núcleo de esta arquitectura, al habilitar la evolución de los sistemas de monitoreo hacia entornos orientados a la generación de inteligencia operativa y al desarrollo de capacidades como la inteligencia espacial del espectro. En este contexto, la analítica avanzada y la inteligencia artificial se integran como capacidades habilitadoras dentro de la arquitectura, contribuyendo a optimizar el desempeño y fortalecer el análisis de grandes volúmenes de datos.

La contribución desarrolla principios de diseño, una arquitectura funcional de referencia y un enfoque de especificación basado en criterios neutrales e interoperables, así como una matriz de especificaciones técnicas orientada a apoyar a las administraciones en la formulación de requerimientos. Estas propuestas, fundamentadas en experiencias y casos de éxito en la región, buscan facilitar una evolución coherente, escalable y sostenible de las capacidades de monitoreo del espectro.

---

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Arquitectura basada en sensores y datos.....</b>	<b>4</b>
2.1. Procesamiento distribuido y centralizado.....	4
2.2. Capa de software de nivel estratégico.....	4
2.3. Implicaciones para la especificación de sistemas.....	5
<b>3. Plataformas de Monitoreo para Redes de Próxima Generación (PMNGN).....</b>	<b>5</b>
3.1. Rol de la PMNGN en la arquitectura de próxima generación.....	5
3.2. Arquitectura general de una PMNGN.....	5
3.3. Funcionalidades principales de una PMNGN.....	6
3.4. Inteligencia Espacial del Espectro.....	6
3.5. Relación con el software de control de los equipos.....	7
3.6. Evolución hacia sistemas de inteligencia del espectro.....	7
<b>4. Especificaciones de las Plataformas de Monitoreo para Redes de Próxima Generación (PMNGN).....</b>	<b>7</b>
4.1. Enfoque general de especificación.....	7
4.2. Principios de diseño de una PMNGN.....	8
4.3. Capacidades funcionales requeridas.....	8
4.4. Requisitos de arquitectura funcional.....	9
4.5. Interoperabilidad y relación con software de equipos.....	10
<b>5. Matriz de referencia de especificación técnica neutral – PMNGN.....</b>	<b>10</b>
<b>6. Recomendaciones para la evolución hacia plataformas de monitoreo de próxima generación.....</b>	<b>12</b>

## 1. Introducción

Las redes de monitoreo del espectro radioeléctrico están evolucionando en respuesta a la creciente necesidad de contar con información continua, confiable y oportuna sobre el uso del espectro. Este proceso refleja un cambio estructural en el rol del monitoreo, que pasa de ser una actividad principalmente operativa para convertirse en un componente esencial para respaldar la toma de decisiones regulatorias y de planificación.

En línea con las tendencias identificadas en el Reporte UIT-R SM.2542, esta evolución se orienta hacia enfoques basados en datos (*data-driven*), en los que el valor de las redes de monitoreo radica en la capacidad de las plataformas para generar, integrar y analizar información proveniente de múltiples fuentes.

---

## 2. Arquitectura basada en sensores y datos

En las redes de monitoreo de próxima generación, los sistemas de medición se estructuran como sensores distribuidos que operan como nodos en una red integrada de observación del espectro. Estos sensores capturan información en diferentes bandas de frecuencia, ubicaciones geográficas y momentos del tiempo, generando flujos continuos de datos sobre el uso real del espectro. En este modelo, el énfasis se desplaza desde las capacidades individuales de cada equipo hacia la capacidad del sistema para integrar y explotar la información generada por toda la red.

Este enfoque materializa el concepto *data-driven*, en el que el monitoreo se convierte en un insumo fundamental para la generación de inteligencia del espectro.

---

### 2.1. Procesamiento distribuido y centralizado

Esta arquitectura híbrida permite gestionar grandes volúmenes de datos espectrales en tiempo casi real y constituye la base operativa para el desarrollo de capacidades avanzadas de analítica. Los sensores incorporan capacidades de procesamiento local que permiten realizar análisis preliminares, como la detección de señales o la generación de eventos, reduciendo la cantidad de datos a transmitir y mejorando la eficiencia operativa. Posteriormente, una plataforma central consolida la información proveniente de múltiples sensores, habilitando su almacenamiento, correlación y análisis avanzado a gran escala.

