

BLUE NOTE
MANAGEMENT CONSULTING

**OPENRAN
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN
AMÉRICA LATINA**

2021



BlueNote Management Consulting es una consultora especializada en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones, desarrollando proyectos de estrategia, evaluación de mercado, estructuración de proyectos de inversión, definición de políticas públicas y regulación.



BlueNote posee dos sedes, una en Buenos Aires, Argentina, y otra en Bogotá, Colombia.



BlueNote cuenta con un equipo de consultores con amplia experiencia y formación en el sector de las telecomunicaciones y media, obtenida tanto en labores de consultoría especializada como durante el desempeño de funciones públicas o ejecutivas.

La información contenida en este documento pertenece a BlueNote Management Consulting y al destinatario del documento. La información se relaciona exclusivamente con los comentarios orales y/o escritos y puede ser utilizada exclusivamente por sus destinatarios. La copia, publicación y distribución no autorizada de este material son prácticas estrictamente prohibidas y pueden ser ilegales.



CONTENIDO

LISTA DE ABREVIACIONES.....	5
RESUMEN EJECUTIVO... ¡Error! Marcador no definido.	
INTRODUCCIÓN	7
I. RECOMENDACIONES INTERNACIONALES.....	10
III.A. Organizaciones de la industria	10
III.B. Agremiaciones y reguladores	13
III.C. Fabricantes	16
III.D. Conclusiones	17
II. OPEN RAN: OPORTUNIDADES DE LAS ARQUITECTURAS ABIERTAS EN AMÉRICA LATINA	19
II.A. Open RAN como estrategia para la reducción de la brecha digital	19
II.B. OpenRAN como facilitador para la innovación.....	22
III. DESAFÍOS PARA LA ADOPCIÓN Y DESARROLLO DE Open RAN EN AMÉRICA LATINA	24
III.A. DESAFIOS REGULATORIOS	24
III.B. DESAFÍOS OPERATIVOS	29
III.C. DESAFIOS TÉCNICOS.....	29

IV. PLAN DE ACCIÓN.....	33
-------------------------	----

Referencias	37
-------------------	----

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Internet móvil en América Latina7

Ilustración 2. Open RAN8

Ilustración 3. Actores Open RAN9

Ilustración 4. Escenarios de despliegue de RAN11

Ilustración 5. Arquitectura de referencia O-RAN Alliance12

Ilustración 6. División de capas bajas de la RAN13

Ilustración 7. Reducción de costo mensual por KM2 estimado gracias a despliegues Open RAN; **Error! Marcador no definido.**

Ilustración 8. Despliegues Open RAN en América Latina20

Tabla 1. Lecciones aprendidas de operadores en despliegues Open RAN20

Ilustración 9. Nuevas habilidades requeridas en MNO23

Tabla 2. Reglamentos de Calidad de Servicio25

Tabla 3. Regulación del mercado mayorista26

Tabla 4. Financiamiento de proyectos I&D en telecomunicaciones27

Ilustración 10. 5G en América Latina30

Ilustración 11. Estado de despliegue de fibra óptica en muestra de países31

Ilustración 12. Barreras actuales y solución propuesta33

Ilustración 13. Hoja de ruta35

LISTA DE ABREVIACIONES

Sigla	Descripción
3G	Tecnología de telecomunicaciones móviles de tercera generación
3GPP	Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP, por sus siglas en inglés).
4G	Tecnología de telecomunicaciones móviles de cuarta generación
5G	Tecnología de telecomunicaciones móviles de quinta generación
5G-NR	5G - New Radio
ANATEL	Autoridad Nacional de Telecomunicaciones de Brasil
API	Interfaces de Programación de Aplicaciones
BBU	Unidad de Banda Base
CE	Comunidad Europea
CI/CD	Integración Continua – Entrega Continua
COTS	comercial off-the-shelf : producto de paquete o producto de marca blanca
C-RAN	RAN centralizada
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones de Colombia
CU	Unidad Centralizada
DevOps	Development and IT Operations
DU	Unidad Distribuida
FUNTTTEL	Fondo de Desarrollo Tecnológico de las Telecomunicaciones de Brasil
FUTIC	Fondo Único de las TIC de Colombia
FWA	Acceso Fijo Inalámbrico
GPP	General Purpose Processor
I+D+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones de México
IoT	Internet de las Cosas
IpT	Internet Para Todos (OIMR en el Perú)
MAC	Protocolos de capa 2 para Control de Acceso al Medio
MINTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia
MoU	Acuerdo de Entendimiento
MTC	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú
NFV	Virtualización de Funciones de Red
ODM	Original Design Manufacturer
OEM	Original Equipment Manufacturer
OIMR	Operador de Infraestructura Móvil Rural
PDCP	Protocolos de capa 3 para Convergencia de Datos en Paquetes
PRONATEL	Programa Nacional de Telecomunicaciones del Perú
RAN	Red de Radio Acceso (RAN, por sus siglas en inglés)
RIC	Controladora Inteligente de la RAN
RLC	Protocolos de capa 2 para Control del Enlace de Radio
RRC	Protocolos de capa 3 para Control de Recursos de Radio
RRH	Cabeza de Radio Remota
RRU	Unidad de Radio Remota
RU	Unidad de Radio
SDR	Radio Definido por Software
sSETIC	Subsecretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Argentina
TCO	Total Cost Ownership
TI	Tecnologías de la Información

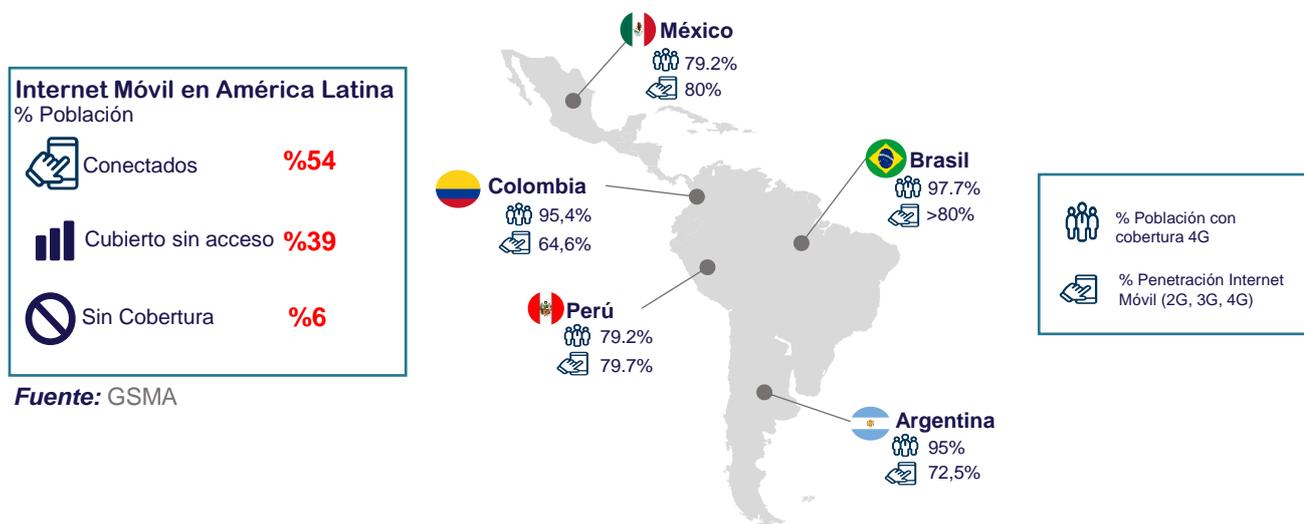
TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TIP Telecom Infra Project

INTRODUCCIÓN

Las redes de comunicaciones móviles han sido fundamentales en la expansión y masificación de la conectividad. A nivel mundial, entre 2014 y 2019 la cantidad de usuarios que usaron Internet móvil pasó de 2.370 millones a 3.780 millones¹, un poco más de la mitad de la población mundial. En el caso particular de América Latina, CISCO proyecta que los usuarios móviles lleguen a 519,9 millones en 2023 (79% de la población)², un crecimiento de 7,8% comparado con el 2018, con cerca de 74,3 millones de conexiones a través de redes 5G (7.3% de las conexiones totales), mientras 4G sería la tecnología preponderante conectando al 50.3% de los usuarios.

A pesar del notable crecimiento de las conexiones móviles y de la expansión en infraestructura de conectividad³, aún América Latina tiene una brecha cercana al 46% de población sin acceso a servicios de Internet Móvil⁴ debido a falta de cobertura de redes (6%) y barreras de adopción (39%); estas últimas asociadas principalmente con baja asequibilidad y habilidades digitales.

Ilustración 1. Internet móvil en América Latina



Fuente: COL (Penetración: MINTIC 2020-4T / Cobertura: GSMA – 2019), PER (Penetración y Cobertura: MTC – 2020), ARG (Penetración: INDEC 2020-4T, Cobertura: GSMA 2019), MEX (Penetración y cobertura: IFT 2020), BRA (Penetración: Anatel 2021, Cobertura: Teleco 10/2020)

Aunque aún existe espacio para el crecimiento de los servicios 4G, las bases para el despliegue de redes 5G ya están establecidas en algunos de los países de la región. Chile llevó a cabo la asignación de espectro en las bandas de 3,5GHz y 26GHz a finales del 2020, y proyecta un despliegue superior a 9 mil estaciones base⁵; Colombia, Brasil, Perú, México y República Dominicana han anunciado el inicio de procesos de subasta de espectro para 5G entre 2021 y 2022, mientras algunos operadores en Colombia⁶, Perú⁷ y Uruguay⁸ han iniciado operaciones comerciales en zonas geográficas acotadas.

Con el objetivo de responder a los retos que representan la brecha de conectividad existente y considerando el futuro despliegue de redes 5G, tanto las administraciones públicas de países latinoamericanos como la industria en general han volcado su interés hacia tecnologías emergentes que permitan obtener despliegues más eficientes en costos y altamente flexibles para adaptarse a diferentes

¹ GSMA (2020). [The State of Mobile Internet Connectivity 2020](#).

² CISCO (2020). [Annual Internet Report 2018-2023](#)

³ En los últimos años se ha reportado una importante expansión en redes de fibra óptica en varios países de América Latina. Según datos de la OECD, Costa Rica creció un 62.2% en despliegue de redes de fibra óptica respecto del año anterior y Chile un 37.6% (tomado de Nota de Prensa [Fibre System](#)). 26 nuevos cables submarinos desplegados en los últimos 5 años para alcanzar un total de 68 cables identificados que conectan zonas de América Latina y el Caribe entre ellas y con otras regiones (CEPAL: [Infraestructura de Internet en América Latina](#))

⁴ GSMA (2020). [The State of Mobile Internet Connectivity 2020](#)

⁵ Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL). Webinar ITU: Colloquium: 5G and Internet Access. ICT Applications and Internet 2021 (ITEC 2021): Emerging Technologies for Connectivity.