Esta arquitectura híbrida permite gestionar grandes volúmenes de datos espectrales en tiempo casi real y constituye la base para el desarrollo de capacidades de analítica avanzadas.

---

### 2.2. Capa de software de nivel estratégico

Como parte de esta arquitectura, resulta necesaria la incorporación de una capa de software de nivel estratégico, con independencia funcional del hardware, que actúe como núcleo del sistema y permita consolidar la arquitectura de monitoreo de cada administración.

Esta capa tiene como propósito integrar sensores y estaciones de monitoreo de múltiples fabricantes, consolidar información en tiempo real sobre el uso del espectro y transformar dichos datos en inteligencia accionable. Asimismo, permite correlacionar la información de monitoreo con bases de datos regulatorias e incorporar modelos de análisis que facilitan la toma de decisiones.

Es importante diferenciar esta capa del software de control de los equipos de cada fabricante. Si bien este último es necesario para la operación de los sensores, no está diseñado para escalar como una plataforma abierta e interoperable. En consecuencia, debe alinearse con esta capa superior, permitiendo la programación automática de mediciones y el intercambio eficiente de información, sin sustituir las funciones de integración y analítica propias de la plataforma estratégica.

---

### 2.3. Implicaciones para la especificación de sistemas

Este enfoque implica un cambio en la forma en que las administraciones estructuran sus sistemas de monitoreo, lo que requiere una separación clara entre los componentes de hardware y la plataforma de software que consolida la arquitectura del sistema.

En particular, resulta necesario priorizar capacidades como la interoperabilidad, la integración multivendor, la fusión de datos y la analítica, en coherencia con el modelo de redes heterogéneas. Este cambio sienta las bases para el desarrollo de especificaciones técnicas alineadas con las redes de monitoreo de próxima generación, cuyo detalle se desarrolla en los capítulos siguientes.

## 3. Plataformas de Monitoreo para Redes de Próxima Generación (PMNGN)

### 3.1. Rol de la PMNGN en la arquitectura de próxima generación.

En el contexto de las arquitecturas de monitoreo de próxima generación descritas anteriormente, la PMNGN actúa como la capa central encargada de consolidar, procesar y analizar la información proveniente de sensores distribuidos. En este contexto, la analítica avanzada y la inteligencia artificial se incorporan como capacidades habilitadoras en la arquitectura del sistema, orientadas a mejorar el desempeño, la eficiencia operativa y la capacidad de análisis de grandes volúmenes de datos.

Mientras que los sensores capturan datos del entorno radioeléctrico y pueden incorporar capacidades de procesamiento local (edge computing), la PMNGN permite integrar dicha información a nivel de red, habilitando su almacenamiento, correlación y análisis avanzado mediante capacidades centralizadas (cloud computing).

De esta manera, la PMNGN no constituye un elemento adicional de la arquitectura, sino su componente articulador, en el que se materializan la fusión de datos, la analítica avanzada y la generación de inteligencia del espectro.

---

### 3.2. Arquitectura general de una PMNGN

La arquitectura de una PMNGN se construye sobre la base de redes de sensores distribuidos descritas en el capítulo anterior, incorporando una capa central de software encargada de integrar, consolidar y analizar la información generada por dichos sensores.

Desde esta perspectiva, la PMNGN no redefine la arquitectura física de monitoreo, sino que introduce una capa funcional que permite transformar los datos capturados en información estructurada y conocimiento operativo.

Esta plataforma central gestiona el ciclo completo de los datos, incluyendo su recepción, almacenamiento, correlación y análisis, y habilita capacidades avanzadas que no pueden alcanzarse con el uso aislado de los equipos de monitoreo.

En este modelo, el valor del sistema radica en la capacidad de la plataforma para integrar y explotar la información generada por toda la red, más allá de las capacidades individuales de los sensores.

---

### 3.3. Funcionalidades principales de una PMNGN

Una PMNGN debe proporcionar, como mínimo, las siguientes capacidades:

- Integración de sensores y estaciones de monitoreo de distintos fabricantes, facilitando la construcción de redes heterogéneas
- Correlación automática de las mediciones con bases de datos regulatorias de asignaciones y concesiones

- Identificación de emisiones no autorizadas o transmisiones fuera de los parámetros técnicos establecidos
- Análisis de patrones de ocupación del espectro en el tiempo y el espacio
- Generación de información en tiempo real sobre el uso del espectro

Estas funcionalidades permiten evolucionar de un monitoreo basado en eventos hacia un sistema continuo de observación y análisis del espectro.