⁶ DirecTV anunció el lanzamiento comercial de una red 5G en la banda de 2,6GHz para uso en Acceso Fijo Inalámbrico (FWA) en 2020.

⁷ El MTC autorizó permisos temporales a 3 operadores para proveer servicios comerciales 5G en la banda de 3,5GHz.

⁸ ANTEL fue el primer operador en anunciar la operación comercial de una red 5G en la región de Maldonado en banda milimétrica.

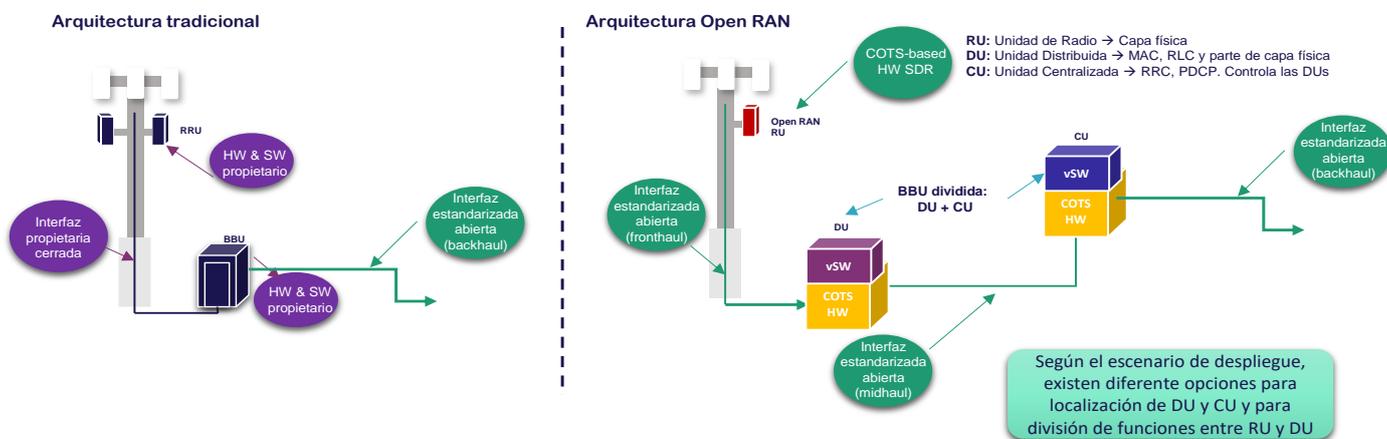
escenarios de cobertura, demanda y tipos de servicios, así como una operación de fácil gestión y rápida escalabilidad y adaptabilidad. En este grupo de tecnologías se destaca la virtualización de funciones de red (NFV, por sus siglas en inglés), computación en la nube, computación de borde, automatización, inteligencia artificial (IA, por sus siglas en inglés), entre otras, la mayoría de estas apalancadas por soluciones basadas en arquitecturas abiertas.

De manera general, las arquitecturas abiertas permiten la integración e interoperabilidad de diferentes desarrolladores o fabricantes de componentes dentro de un mismo producto. Esto involucra diferentes niveles de desagregación y la adopción de estándares abiertos y comunes.

La industria móvil ya viene familiarizada con algunos conceptos como la virtualización de elementos del núcleo de red o red central (ie. Core Network) y controladoras de la Red de Radio Acceso (RAN, por sus siglas en inglés), interoperabilidad entre múltiples fabricantes gracias a interfaces estandarizadas entre la RAN y el Core de la red, soluciones de RAN basadas en hardware de uso común y radio definido por software (ie. soluciones SingleRAN), despliegue centralizado de la unidad de banda base que forma parte de la RAN (ie. C-RAN), entre otras, por lo que la tendencia a soluciones más modulares a nivel de RAN, que desagreguen hardware y software y con interfaces abiertas e interoperables, parece ser una evolución natural. Bajo este contexto, este reporte busca profundizar en las oportunidades que representa para América Latina el desarrollo acelerado de un ecosistema abierto de las redes de radio acceso u Open RAN.

En términos prácticos, Open RAN le permite a un operador desplegar la infraestructura de radio acceso móvil (2G, 3G, 4G, 5G y futuras) con componentes basados en software, sobre hardware de propósito general (General Purpose Processor GPP-based hardware) o hardware comercial de “marca blanca” o *comercial off-the-shelf* (COTS) e interfaces abiertas entre la cabeza de radio remota (RRH, por sus siglas en inglés) o Unidad de Radio Remota (RRU, por sus siglas en inglés), encargada principalmente de la conversión a señales de radiofrecuencia y viceversa, y de la Unidad de Banda Base (BBU, por sus siglas en inglés), en donde se realiza el procesamiento digital de señales y que, con base en el concepto introducido por 3GPP para el estándar de 5G New Radio (5G-NR), se puede subdividir en una Unidad Distribuida (DU, por sus siglas en inglés), encargada de las capas de acceso al medio (MAC) y de los protocolos de Control del Enlace de Radio (RLC, por sus siglas en inglés), además de algunas funciones de capa física, y una Unidad Centralizada (CU, por sus siglas en inglés), responsable de funciones *non-real time* asociadas con los protocolos de convergencia de datos en paquetes (PDCP, por sus siglas en inglés) y Control de Recursos de Radio (RRC, por sus siglas en inglés). La siguiente ilustración compara la arquitectura tradicional para despliegue de la RAN (izquierda) con una arquitectura abierta (derecha) en la que varios proveedores pueden participar fabricando o desarrollando diferentes partes del sistema.

Ilustración 2. Open RAN



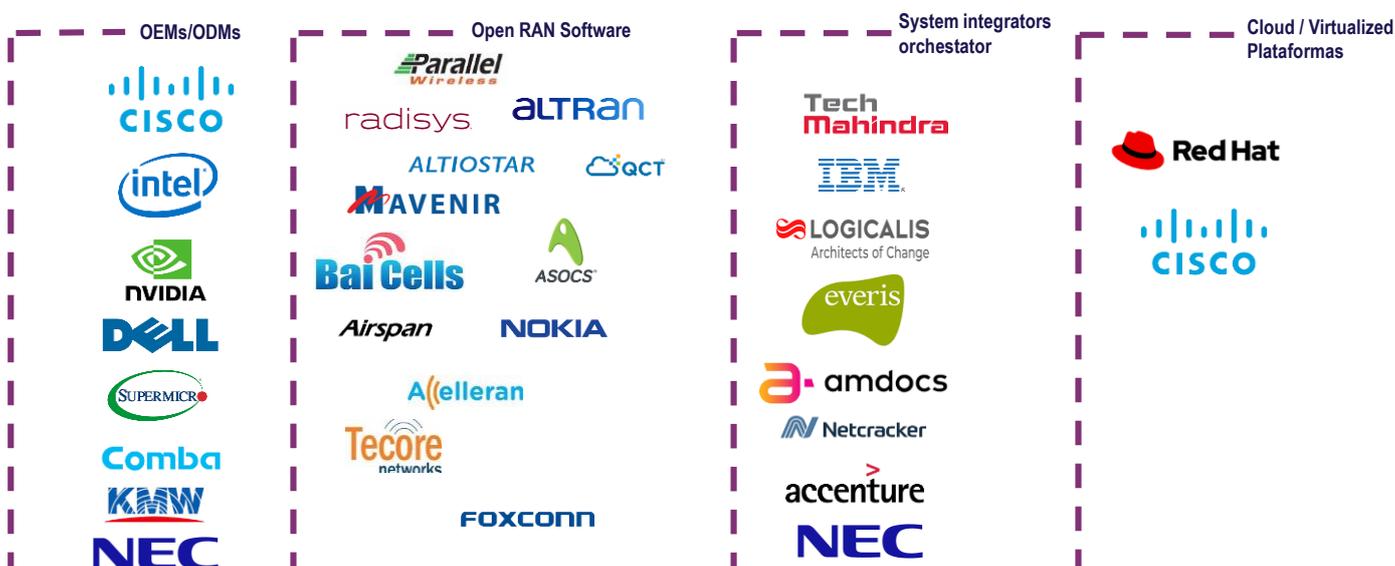
Fuente: Elaboración propia con base en conceptos de O-RAN Alliance

Open RAN, al estar principalmente soportada en software, permite incorporar conceptos propios del mundo TI como software Development and IT operations (DevOps) e Integración Continua – Entrega Continua (CI/CD)⁹, los cuales son claves para los procesos de automatización en la operación de la red. Así mismo, además de proporcionar mayor flexibilidad en las opciones de despliegue por tener una arquitectura más modular, expande el ecosistema de proveedores (pe. ODM/OEM, desarrolladores de

⁹ “DevOps tiene como objetivo acortar el ciclo de vida del desarrollo de sistemas y proporcionar una entrega continua con software de alta calidad. CI permite fusionar el código de trabajo de todos los desarrolladores en una línea principal compartida varias veces al día. CD es la práctica en la que los equipos de software producen software confiable en ciclos cortos que se pueden lanzar (entregar) en cualquier momento, permitiendo actualizaciones bajo demanda sin esperar un ciclo de actualización oficial”. Everything you need to know about Open RAN (Parallel Wireless – 2020)

software, etc.) y de nuevos actores (pe. Fabricantes de procesadores, integradores, etc.). La siguiente ilustración proporciona una visión general, no exhaustiva, del nuevo ecosistema Open RAN.

Ilustración 3. Actores Open RAN



Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó previamente, Open RAN se postula como una evolución natural de las redes de acceso móvil. Un análisis de Omdia estima que el porcentaje de participación de Open vRAN en el mercado LTE y 5G supere el 9% en 2024¹⁰, mientras Rethink Technology Research proyecta que Open RAN estará presente en el 65% de los sitios desplegados al 2026¹¹. Algunos operadores, como Rakuten, Vodafone y Telefónica, han hecho público su interés de promover a gran escala el desarrollo de Open RAN, y se destaca además el Memorando de Entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés) firmado entre Deutsche Telekom, Orange, Telefónica y Vodafone para promover la implementación y despliegue de Open RAN en Europa¹².

El presente reporte abarca una revisión de las recomendaciones y buenas prácticas internacionales para el desarrollo de un ecosistema Open RAN competitivo, seguro y diverso, destacando las visiones de agremiaciones y organismos de estandarización, así como políticas adoptadas por reguladores a nivel mundial. Por otro lado, analiza las oportunidades de Open RAN para América Latina a partir de casos de estudio en implementaciones realizadas en Argentina, Colombia, Perú y a nivel mundial; así mismo propone analizar las condiciones técnicas, regulatorias y comerciales en algunos países de América Latina (Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú) para identificar barreras o desafíos para una rápida adopción de Open RAN en la región.

El reporte concluye con una serie de lineamientos de política pública enfocado en promover y facilitar el desarrollo de Open RAN en la región.

¹⁰ Omdia Quartely Analyst Conference: Mobile infrastructure

¹¹ Everything you need to know about Open RAN (Parallel Wireless – 2020)

¹² <https://www.telefonica.com/en/web/press-office/-/major-european-operators-commit-to-open-ran-deployments>

I. RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Como se mencionó previamente, con el objetivo de promover un ecosistema abierto e interoperable, diferentes agentes de la industria han unido esfuerzos para establecer lineamientos técnicos para el despliegue de redes de radio acceso atendiendo arquitecturas abiertas, así como propuestas de política pública para facilitar este ecosistema. Este capítulo describe las recomendaciones destacadas de estos grupos, así como buenas prácticas de algunos actores de la industria y gobiernos.

I.A. ORGANIZACIONES DE LA INDUSTRIA

En relación con grupos u organizaciones conformados por la industria, los dos que lideran el movimiento de Open RAN son la **O-RAN Alliance**, enfocada principalmente en la estandarización, y el **Grupo OpenRAN de Telecom Infra Project - TIP**, cuyo trabajo se orienta más a temas asociados con el despliegue y operación de la solución, buscando promover el desarrollo del ecosistema y acelerar el despliegue.

TIP fue iniciado por Facebook en 2016 y a la fecha del presente reporte cuenta con más de 500 participantes, entre operadores, fabricantes, desarrolladores, integradores y aceleradores del ecosistema, enfocando esfuerzos en tres áreas estratégicas de la red: Acceso, Transporte y Core & Services. El Grupo OpenRAN de TIP constituye una iniciativa para definir y construir soluciones de RAN (2G, 3G, 4G y 5G) basadas en hardware de fabricante neutral y propósito general, interfaces abiertas y software¹³ acelerando la innovación y la comercialización de la RAN bajo soluciones desagregadas e interoperables que atienda las necesidades o requerimientos del proveedor de servicios. TIP genera declaraciones y recomendaciones relacionados con requerimientos para implementaciones Open RAN adaptado a diferentes escenarios, conduce o contribuye en el desarrollo de pruebas técnicas de soluciones Open RAN facilitando que se demuestre la viabilidad comercial de estas arquitecturas, entre otras actividades para promover el desarrollo del ecosistema¹⁴.

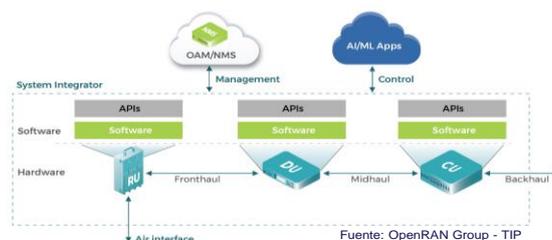
La base de las recomendaciones de OpenRAN toma en consideración los siguientes principios¹⁵:

- Desagregación de la RAN en hardware y software sobre plataformas GPP y proveedor neutral
- Interfaces abiertas entre componentes con hardware y software independientes del proveedor.
- Múltiples opciones de despliegue
- Flexibilidad mediante soluciones multi-vendor o la posibilidad para el operador de elegir “best-of-breed”
- Soluciones implementadas en plataformas virtualizadas o en contenedores
- Innovación mediante la adopción de nuevas tecnologías
- Diversidad de la cadena de suministro

En la visión del Grupo OpenRAN, la arquitectura abierta se puede resumir en hardware de propósito general con software de diversos proveedores, Interfaces de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) e interfaces de *Fronthaul* y *Midhaul* totalmente abiertas e interoperables. Todas estas partes del sistema deben ser integradas para una operación conjunta. De esta manera, OpenRAN constituye también un espacio o vehículo de colaboración entre operadores, fabricantes e integradores para trabajar de manera conjunta reduciendo costos y tiempos en despliegues comerciales basados en Open RAN.

Esto se viene logrando mediante actividades para alinear los requerimientos de la industria y desarrollar una hoja de ruta coordinada, así como proporcionar herramientas y procedimientos para el desarrollo de pruebas técnicas y validación de soluciones a nivel de laboratorio o en campo¹⁶.

En junio de 2021, el grupo MoU OpenRAN de TIP, conformado por los operadores Deutsche Telekom, Orange, Telefónica, TIM y Vodafone, publicaron un documento que detalla las prioridades técnicas de los operadores para avanzar con implementaciones Open RAN¹⁷. Dichas prioridades contemplan diferentes escenarios de despliegue según las necesidades expuestas por los operadores en el documento, en los que varía la localización física de los diferentes elementos de la RAN (ie. RU, DU y CU). Algunos



¹³ <https://telecominfraproject.com/openran/>

¹⁴ Heavy Reading (2020). TIP OpenRAN: Toward Disaggregated Mobile Networking

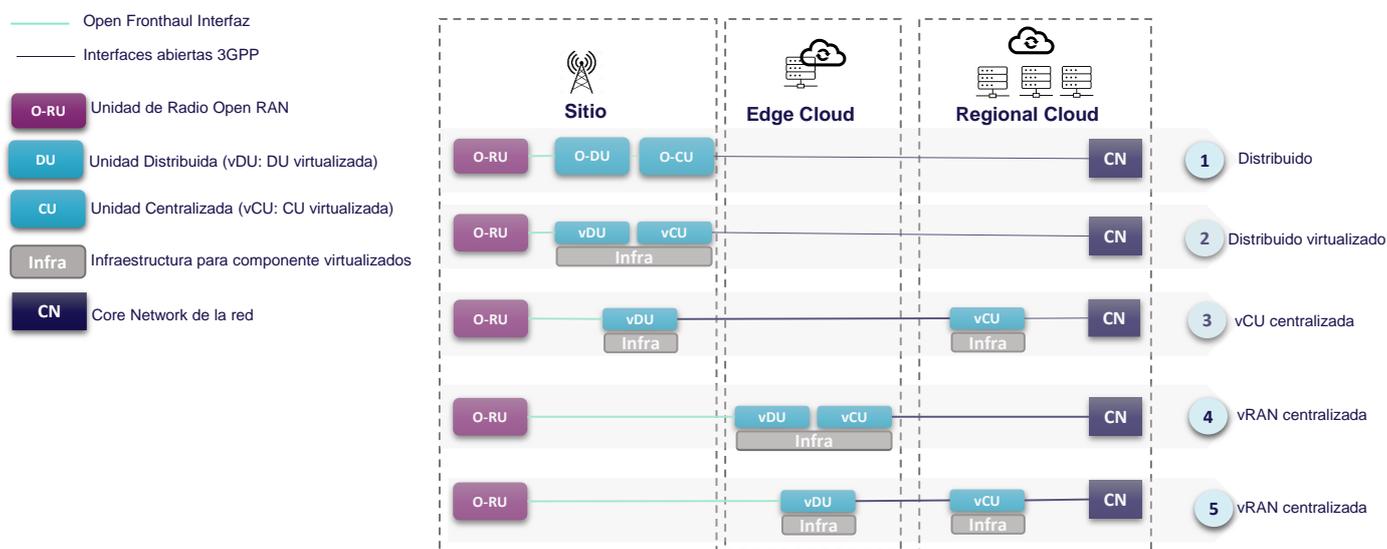
¹⁵ ídem

¹⁶ <https://telecominfraproject.com/openran-project-group-accelerates-development-validation-deployment-openran-solutions/>

¹⁷ OPEN RAN TECHNICAL PRIORITIES definidas por Deutsche Telekom, Orange, Telefónica, TIM and Vodafone. Disponible en <https://telecominfraproject.com/OpenRAN-MoU-Group/>

de estos escenarios son detallados en la siguiente ilustración para redes de cobertura en exteriores y considerando un único operador.

Ilustración 4. Escenarios de despliegue de RAN



Fuente: Grupo MoU OpenRAN (TIP)

El tipo de escenario de despliegue dependerá de las condiciones específicas de cada operador y, en particular, de su estructura de costos en la red de transporte. En la medida que se centralicen más elementos de la RAN, el uso de los recursos de radio acceso podrá realizarse de manera más eficiente, además de requerir menos hardware en el sitio lo que representa una significativa reducción de espacio físico y consumo de energía. No obstante, la centralización de la DU y/o la CU implica una mayor demanda de los enlaces de transporte para responder a las necesidades de capacidad, distancia y latencia requeridas en cada interfaz. Por lo general son condiciones que sólo pueden ser cubiertas con redes de fibra óptica. Las buenas prácticas indican que la DU no puede estar a una distancia superior a 20KM de la RU y la distancia máxima recomendada entre la DU y la CU es de 100KM¹⁸.

Por otro lado, la O-RAN Alliance, fundada en 2018 por AT&T, China Mobile, Deutsche Telekom, NTT Docomo y Orange, tiene como objetivos principales especificar nuevos estándares para una RAN abierta e inteligente, el desarrollo de software abierto para la RAN y apoyar pruebas e integraciones de implementaciones O-RAN. Es importante mencionar que O-RAN Alliance trabaja como un complemento de 3GPP, es decir, se enfoca en la estandarización de elementos o interfaces no cubiertos por el estándar 3GPP.

Las iniciativas de la O-RAN Alliance atienden principalmente los principios de apertura e inteligencia y automatización¹⁹. Esto puede ser visto desde tres elementos principales: i) virtualización, ii) interfaces abiertas y iii) sistemas de operación de red (OSS) y de tarificación (BSS) armonizado.

¹⁸ Presentación RedHat en Open RAN LATAM Forum 2021 de Telesemana

¹⁹ **O-RAN (2020). O-RAN: Towards an Open and Smart RAN.** En 2021, se publicó un conjunto de especificaciones técnicas en áreas de trabajo como: Open Fronthaul (ie. Interfaz abierta entre la RU y la DU); Open Transport, referido a todas las interfaces de la RAN (ie. fronthaul, midhaul y backhaul); Open Hardware, para facilitar el desarrollo de hardware genérico "cajas blancas" para la RAN; Open Stack; Open Cloud; y Open Testing and Integrations Centers (OTICs).