Estas capacidades consolidan a la PMNGN como el núcleo funcional de la red, lo que permite la transición hacia esquemas de monitoreo continuo, automatizado y orientados a la toma de decisiones.

### 3.4. Inteligencia Espacial del Espectro

Un elemento distintivo de las PMNGN es la incorporación del concepto de **Inteligencia Espacial del Espectro**, que consiste en analizar el comportamiento del espectro considerando de manera integrada sus dimensiones geográficas, temporales y regulatorias.

Este enfoque se basa en la integración de tres componentes principales:

#### a) Datos de monitoreo distribuidos

Sensores desplegados en el territorio que capturan información sobre el uso real del espectro en distintas bandas y momentos del tiempo.

#### b) Información regulatoria

Bases de datos que contienen asignaciones, concesiones y parámetros técnicos autorizados.

#### c) Análisis geoespacial y temporal

Herramientas analíticas que permiten interpretar el comportamiento de las emisiones en función de su ubicación y evolución en el tiempo.

La fusión de estas fuentes de información permite generar capacidades avanzadas como:

- Identificación automática de emisiones no autorizadas
- Detección de subutilización de bandas asignadas
- Generación de mapas dinámicos de ocupación del espectro
- Análisis de tendencias en el uso del espectro

### 3.5. Relación con el software de control de los equipos

Es importante establecer una clara diferenciación entre la PMNGN y el software de control de los equipos de monitoreo.

El software de control es necesario para la operación de los sensores, incluida la configuración de mediciones y la gestión de los dispositivos. Sin embargo, este software no está diseñado para escalar como una plataforma abierta e interoperable, ni para cumplir funciones de integración, de fusión de datos o de analítica avanzada.

En consecuencia, el software de control debe alinearse con la PMNGN, permitiendo la programación automática de mediciones y el intercambio eficiente de información, actuando como una capa operativa subordinada a la plataforma estratégica.

Esto permite desacoplar la evolución tecnológica de la plataforma de la de los equipos, facilitando la interoperabilidad, la escalabilidad y la incorporación de nuevos sensores a lo largo del tiempo.

### 3.6. Evolución hacia sistemas de inteligencia del espectro

Con la incorporación de una PMNGN, la red de monitoreo evoluciona hacia un sistema nacional de inteligencia del espectro, en el que los sensores distribuidos alimentan continuamente una plataforma capaz de generar información estructurada y conocimiento operativo.

Este enfoque permite no solo supervisar el uso del espectro, sino también habilitar modelos avanzados como el acceso dinámico y el *spectrum sharing*, consolidando un enfoque de gestión del espectro basado en información y evidencia.

---

## 4. Especificaciones de las Plataformas de Monitoreo para Redes de Próxima Generación (PMNGN)

### 4.1. Enfoque general de especificación

Las Plataformas de Monitoreo para Redes de Próxima Generación (PMNGN) pueden ser especificadas como una capa de software de nivel estratégico, con capacidad de desacoplamiento entre hardware y software, cuyo propósito es consolidar, correlacionar y transformar la información proveniente de redes heterogéneas de monitoreo del espectro en inteligencia accionable.

En línea con el enfoque data-driven del Reporte UIT-R SM.2542 y las tendencias internacionales, las especificaciones no deben centrarse exclusivamente en características instrumentales de los sensores, sino en las **capacidades funcionales del sistema**, los flujos de información, los resultados regulatorios esperados y la sostenibilidad operativa a largo plazo.

En este contexto, resulta conveniente diferenciar claramente:

- El **software de control de los equipos**, necesario para la operación de cada sensor o estación de monitoreo
- La **PMNGN**, como plataforma superior encargada de la fusión, análisis e inteligencia del espectro

Ambos niveles deben interoperar mediante interfaces abiertas, permitiendo la programación automática de mediciones, el intercambio de información y la integración multivendor sin dependencia tecnológica.