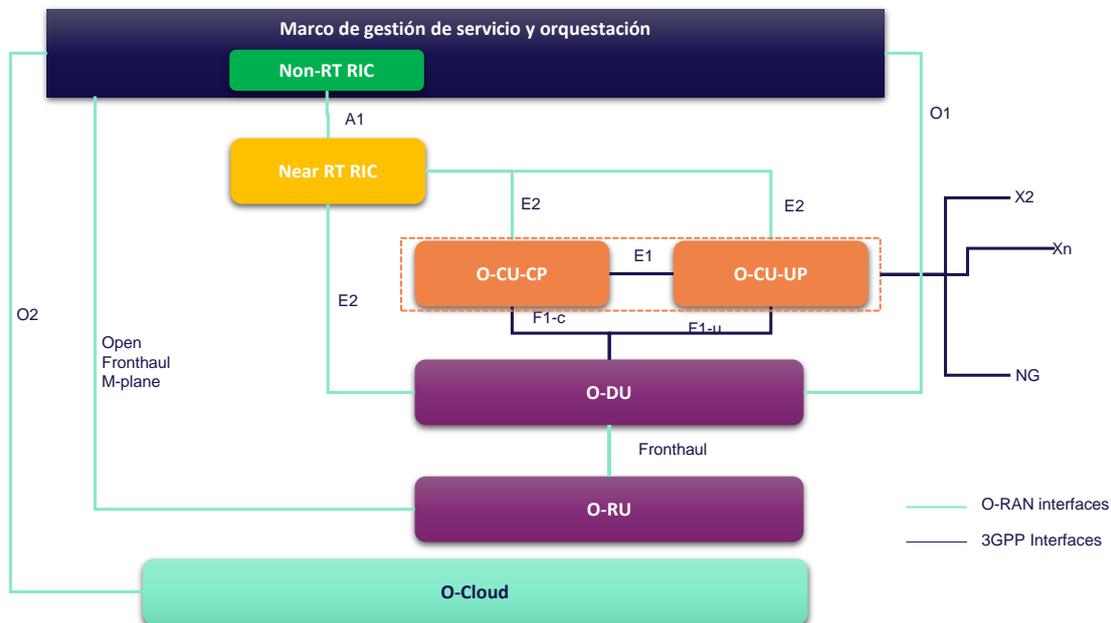
Ilustración 5. O-RAN Alliance

vRAN	<ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de la unidad de banda base se realiza en la nube. El procesamiento de la unidad de radio no se virtualiza. - Escalabilidad dinámica según demanda
Interfaces abiertas	<ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad entre banda base (BBU) y unidad de radio (RRU) de diferentes fabricantes. • Es independiente de la virtualización
OSS/BSS armonizado	<ul style="list-style-type: none"> • OSS/BSS común operando sobre el hardware de múltiples fabricantes.

Fuente: Goldman Sachs (2021)

Por otro lado, O-RAN Alliance introduce el concepto de la Controladora Inteligente de la RAN (RIC, por sus siglas en inglés), con funciones avanzadas de configuración, control y gestión de los recursos de radio acceso mediante el uso de modernos algoritmos de análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje de máquina (AI/ML, por sus siglas en inglés). La RIC se subdivide en dos unidades funcionales: i) Near *real-time RIC* (tareas con latencias < 1seg.), que captura datos de los elementos de la RAN a través de la interfaz E2 y ejecuta funciones de gestión de recursos de radio (RRM, por sus siglas en inglés), detección y mitigación de interferencias, gestión de calidad de servicio (QoS, por sus siglas en inglés), entre otros; y ii) *Non real-time RIC* (tareas con latencia > 1 seg), que se conecta a la capa *Near-RT* de la RIC a través de la interfaz A1 y se encarga de funciones asociadas con la gestión de la política de los servicios, análisis de datos y modelos de entrenamiento para las funciones de la *Near-RT RIC*. La siguiente ilustración describe a alto nivel la arquitectura propuesta por la O-RAN Alliance.

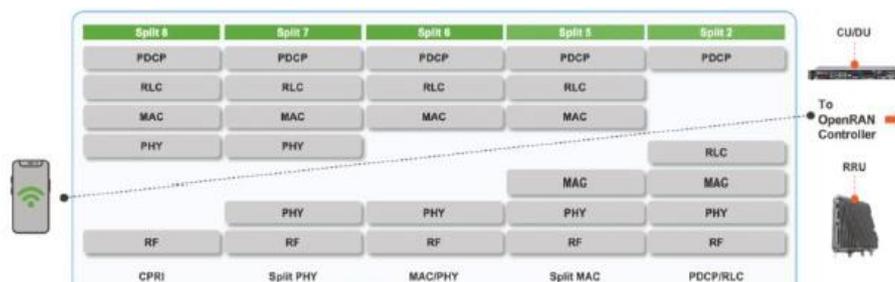
Ilustración 6. Arquitectura de referencia O-RAN Alliance



Fuente: O-RAN Alliance

Finalmente, otro de los aspectos claves en materia de especificación técnica tiene que ver con la subdivisión de funciones en las capas bajas de la red (ie. capa física y de transporte). Dicha subdivisión se refiere a las funciones y protocolos que serán ejecutados en cada elemento de la RAN (ie. RU y DU/CD) y representa una negociación entre el nivel de complejidad de la RU y las necesidades de transmisión de datos en la interfaz de *fronthaul*. La arquitectura presentada en la Ilustración 6 hace referencia al Split 7.2 que deja en la RU solo las funciones de radiofrecuencia y de la capa física baja (ie. IFFT/FFT).

Ilustración 7. División de capas bajas de la RAN



Fuente: Parallel Wireless

La flexibilidad que permite Open RAN facilita su adaptabilidad a diferentes escenarios de despliegue, considerando además las condiciones específicas de cada operador, por ejemplo, la estructura de costos en red de transporte. En este sentido, el potencial uso de Open RAN en escenarios rurales se percibe como una de las mayores oportunidades para la región, particularmente donde las soluciones tradicionales no permiten alcanzar condiciones de sostenibilidad financiera.

I.B. AGREMIACIONES Y REGULADORES

Open RAN se está consolidando como una alternativa real y en la medida que avanzan las pruebas y los despliegues comerciales, también se evidencia la conformación de agrupaciones de las partes interesadas en hacer realidad Open RAN. Agremiaciones globales como Open RAN Policy Coalition o locales como Open RAN do Brasil buscan generar estrategias coordinadas entre los gobiernos y los distintos interesados. Igualmente, se destacan las iniciativas gubernamentales de algunos países que están implementando planes específicos para el desarrollo de Open RAN, los cuales se abordan en este apartado.

La **Open RAN Policy Coalition** es un grupo de empresas formado para educar a los hacedores de política sobre “quien, qué y por qué” de las redes abiertas Open RAN, y promover políticas que impulsen la adopción de soluciones abiertas e interoperables en la RAN, para crear innovación, estimular competencia y ampliar la cadena de suministro de las tecnologías inalámbricas avanzadas, incluida la 5G.²⁰

Lanzada en mayo de 2020, la coalición reúne a 60 compañías globales²¹, entre las que se encuentran Altostar, AT&T, AWS, Cisco, Deutsche Telekom, Facebook, Fujitsu, Google, Hewlett Packard, IBM, Intel, JMA Wireless, Juniper Networks, Mavenir, Nokia, Qualcomm, Samsung Electronics, Telefónica, Verizon y Vodafone.

El grupo busca impulsar Open RAN mediante recomendaciones a los gobiernos enfocadas en 3 tipos de herramientas: fiscales, regulatorias y de colaboración. Algunas de las acciones que recomienda la Open RAN Policy Coalition son las siguientes:

- dar apoyo manifiesto a las soluciones abiertas e interoperables
- otorgar incentivos fiscales a la inversión del sector privado
- dar financiación directa para I+D, pruebas y ensayos
- dar apoyo económico para la inversión en la transición de los operadores hacia redes abiertas
- financiación de capacitación y entrenamiento de mano de obra
- utilizar la contratación pública para apoyar la diversidad de proveedores
- eliminación de obstáculos al despliegue del 5G
- evitar intervenciones regulatorias preceptivas o de mano dura

Open RAN do Brasil es una alianza conformada por CPqD (centro estatal de I+D de Brasil), Cisco, Qualcomm, IBM, NEC, Nokia y Trópico, para tratar de influir al gobierno en favor de redes seguras y abiertas Open RAN. El grupo fue anunciado mediante una carta dirigida a la ANATEL en mayo de este año.

El grupo quiere ser "el interlocutor de la industria, la academia, los poderes públicos y los institutos de investigación y desarrollo con la sociedad para el correcto uso de OpenRAN"²², y tiene como objetivos:

- la creación de un ecosistema de innovación, competitivo y seguro para 5G a través de Open RAN y alinear los esfuerzos de la industria, la academia y los institutos de investigación y desarrollo para satisfacer las necesidades brasileñas de redes seguras y abiertas

²⁰ <https://www.openranpolicy.org/>

²¹ <https://www.openranpolicy.org/about-us/members/>

²² Tomado de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/actores-de-la-industria-crean-alianza-para-fomentar-open-ran-en-brasil>

- promover la interoperabilidad y la rápida adopción de soluciones a través de la armonización de especificaciones para Brasil y contribuir a la definición de un marco regulatorio y políticas públicas para la adopción de soluciones basadas en OpenRAN
- proponer incentivos para impulsar la cadena de valor de los servicios de software y hardware, incluidos los semiconductores asociados a la tecnología OpenRAN

En cuanto a iniciativas gubernamentales de fomento a Open RAN, se destacan las siguientes:

BRASIL

En mayo de 2021 inició labores el Grupo de Trabajo creado por el regulador de **Brasil**, ANATEL, con el gobierno, la academia, los proveedores y la industria para evaluar los aspectos, financieros y tecnológicos del modelo de redes de acceso abiertas Open RAN.

El grupo de trabajo debe preparar en un plazo de 24 meses un informe final sobre los aspectos relevantes desde el punto de vista normativo y competitivo del estándar Open RAN, y ya cuenta con 130 participantes, entre los que se encuentran representantes de operadores, grandes empresas tecnológicas, proveedores de hardware, software y servicios y la academia.

Anatel está en proceso de elegir las universidades que van a hacer los estudios de Open RAN en Brasil, cuyas conclusiones serán insumo para proponer regulaciones o fomentar esta tecnología²³. Mientras esto sucede, el grupo de trabajo se ha estado reuniendo para dar las primeras discusiones sobre los asuntos relativos a OpenRAN.

Por el momento de las reuniones se infiere que la industria y el regulador coinciden en que el uso de Open RAN debe ser impulsado por el mercado, sin intervención regulatoria, solo impulsando algún tipo de "sandbox" que facilite la certificación de nuevos equipos, y que la intervención del gobierno debería limitarse a generar incentivos, incluidos los económicos.²⁴

A nivel de la industria, actualmente Telefónica está llevando a cabo dos pilotos en Brasil en las ciudades de Petrolina y Juazeiro, en Bahía y TIM trabaja con Telecom Infra Project (TIP) e Inatel en un laboratorio con redes de prueba abiertas para 4G y 5G para evaluar y optimizar las nuevas soluciones.

También IBM, FLEX y FIT montaron un moderno centro de investigación y pruebas para evaluar formas de impulsar tecnologías de nube híbrida abierta en redes móviles 5G en América Latina. Ubicado en Sorocaba, el centro utiliza arquitecturas abiertas, como Open RAN, en un entorno simulado para que las empresas prueben sus innovaciones.²⁵

JAPON

En junio de 2020 el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones de **Japón** (MIC, por sus siglas en inglés) lanzó su estrategia *Beyond 5G - Roadmap towards 6G*, para promover la cooperación público-privada en I+D de la tecnología de sexta generación (6G) en el país. La estrategia presenta medidas en tres áreas:

- I+D,
- propiedad intelectual y normalización, y
- despliegue

Dentro de las medidas especificadas para el área de propiedad intelectual y normalización, se incluye el fomento de las arquitecturas abiertas y la virtualización.

En diciembre de 2020 se creó el *Beyond 5G Promotion Consortium* para promover la estrategia mediante la colaboración de la industria, la academia y el gobierno. Forman parte empresas como NTT, NTT DOCOMO, Rakuten Mobile, Softbank, KDDI y la Universidad de Tokio.

La estrategia incluye el fomento de Open RAN mediante:

- incentivos fiscales para que los operadores adquieran equipos 5G compatibles con O-RAN en confiabilidad/seguridad, estabilidad de la oferta y apertura

²³ <https://www.telesintese.com.br/universidades-vaio-elaborar-estudos-para-a-anatel-sobre-o-open-ran/>

²⁴ Según nota de prensa de Teletime en <https://teletime.com.br/16/06/2021/autorregulacao-para-certificacao-e-consenso-no-qt-do-open-ran-na-anatel/>

²⁵ <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/ibm-flex-e-fit-annunciam-centro-de-solucoes-5g/>

- inversión en I+D para pruebas Open RAN. EL MIC lanzó un proyecto para pruebas de interoperabilidad junto con Fujitsu, NEC, NTT DOCOMO y Yokosuka Research Park (YRP)
- apoyo financiero para demostraciones de interoperabilidad y virtualización en 5G para aportar a la discusión e intercambiar conocimientos en asociaciones internacionales como O-RAN Alliance

También el MIC junto con el *National Institute of Information and Communications Technology* (NICT, por sus siglas en inglés) crearon el *Beyond 5G New Management Strategy Centre* para la colaboración entre la industria, la academia y el gobierno con el fin de adquirir y estandarizar estratégicamente la propiedad intelectual.

REINO UNIDO

En septiembre de 2020 el gobierno del **Reino Unido** creó la *Telecoms Diversification Task Force* que incluye la participación de Vodafone, Openreach y expertos de la industria y la academia para poner en práctica y guiar el desarrollo e implementación de la *Supply Chain Diversification Strategy* que fue lanzada posteriormente, en diciembre de 2020²⁶.

La estrategia de diversificación abarca una visión a largo plazo para una cadena de suministro de telecomunicaciones más segura e innovadora, menos dependiente de un pequeño número de proveedores multinacionales y más accesible para los nuevos participantes en el mercado. Nace en el marco de la *Telecoms Security Bill* de noviembre de 2020²⁷ que regula la participación de “*high risk vendors*” en las redes de telecomunicaciones (a partir de septiembre de 2021 no se puede instalar más redes de vendedores riesgosos y su participación en el total de redes no puede ser superior al 35% en 2023, para ser completamente removidas en 2027).

La Task Force emitió sus recomendaciones al Congreso, basadas en 4 prioridades:

- influir en los organismos de normalización de las telecomunicaciones para fomentar las mejores prácticas en materia de seguridad y redes abiertas
- crear el entorno adecuado para la diversificación mediante políticas gubernamentales y regulatorias
- identificar intervenciones e inversiones para acelerar el desarrollo y la adopción de la tecnología Open RAN
- identificar oportunidades para invertir en investigación e innovación a largo plazo con el fin de construir la capacidad del Reino Unido para las generaciones actuales y futuras de la tecnología de las telecomunicaciones

A partir de allí se han ido desarrollado acciones puntuales para acelerar el desarrollo de Open RAN, tales como:

- en julio de 2021 gobierno lanzó *Future RAN*²⁸ una convocatoria abierta que financiará proyectos innovadores de I+D que incluyan tecnología Open RAN. La iniciativa, que distribuirá hasta 30 millones de libras esterlinas, busca financiar proyectos que apoyan los objetivos de la estrategia de diversificación del gobierno. El objetivo de la competencia es incentivar la creación de nuevos productos y servicios para desbloquear todo el potencial de Open RAN;
- también se creó el proyecto NeutrORAN junto con NEC, para probar y demostrar una solución de host neutral de múltiples operadores utilizando un ecosistema Open RAN²⁹;
- se lanzó el *SmartRAN Open Network Interoperability Centre (SONIC) Labs*³⁰, un nuevo laboratorio de alta tecnología para diversificar sus cadenas de suministro y acelerar la adopción de la tecnología Open RAN en 5G. Tiene dos sedes, una en Londres y otra en Brighton. Permitirá a los fabricantes de equipos de telecomunicaciones examinar cómo se comporta su equipo en una red móvil totalmente interoperable y tecnológicamente neutra;
- en abril, el Reino Unido lanzó 5G Create, una competencia abierta dentro de su programa de pruebas y ensayos 5G. La competencia pone a disposición 30 millones de libras esterlinas de fondos gubernamentales y privados para desarrollar capacidades técnicas 5G y nuevos casos de uso. Dentro de los ganadores hay proyectos de infraestructura 5G de acceso abierto.

²⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/5g-supply-chain-diversification-strategy/5g-supply-chain-diversification-strategy>

²⁷ <https://www.gov.uk/government/collections/telecommunications-security-bill>

²⁸ <https://www.gov.uk/guidance/future-ran-diversifying-the-5g-supply-chain>

²⁹ <https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/uk-moves-lead-open-ran-5g-connectivity/>

³⁰ <https://www.digicatapult.org.uk/for-startups/other-programmes/sonic>

ESTADOS UNIDOS

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) de **Estados Unidos** y la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA, por sus siglas en inglés) han sido abiertas en su apoyo a promover el desarrollo de Open RAN, especialmente de cara al despliegue de 5G. En el “Aviso de Consulta” publicado por la FCC el 24 de febrero del 2021³¹ se reconoce a Open RAN como el potencial camino para promover la innovación en 5G, generando mayor seguridad en las redes, expandiendo la diversidad de fabricantes, permitiendo arquitecturas de red más flexibles y reduciendo los volúmenes de inversión y costos operativos de las redes³².

En respuesta a dicha consulta, la NTIA respondió destacando su apoyo a expandir la diversidad de fabricantes y reconociendo que las arquitecturas abiertas e interoperables, como Open RAN, con un componente necesario para alcanzar dicha diversificación³³. En dicho documento se reconoce también el rol relevante del gobierno para facilitar esta iniciativa liderada por la industria. Temas como apoyar iniciativas de investigación y desarrollo enfocado en pruebas de interoperabilidad, desempeño y seguridad, además de apoyar a la industria en el desarrollo de los estándares que aseguren la interoperabilidad de los sistemas. Así mismo, se destaca la relevancia de la cooperación y coordinación internacional.

En esta misma línea, en noviembre de 2020 el Congreso de los Estados Unidos publicó un proyecto de ley soportado en la Ley de Telecomunicaciones Aliadas Estratégicas de 2020 o la Ley de Telecomunicaciones de EE.UU para establecer un programa a través del cual el Departamento de Comercio otorgará subvenciones para apoyar el despliegue y uso de redes Open RAN 5G en todo Estados Unidos³⁴. Las subvenciones otorgadas en virtud del programa deberán, entre otras cosas, (1) promover la tecnología que mejorará la competitividad en las cadenas de suministro de redes Open RAN 5G, (2) acelerar el despliegue de equipos de red abierta y (3) promover la inclusión de seguridad características que mejoran la integridad y disponibilidad de dicho equipo.

A nivel de la industria de los EE. UU., el proveedor regional Inland Cellular y Dish han dado a conocer sus planes para hacer despliegues comerciales de Open RAN.

ALEMANIA

Los operadores **Alemanes**, Deutsche Telekom y Telefónica, han sido grandes promotores de Open RAN. DT cuenta con un TIP Community Lab y en sus planes se encuentra un Centro de pruebas de integración para validación de las soluciones RU-DU compatibles con O-RAN³⁵. Tanto DT como Telefónica han anunciado planes de despliegue comerciales Open RAN en pequeñas poblaciones de Alemania³⁶, involucrando múltiples partners tecnológicos: Dell, Intel, Altostar, NEC, Red Hat, Nokia, Mavenir, entre otros.

A nivel de gobierno, en enero se lanzó un paquete de ayuda como estímulo para recuperación de la economía por 130 billones de euros que incluye iniciativas específicas relacionadas con investigación y desarrollo en AI, expansión de cobertura 5G y nuevas tecnologías 6G y Open RAN, con un presupuesto aproximado de €9 billones³⁷. Todo esto en el marco de un discurso enfocado en la seguridad de las redes y fortalecimiento de la soberanía digital alemana.

I.C. FABRICANTES

Como se ha mencionado, Open RAN es un movimiento liderado por la industria y la cooperación y coordinación entre operadores y fabricantes es un punto esencial para facilitar el desarrollo del ecosistema. Existe un consenso en la relevancia de estas arquitecturas para responder al cierre de la brecha digital en América Latina y se espera que las zonas rurales sean los escenarios priorizados para las implementaciones de Open RAN³⁸.