---

### 4.2. Principios de diseño de una PMNGN

Las siguientes características representan principios de referencia comúnmente observados en implementaciones de redes de monitoreo de próxima generación:

- *Independencia del hardware*: la plataforma debe operar con sensores de múltiples fabricantes
- *Interoperabilidad*: integración mediante APIs y protocolos estándar
- *Arquitectura distribuida*: combinación de edge computing y procesamiento centralizado
- *Escalabilidad*: crecimiento sin rediseños estructurales
- *Automatización*: reducción de tareas manuales mediante analítica y generación automática de reportes
- *Orientación a datos*: el monitoreo como fuente continua de información
- *Integración transversal*: articulación entre monitoreo, gestión e ingeniería del espectro

Estos principios garantizan la alineación con redes de monitoreo de próxima generación y contribuyen a reducir la dependencia de proveedores específicos.

---

### 4.3. Capacidades funcionales requeridas

Las siguientes capacidades representan un conjunto de funcionalidades comúnmente asociadas a plataformas de monitoreo de próxima generación, cuya implementación puede variar según el contexto de cada administración:

#### a) Integración de datos multifuente

- Integración de sensores distribuidos (fijos, móviles, portátiles)
- Incorporación de datos de múltiples fabricantes (redes heterogéneas)
- Ingesta de información de sistemas regulatorios (licencias, asignaciones)

*b) Fusión y correlación de información*

- Correlación automática entre mediciones y bases de datos regulatorias
- Identificación de emisiones autorizadas vs no autorizadas
- Asociación de señales con parámetros técnicos y cobertura esperada

*c) Analítica avanzada del espectro*

- Análisis de ocupación por banda, servicio, región y tiempo
- Identificación de subutilización del espectro
- Detección automática de anomalías e interferencias
- Generación de mapas dinámicos de ocupación

*d) Inteligencia espacial del espectro*

- Integración de datos geospaciales y temporales
- Modelos de propagación para análisis de cobertura
- Evaluación espacial del uso real vs uso autorizado

*e) Automatización operativa*

- Programación automática de campañas de medición
- Generación automática de alertas regulatorias
- Producción periódica de reportes nacionales (mensuales, semestrales, anuales)

*f) Soporte a decisiones regulatorias*

- Identificación de espectro no utilizado
  - Evaluación de condiciones para spectrum sharing
  - Soporte a planificación de nuevas asignaciones
  - Evaluación de cumplimiento normativo
- 

#### 4.4. Requisitos de arquitectura funcional

Las PMNGN pueden estructurarse en capas funcionales como las siguientes:

*a) Capa de adquisición de datos*

- Sensores y estaciones de monitoreo
- Software de control de equipos (vendor-specific)

*b) Capa de integración y fusión (PMNGN)*

- Normalización de datos
- Orquestación de mediciones
- Interfaces multivendedor

*c) Capa analítica*

- Procesamiento masivo de datos
- Modelos de análisis espectral y geoespacial
- Algoritmos apoyados en inteligencia artificial

*d) Capa de visualización y explotación*

- Dashboards operativos
- Herramientas de análisis interactivo
- Reportes automatizados

Esta separación garantiza modularidad, interoperabilidad y evolución tecnológica.

---

#### 4.5. Interoperabilidad y relación con software de equipos

Las especificaciones pueden considerar que:

- El software de los equipos de monitoreo es **necesario, pero no suficiente**
- Dicho software debe integrarse con la PMNGN mediante:
  - APIs abiertas
  - Protocolos estándar (ej. SCPI u otros)

- La PMNGN debe poder:
  - o Programar mediciones automáticamente
  - o Solicitar datos en tiempo real o diferido
  - o Integrar múltiples fabricantes sin restricciones

Este enfoque contribuye a minimizar las dependencias tecnológicas y facilita la evolución futura del sistema.