CISCO reconoce como factores claves de Open RAN el uso de interfaces abiertas que permite una diversidad de fabricantes generando un ecosistema más robusto con competitividad en la innovación, la desagregación del software y hardware permite los

³¹ Disponible en <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-370266A1.pdf>

³² Numeral 2 del NOTICE OF INQUIRY: Promoting the Deployment of 5G Open Radio Access Networks (Feb, 24 2021)

³³ NTIA (Jul, 26 2021) https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_comments_-_open_ran_noi_gn_21-63_7.16.21.pdf

³⁴ <https://www.congress.gov/bills/116/congress/house/bills/6624/related-bills>

³⁵ Heavy Reading (2020). TIP OpenRAN: Toward Disaggregated Mobile Networking

³⁶ Deutsche Telekom anunció planes para implementar una solución Open RAN para cubrir la ciudad de Neubrandenburg, una ciudad de unos 65.000 habitantes en 2021 (<https://www.telecomtv.com/content/open-ran/deutsche-telekom-preps-2021-open-ranrollout-40429/>). Telefónica Alemania anunció que inició un proyecto piloto Open RAN en el Ciudad bávara de Landsberg (con unos 28.000 habitantes) (NTIA, 2021)

³⁷ <https://www.telcotitans.com/deutsche-telekomwatch/deutsche-telekom-vodafone-clap-130bn-german-stimulus/1746.article>

³⁸ Operadores como Vodafone, Orange, Telefónica e Inland Cellular llevaron a cabo pilotos o despliegues comerciales de Open RAN en localidades rurales.

modelos basados en la nube impulsando la eficiencia operacional, y favorece un acelerado *time-to-market* de nuevos servicios; así mismo, Open RAN facilita la optimización de servicios y de la red gracias a una infraestructura RAN altamente programable y reduce los costos de instalación y operación de red (*TCO: Total Cost Ownership*) entre un 20% y 40% comparado con los despliegues tradicionales³⁹. Open RAN tiene un potencial tanto en zonas rurales como en zonas periurbanas con población de bajos ingresos que requieran soluciones de acceso a servicios móviles altamente eficiente en costos.

En entrevistas o declaraciones públicas de jugadores relevantes como CISCO, NEC, Intel, Nokia, Parallel Wireless, IBM, RedHat y AltioStar, se destacan los siguientes aspectos.

- Si bien el desarrollo de Open RAN en América Latina se va a dar de manera natural porque responde a una necesidad de los operadores de red, los gobiernos y reguladores pueden jugar un rol relevante como facilitadores de dicho ecosistema. En todo caso, dicho rol debe tener una orientación hacia una política de incentivos, flexibilización y eliminación de barreras regulatorias.
- Open RAN expande ampliamente las opciones de soluciones a nivel de RAN permitiendo contar con alternativas acotadas para cada escenario de despliegue, por ejemplo, zonas rurales con muy baja densidad poblacional. Sin embargo, este potencial debe estar acompañado de flexibilidad regulatoria y de mercado. Hay aspectos relevantes como niveles de calidad de servicio en zonas rurales, requerimiento de funcionalidades de red específicas y no aplicables para ciertos escenarios, requerimientos de captura de información sobre desempeño de red (ie. indicadores de desempeño de red – KPI, por sus siglas en inglés), flexibilidad en el mercado mayorista (pe. mercado secundario de espectro, cesión de espectro en zonas geográficas, compartición de infraestructura activa), entre otros.
- El desarrollo de habilidades y conocimiento local es una estrategia necesaria. Para ello, el financiamiento de programas de investigación y desarrollo ha sido una práctica en otros países como Japón, Reino Unido, Alemania y Estados Unidos. Los laboratorios para pruebas de interacción y evaluación de escenarios de despliegue pueden facilitar la generación de conocimiento local, pero su implementación debe hacerse de manera eficiente, por ejemplo, a través de acuerdos con los grandes laboratorios de empresas como CISCO, NEC, Intel, DT, etc⁴⁰.
- Las políticas fiscales para importación de equipos tecnológicos y software, así como los requerimientos de certificados u homologación de equipos de la RAN no deben convertirse en barreras para pequeños desarrolladores y fabricantes.
- Las políticas de incentivos para el desarrollo de la industria nacional deben considerar el nivel de madurez del mercado local, por ejemplo, para el caso de la industria de desarrollo de software algunos países como Colombia y Argentina han avanzado significativamente.

En cuanto a hoja de ruta tecnológica, empresas como Parallel Wireless ya cuentan con soluciones 4G Open RAN comercialmente desplegadas y espera lanzar los productos 5G Open RAN en 2021. CISCO cuenta con las soluciones de la línea Nexus 9000 que permite el despliegue de soluciones 5G bajo los estándares de la O-RAN Alliance⁴¹, así como los enrutadores de Fronthaul NCS540 que soporta el split 7.2x⁴². Intel proyecta finalizar en 2021 el desarrollo de FlexRAN como arquitectura referencial de Software para habilitar la construcción de RAN 4G/5G sobre infraestructura de Intel, incluyendo soluciones en la nube y totalmente virtualizadas. Qualcomm también ha lanzado al mercado plataformas para 5G RAN que cumple con la estandarización O-RAN⁴³.

I.D. CONCLUSIONES

Conforme se mencionó previamente, el desarrollo de Open RAN está marcado por una necesidad propia de la industria por contar con un ecosistema de proveedores más robusto, diverso y competitivo, que le permita una fácil adaptación a los cambios del mercado, los nuevos modelos de negocio y los diferentes escenarios de despliegue y operación de redes. Esto se apalanca en los principios de neutralidad tecnológica, comúnmente adoptado en los países de América Latina, y en los planes de conectividad y transformación digital que se vienen adelantando y a los cuales se hará referencia más adelante en el documento.

Ahora bien, con base en las experiencias internacionales y recomendaciones analizadas en el presente capítulo es posible concluir sobre tres líneas de acción relevantes para favorecer el desarrollo de Open RAN con un rol activo de los gobiernos y reguladores.

- Promoción de la **Investigación & Desarrollo** en Open RAN mediante el financiamiento de programas de investigación, desarrollo de laboratorios locales o facilitando y financiando pruebas técnicas para evaluación del desempeño de soluciones Open RAN para diferentes escenarios. Este tipo de iniciativas debe estar acompañado de

³⁹ Wenger, Eric (2021), Presentación CISCO BID – BEST Network

⁴⁰ Intel destaca que el desarrollo de laboratorios locales no debe verse como una estrategia o necesidad para la certificación o validación de equipos, dado que ya existen laboratorios en otros países que pueden ser usados para ellos. Pero los laboratorios para pruebas de integración y evaluación de escenarios son claves en la generación de conocimiento. (Rebellón, 2021)

⁴¹ <https://blogs.cisco.com/datacenter/deploy-5g-o-ran-with-cisco-nexus-9000>

⁴² (Daga, 2021)

⁴³ <https://www.qualcomm.com/news/releases/2021/06/28/qualcomm-unveils-industrys-first-release-16-5g-open-ran-platform-small>

políticas o lineamientos enfocados en el desarrollo del conocimiento y las capacidades del recurso humano local, así como la promoción del desarrollo de software y servicios que acompañen el ecosistema.

- **Incentivos financieros** para proyectos que involucren Open RAN, por ejemplo, mediante reducción de tasas o impuestos aplicables a ingresos generados por proyectos soportados en infraestructura Open RAN, incentivos tributarios a equipamiento, software o servicios asociados con Open RAN, entre otras políticas que incentiven las inversiones en este tipo de soluciones.
- **Flexibilización regulatoria** de manera que se viabilicen el desarrollo de nuevos modelos de negocios, se promueva la innovación en arquitectura de redes según el escenario de despliegue y que posibilite o facilite la participación de nuevos actores y las asociaciones público-privadas. En esta línea se identifican iniciativas asociadas con eliminación de barreras o promoción de la compartición de infraestructura, mercado secundario de espectro, marco regulatorio flexible para asociaciones público-privadas, regímenes de despliegue de infraestructura y calidad de servicio que no desestime las inversiones en zonas rurales con baja densidad poblacional, entre otras.

II. OPEN RAN: OPORTUNIDADES DE LAS ARQUITECTURAS ABIERTAS EN AMÉRICA LATINA

Dados los retos que enfrenta la región para expandir la cobertura de conectividad 4G a las zonas más rurales y apartadas, además de asegurar un despliegue de 5G eficiente, Open RAN se vislumbra como una potencial alternativa para reducir costos de inversión y operativos en las redes mediante soluciones adaptables a diferentes escenarios de despliegue. Este capítulo analiza como las características de Open RAN en materia de cobertura rural e innovación tecnológica genera oportunidades para el desarrollo de la industria digital en América Latina.

II.A. Open RAN como estrategia para la reducción de la brecha digital

La RAN representa entre el 65% y 78% de los costos asociados con toda una red móvil⁴⁴, por lo que la reducción de inversiones y gastos operativos en esta sección de la red tiene un impacto significativo en toda la estructura de costos del despliegue, repercutiendo en el costo de los servicios o permitiendo apalancar cobertura en zona con muy baja densidad poblacional.

Algunos estudios iniciales reportan reducción entre el 30% y 40% en inversiones por cada sitio⁴⁵ y cerca de 30% en costos operativos⁴⁶. Adicionalmente, se observa que dicha reducción de costos tiene un efecto avalancha que puede implicar mayores ahorros en el largo plazo y en la medida que madure más el ecosistema⁴⁷. Adicionalmente, Open RAN y la virtualización ha mostrado en casos como Rakuten un muy elevado nivel de flexibilidad y velocidad para desplegar nuevas tecnologías. Rakuten realizó el lanzamiento de la primera red 4G totalmente virtualizada en abril de 2020 y tan solo cinco meses después anunció la disponibilidad comercial de la primera red virtualizada 5G Non-Stand Alone y la primera red 5G Stand Alone totalmente virtualizada en junio del 2021⁴⁸.

A nivel operativo, Rakuten muestra indicadores de desempeño con alto nivel de eficiencia:

- Activación de nuevos usuarios en menos de 3 minutos
- Configuración de nuevas estaciones base 4G en menos de 10 minutos y 5G en menos de 5 minutos
- Desarrollo de nuevas funcionalidades de red en un tiempo promedio de 6 días, no limitado por los cronogramas de actualizaciones de software oficiales.
- Un ratio de operación de un ingeniero por cada 20,000 suscriptores, mientras el promedio de la industria japonesa está alrededor de 1 ingeniero por cada 1000 suscriptores.

Con el objetivo de evaluar estos ahorros en despliegue y operación de redes, considerando soluciones adaptadas a despliegues rurales, algunos operadores en América Latina se encuentran llevando a cabo pilotos o despliegues comerciales de redes soportados en Open RAN, los cuales se resumen en la siguiente ilustración.

⁴⁴ Con base en modelamiento de despliegue de redes 4G realizados por BlueNote para países de América Latina.

⁴⁵ Richard Jackson, vicepresidente de operaciones de red de Inland Cellular de Estados Unidos, mencionó que Open RAN: "Reduce el costo de cada sitio celular en aproximadamente un 40%..." Parallel Wireless (2020)

⁴⁶ Tareq Amin, director de tecnología de Rakuten Mobile, calcula sus ahorros totales de red en un 40% en gastos de capital y un 30% en gastos de operación, según publicación de [LightReading](#)

⁴⁷ Presentación Azita Arvina, gerente general de Rakuten Mobile para las Américas, en Open RAN 2021 LATAM Forum

⁴⁸ idem

Ilustración 8. Despliegues Open RAN en América Latina



Fuente: Entrevistas realizadas por BlueNote MC a Telefónica Colombia y Telefónica Argentina, IpT y Millicom

Internet para Todos (IpT) en Perú y el despliegue de Telefónica en Puerto Madryn (Chubut - Argentina) son dos casos de estudio relevantes en la medida que se está haciendo un uso comercial de la solución y es posible tener conclusiones iniciales sobre el desempeño de Open RAN respecto de las soluciones tradicionales. IpT opera como un Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR) en Perú que vende servicios de radio acceso móvil mayoristas y de manera compartida⁴⁹ a los operadores móviles de red del mercado en zonas rurales y de preferente interés social, es decir, los clientes directos de IpT son otros operadores de red que cuentan con asignaciones de espectro y son responsables de la gestión comercial ante el cliente final. Por su parte, Telefónica Argentina presta servicios 4G sobre una solución Open RAN multivendor a usuarios finales en una zona urbana aprovechando una arquitectura centralizada de la BBU, lo cual reduce los requerimientos de equipamiento en cada estación base, posibilita un uso más eficiente de los recursos de la red de acceso y una mayor flexibilidad y escalabilidad.

La adopción de Open RAN por parte de IpT viene soportada en principios operativos que la empresa ha identificado como esenciales para poder hacer viable técnica y financieramente las soluciones en zonas rurales con muy baja población: i) uso de Big Data y Business Intelligence en la planificación de red rural y virtualización de procesos; ii) soluciones ultra low cost; iii) modelos operativos basados en software; iv) fácil implementación y gestión automatizada.

La siguiente tabla resume las principales lecciones aprendidas en los despliegues realizados.

Tabla 1. Lecciones aprendidas de operadores en despliegues Open RAN

Operador / Proyecto	Lecciones Aprendidas
Internet para Todos Open RAN en zonas rurales de muy baja población	<p>Aspectos generales</p> <p>Open RAN hace posible contar con una mayor cantidad de soluciones muy acotadas en capacidad, ideales para zonas rurales de muy baja población. Esto permite llegar con menores costos de inversión y operativos. Además Open RAN atiende el principio de innovación que persigue IpT.</p> <p>El despliegue de las soluciones Open RAN tiene una visión Plug & Play, además permite una mayor gestión remota desde el controlador inteligente de RAN facilitando la automatización de los procesos operativos.</p>

⁴⁹ RAN Sharing del tipo MORAN

	<p>El desempeño en calidad de los servicios es comparable con las soluciones legacy. No obstante, cuando se alcanza la máxima capacidad de procesamiento del hardware es necesario reemplazarlo.</p> <p>Los elementos de hardware con capacidades acotadas y pequeños son aliados de la eficiencia energética. En la medida que se pueda reducir las necesidades de hardware en sitio el consumo será menor y podrá facilitar el uso de otro tipo de fuentes de energía a costos financieramente viables.</p> <p>Desafíos: Es necesario generar confianza en la industria para que se desarrolle el ecosistema. En este sentido, los gobiernos deben generar alternativas para mitigar el riesgo de incumplimiento de los operadores, permitiendo que se explore estas soluciones en ambientes reales que permitan evaluar los desafíos. Por ejemplo, contar con alternativas</p> <p>El mayor desafío radica en las condiciones regulatorias de calidad de servicio y funcionalidades de red que pueden encarecer la solución dificultando la estabilidad financiera en zonas rurales. Medidas como SandBox regulatorios o generar un espacio donde todos integradores operadores y gobiernos colaboren para que estas soluciones se desarrollen y se genere confianza y tranquilidad en la industria, especialmente ante el temor de penalidades o sanciones regulatorias.</p> <p>Aún se está en un proceso de madurez de la tecnología, sin embargo, al estar basada en software los procesos de actualización y mejora se hacen de manera más rápida y dinámica. En la medida que se extienda la virtualización y computación en la nube de las soluciones, lo cual es facilitado por Open RAN, se realiza un uso más eficiente de los recursos.</p> <p>Es importante que se desarrolle recurso humano con habilidades y conocimientos tanto de telecomunicaciones, como del sector TI. Los laboratorios locales pueden ser una herramienta para la expansión del conocimiento</p>
<p>Telefónica Argentina: Despliegue en Puerto Madryn</p>	<p>Las redes de telecomunicaciones muestran una evolución similar a las tecnologías de la información, cada vez mas elementos de la red están basados en software y el hardware se convierte en un <i>commodity</i>. Esto también genera que en la medida en que se acelere la innovación, también las redes entran en obsolescencia de manera más rápida. Adicionalmente, la evolución es diferente en cada proveedor.</p> <p>El despliegue de Open RAN es motivado por el interés de aprovechar estas soluciones para evaluar tecnologías de computación de borde y arquitecturas distribuidas.</p> <p>La existencia de un despliegue legacy con BBU centralizada facilitó la migración a soluciones Open RAN distribuido y virtualizado (CU + DU son virtualizados). Esta posibilidad hace un uso muy eficiente de los recursos de la red. Sin embargo, para que esta arquitectura sea posible se requieren enlaces de fibra óptica en el Midhaul y Fronthaul que asegure las latencias adecuadas.</p> <p>El desempeño de la red es similar al de las soluciones legacy, incluso, en algunas zonas, muestra mejores indicadores de calidad de servicio.</p> <p>Desafíos: Aún se requiere más análisis para entender realmente los costos por GB en una solución Open RAN versus las soluciones legacy, esto permitiría tener una evaluación más completa en materia de reducción de costos.</p> <p>El despliegue en zonas rurales es un gran desafío por los altos costos de red de transporte que existen en la región y porque el limitado despliegue de redes de fibra óptica impide que se aprovechen las arquitecturas distribuidas.</p> <p>El rol del integrador es muy relevante, especialmente en la fase inicial del desarrollo de la tecnología, y representa un costo significativo para este tipo de proyectos. No obstante, muchas de las funciones realizadas podrán ser absorbidas por el operador por tratarse de soluciones basadas en software.</p> <p>Las políticas públicas deben estar enfocadas en el incentivo y no en obligaciones de despliegue. La promoción de recurso humano con habilidades TI y telco es relevante para promover el despliegue.</p>
<p>Telefónica Colombia: Pilotos Open RAN</p>	<p>Generalidades:</p>

	<p>Open RAN se ve inicialmente como una alternativa para atender zonas rurales de media y baja demanda gracias al abanico de soluciones acotadas disponibles para este tipo de escenarios.</p> <p>Con base en la experiencia de Telefónica, realizar pruebas y pilotos es importante dado que existen muchas particularidades en el despliegue de cada zona, como el tipo de red de transporte, además de la integración al core network existente del operador, y es necesario asegurar que no se vulnere la seguridad de la red en operación.</p> <p>Open RAN ofrece significativas ventajas a nivel de instalación por tratarse de un hardware COTS basado en software. Se puede considerar como una solución <i>Plug & Play</i>. Así mismo, al soportarse en software, Open RAN permitirá que los operadores dependan menos del fabricantes para atender fallas de nivel 1, 2 y 3. Sin embargo, se requiere de entrenamiento y conocimiento en este tipo de soluciones.</p> <p>Desafíos: El mayor desafío de estas soluciones es el riesgo de incumplimiento regulatorio en zonas rurales, donde se busca llegar con soluciones acotadas, tanto en capacidad como en prestaciones. Uno de los principales temas está relacionado con los requerimientos de indicadores de calidad de servicio, ya que algunos contadores requeridos para las fórmulas de cálculo establecidos en la regulación requieren desarrollos especiales.</p> <p>En este sentido, Telefónica presentó un proyecto basado en Open RAN para zonas rurales en el marco del ejercicio de SandBox regulatorio que adelanta la Comisión de Regulación de Comunicaciones de Colombia (CRC)⁵⁰ que permitirá evaluar aspectos de la regulación vigente que limiten el aprovechamiento de este tipo de soluciones, especialmente en ambientes rurales con limitaciones en redes de transporte de datos.</p> <p>La madurez de la tecnología se logra con pruebas e implementaciones comerciales, pero es necesario que se motive a la industria a llevarlo a cabo con esquemas de incentivos y reducción del riesgo de penalidades.</p> <p>La expansión y diversificación del ecosistema de proveedores ya ha mostrado un impacto en los precios de las soluciones legacy. No obstante, se deben promover políticas fiscales que permita a pequeños fabricantes y desarrolladores tener oportunidad en este mercado.</p>
<p>Millicom Colombia: Open RAN para obligaciones de cobertura rural</p>	<p>Open RAN ya es una tendencia en la industria y es importante adelantar pruebas o despliegues controlados que permitan conocer la tecnología y evaluar su desempeño.</p> <p>Desde la política pública, la promoción de este tipo de arquitectura debe basarse en incentivos e iniciativas que permitan mitigar riesgos de penalidades.</p>

Fuente: Análisis BlueNote

II.B. OpenRAN como facilitador para la innovación

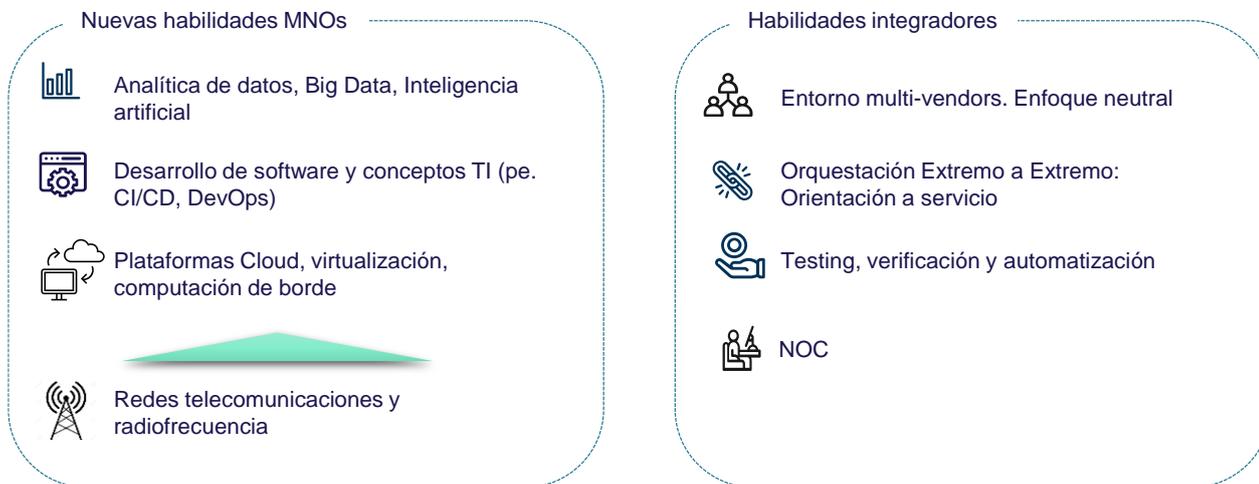
Conforme se ha venido mencionando, Open RAN expande el ecosistema de proveedores generando una mayor competencia en innovación y abriendo el espacio a un nuevo grupo de jugadores con un rol muy relevante, especialmente en las fases iniciales de despliegue e implementación de las redes móviles, denominados integradores o *system integrators*. Los integradores son responsables de asegurar la adecuada interoperabilidad de los componentes de la RAN, especialmente en escenarios multi-vendors. Así mismo, el rol de estas empresas se puede extender a brindar un soporte extremo a extremo de manera que se haga la orquestación de todos los sistemas y plataformas asegurando la correcta prestación de un servicio.