## 5. Matriz de referencia de especificación técnica neutral – PMNGN

Ítem	Componente / Función	Especificación técnica neutral recomendada	Justificación operativa
1	Tipo de solución	Plataforma de software para monitoreo del espectro de próxima generación, orientada a la integración y análisis de datos provenientes de redes de monitoreo, con independencia funcional del hardware.	Contribuye a consolidar redes heterogéneas y evitar dependencia de fabricantes
2	Independencia tecnológica	Capacidad de integración con sensores y estaciones de monitoreo de múltiples fabricantes (multivendor)	Habilita arquitecturas interoperables y sostenibles
3	Interoperabilidad	Soporte de APIs abiertas y protocolos estándar (ej. SCPI u otros equivalentes)	Facilita integración con sistemas existentes y futuros
4	Arquitectura	Arquitectura distribuida que combine procesamiento en el borde (edge) y análisis centralizado (cloud o data center)	Optimiza latencia, eficiencia y escalabilidad
5	Integración de datos	Capacidad de integrar datos de monitoreo, bases de datos regulatorias y modelos de propagación	Contribuye a la correlación técnica y regulatoria
6	Fusión de información	Funcionalidad de correlación de información que permita asociar mediciones con datos regulatorios y parámetros técnicos.	Facilita la identificación de emisiones autorizadas y no autorizadas
7	Analítica del espectro	Herramientas para análisis de ocupación por banda, servicio, ubicación geográfica y tiempo	Contribuye a evaluar uso real del espectro
8	Inteligencia espacial	Capacidades de análisis geoespacial y temporal del espectro, incluyendo mapas dinámicos de ocupación	Facilita decisiones regulatorias basadas en evidencia
9	Detección automática	Soporte para la identificación automatizada de emisiones no autorizadas o fuera de parámetros técnicos.	Reduce tiempos de respuesta y dependencia operativa
10	Automatización	Programación automática de mediciones, generación de alertas y reportes periódicos	Reduce carga operativa y mejora eficiencia
11	Reportes	Generación automática de reportes nacionales de ocupación por banda, servicio y región	Apoya políticas públicas y transparencia
12	Almacenamiento histórico	Capacidad de almacenamiento de datos históricos mínimo de 12 meses	Contribuye al análisis de tendencias y evolución del espectro
13	Simulación	Posibilidad de integración con herramientas de simulación de cobertura e interferencia basadas en datos de monitoreo.	Mejora la planificación y asignación del espectro
14	Visualización	Interfaces gráficas con dashboards interactivos y visualización geoespacial	Facilita análisis técnico y toma de decisiones
15	Escalabilidad	Capacidad de crecimiento modular sin rediseño de arquitectura	Garantiza sostenibilidad a largo plazo
16	Seguridad	Control de accesos, gestión de roles y protección de datos sensibles	Cumple requerimientos regulatorios

Ítem	Componente / Función	Especificación técnica neutral recomendada	Justificación operativa
17	Integración institucional	Capacidad de interoperar con sistemas de gestión del espectro (licencias, asignaciones, NTFA)	Integra monitoreo con gestión
18	Relación con software de equipos	Capacidad de interoperar con software de control de fabricantes para programación de mediciones y adquisición de datos	Contribuye a la coordinación entre capas sin dependencia
19	Inteligencia asistida	Uso opcional de técnicas analíticas avanzadas, incluyendo inteligencia artificial, para la detección de patrones y automatización de procesos.	Mejora detección de patrones y automatización
20	Soporte a decisiones	Herramientas para identificar espectro subutilizado, habilitar sharing y apoyar nuevas asignaciones	Alineado con modelos modernos de gestión

En el contexto de las redes de monitoreo de próxima generación, se observa una tendencia hacia plataformas que operan de forma independiente del hardware, con capacidades de interoperabilidad e integración de sensores de múltiples fabricantes.

En este enfoque, el software de control de los equipos se considera un componente operativo necesario para la gestión de los dispositivos, mientras que las capacidades de fusión, análisis e inteligencia del espectro suelen implementarse en plataformas de nivel superior.

## 6. Recomendaciones para la evolución hacia plataformas de monitoreo de próxima generación

En consideración de las tendencias internacionales reflejadas en el Reporte UIT-R SM.2542, así como de la creciente necesidad de evolucionar hacia redes de monitoreo del espectro basadas en datos (*data-driven*), se reconoce la conveniencia de que las administraciones evalúen, en sus procesos de planificación y adquisición, enfoques que contemplen plataformas de software de nivel estratégico, con capacidades de integración de entornos multivendor.

Este tipo de aproximaciones contribuye a complementar los modelos tradicionales centrados en equipos, favoreciendo la interoperabilidad, la sostenibilidad operativa y la evolución tecnológica de las redes de monitoreo. Asimismo, permiten avanzar hacia esquemas en los que el monitoreo se convierte en una fuente continua de información para la gestión del espectro.

En este contexto, dichas capacidades pueden facilitar la implementación progresiva de modelos avanzados, como el acceso dinámico, el *spectrum sharing* y el aprovechamiento eficiente de frecuencias no utilizadas, fortaleciendo el rol del espectro como recurso estratégico para la conectividad, la innovación y el desarrollo digital de los países.