Por otro lado, la arquitectura basada en software introduce una serie de ventajas en materia de procesamiento, automatización de procesos, gestión de la capacidad y una notable aceleración de los tiempos de despliegue y de desarrollo de nuevas funcionalidades y actualizaciones, lo cual tiene un impacto positivo en el lanzamiento de nuevos servicios, especialmente relevante para el Internet de las Cosas (IoT) enfocado en la industria. Esta situación representa una oportunidad para aquellos países que han adelantado ambiciosos procesos para el desarrollo de la industria de software a nivel nacional.

⁵⁰La lista de proyectos seleccionados para avanzar en la etapa de SandBox regulatorio se encuentra disponible en <https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/INFORME%20FINAL%20DE%20EVALUACION%20DE%20REQUISITOS%20HABILITANTES%20%20DE%20LA%20FASE%20DE%20APLICACION%20C3%93N.pdf>

Estos cambios en el modelo operacional de la RAN, con un enfoque que va de la automatización hacia la orquestación⁵¹, así como las diferentes opciones en cuanto a modelos de integración, implica el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos en los operadores de red móvil, así como habilidades específicas de los integradores.

Ilustración 9. Nuevas habilidades requeridas en MNO



Fuente: Deloitte Insights 2021, análisis BlueNote

De manera general, Open RAN puede general las siguientes oportunidades para América Latina.

- Expansión de conectividad a zonas rurales mediante soluciones acotadas de bajo costo y uso más eficiente de los recursos de la red de radio acceso facilitando despliegues autosostenibles.
- Mayor competitividad a nivel de fabricantes de tecnología y desarrolladores de soluciones repercutiendo en menores costos de las soluciones y mayor innovación tecnológica. En América Latina el mercado de los fabricantes está fuera de las competencias de los organismos reguladores por lo que Open RAN promovería un escenario de auto-regulación de estos actores como respuesta a las necesidades de los operadores móviles.
- Fomento de la industria local de desarrollo de software y servicios gracias a los nuevos jugadores de la cadena de suministro que promueve el ecosistema Open RAN.
- Desarrollo de soluciones acotadas a las necesidades propias de cada país.

⁵¹ La orquestación hace referencia a la ejecución organizada y coordinada de múltiples tareas automáticas definidas mediante un flujo de trabajo (RedHat, 2021).

III. DESAFÍOS PARA LA ADOPCIÓN Y DESARROLLO DE Open RAN EN AMÉRICA LATINA

El presente capítulo describe las principales conclusiones sobre el análisis realizado en cinco países seleccionados de la región: Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú, en relación con el marco de política pública y regulatorio para los servicios TIC e infraestructura digital de cara a los desafíos que implica el desarrollo de Open RAN. Dicha revisión, detallada en el Anexo I al presente informe, incluye aspectos relacionados con i) neutralidad tecnológica, ii) calidad de los servicios de telecomunicaciones móviles, iii) fomento de actividades de investigación y desarrollo en las TIC, iv) ciberseguridad, v) compartición de infraestructura y mercado secundario de espectro radioeléctrico, vi) despliegue de infraestructura y asignación de espectro.

De manera general, América Latina tiene incorporado en sus marcos regulatorios el principio de neutralidad tecnológica que le permite a los operadores hacer uso de la tecnología de su elección para la provisión de los servicios de comunicaciones autorizados en su título habilitante, siempre que se cumpla con la regulación vigente en materia de calidad de servicio, despliegue de infraestructura y uso del espectro radioeléctrico. Así mismo, durante los procesos de asignación de espectro y en el marco de los proyectos de conectividad móvil 4G que manejan esquemas basados en co-financiamiento público-privado se pueden incorporar requerimientos particulares de niveles de servicio, como velocidades de transmisión de datos y latencia, o de exigencias mínimas de un estándar tecnológico (pe, requerir el despliegue de tecnologías mínimo LTE-Advanced en el proceso de subasta de espectro lanzado por Perú en abril del 2021).

Se destacan a continuación los puntos más relevantes identificados como potenciales desafíos en el desarrollo de Open RAN.

III.A. DESAFIOS REGULATORIOS

Se han identificado tres aspectos críticos en materia regulatoria, en los que la flexibilización de ciertas medidas o inclusión de menciones específicas a Open RAN pueden favorecer el desarrollo del ecosistema. A continuación, se detalla cada uno de estos puntos.

III.A.1. Reglamento de calidad de servicio

Como se mencionó previamente, una de las principales ventajas de Open RAN es la diversidad de soluciones que permite a los operadores encontrar productos muy acotados a las capacidades de tráfico de zonas rurales y de muy baja densidad poblacional. No obstante, la viabilidad financiera de este tipo de despliegues implica también reducir costos en otros elementos como la infraestructura de soporte, procurando por soluciones livianas y pequeñas; en el enlace de backhaul, por ejemplo mediante el uso de bandas no licenciadas; y del sistema de autonomía en baterías. Los operadores han dado a conocer su interés en explorar soluciones tecnológicas sostenibles, desde el punto de vista financiero, pero que les permitan a estas comunidades tener un primer acercamiento con la conectividad y se den las bases para desarrollar el mercado, considerando además tecnologías flexibles que les permita escalar rápida y eficientemente a nuevos servicios, mayor capacidad y mejor calidad en la medida que el mercado adquiere madurez en la adopción de los servicios digitales

Los niveles de servicio establecidos en los reglamentos y la metodología de medición y monitoreo de los indicadores de desempeño de red son dos temas que generan preocupación para la industria especialmente porque el proceso de probar nuevas tecnologías que se encuentran en fase de madurez puede generar riesgos de incumplimientos y potenciales penalidades.

Si bien el foco principal de algunos operadores es iniciar con implementaciones de Open RAN en zonas greenfield rurales y, además, en la práctica de la industria la validación de nuevas tecnologías a nivel comercial se procura realizar en ambientes controlados, el alcance de los reglamentos de calidad de servicio puede configurarse en una barrera para incentivar el desarrollo de las arquitecturas abiertas.

La siguiente tabla resume el alcance de los reglamentos de calidad de servicio en los cinco países analizados.

Tabla 2. Reglamentos de Calidad de Servicio

	Alcance	Metodología	Acceso a OSS	Comentarios
	Urbanas +500mil habitantes Urbanas (Capital, categoría 1 a 4) ¹ Rural (resto de departamento) Rural (Satelital)	Reporte a nivel de radio base. Análisis por ámbito geográfico según zona. Mediciones en red (contadores de red) y en campo (velocidad, ping). Localidades incluidas en obligaciones de hacer pueden incluir indicador de cobertura (nivel de señal)	SI	Diferencia metas de cumplimiento entre zonas urbanas y rurales, aunque con alta exigencia. Excluye algunas localidades rurales de cumplimiento (se mantiene obligación de reporte)
	Urbanas (Calidad y cobertura) Rurales (Cobertura)	Indicadores a nivel de radio base (contadores por hora mensual), mediciones de campo y herramienta de medición web. Se definen contadores para tecnología Legacy ² . La evaluación del indicador se realiza a nivel de centro poblado, departamento o nacional según indicador	SI Acceso para servidor de pruebas de OSIPTEL	No abarca zonas rurales. En zonas urbanas se proporciona alto nivel de especificidad y detalle en metodología, incluyendo contadores por vendor
	A nivel nacional sin discriminación por tipo de zona.	Reporte diario por radio base en hora pico, calculo agregado por área geográfica mensual, reporte trimestral. Indicadores: disponibilidad, accesibilidad (voz y datos), llamadas caídas, calidad de voz	NO	No hace diferencia en valores objetivos entre zonas urbanas y rurales. Reporte de información a nivel de radio base
	A nivel nacional sin discriminación por tipo de zona en valores objetivo.	Mediciones de campo (análisis estadístico) y de contadores de red. Reporte trimestral. Análisis por federaciones estratificado. Se definen indicadores sancionables (con valores objetivos) e indicadores informativos	NO	Orientado a evaluar percepción del usuario de calidad de servicio mediante mediciones en campo. Incluye KPIs solo informativos
	A nivel nacional	Evaluación semestral a nivel de municipio. Basado en sello de calidad: Índice de Calidad, de reclamaciones y de percepción. Índice de calidad: indicadores para servicios de voz y datos. Valores objetivo y composición definidos por Grupo de Calidad	NO	Nueva metodología en proceso de implementación. Metodología de medición a ser definida por Grupo de Calidad

Notas: 1. Hace referencias a ciudades capitales de municipios y categorizadas de 1 a 4 por Contraloría con base en población, ingresos y gasto público. Colombia evalúa indicadores para 3 zonas: Zona 1 (Urbana), Zona 2 (Rural) y Zona 3 (Satelital). 2. El anexo 16 del reglamento de calidad establece contadores de radio base para Ericsson, Huawei, Nokia, Siemens y Motorola

Fuente: Análisis BlueNote

De los casos analizados, los reglamentos de calidad de Perú y Colombia son aquellos que presentan el mayor nivel de especificidad en relación con la fórmula para el cálculo de los indicadores de calidad de servicio y las obligaciones de reporte a nivel de radio base, además de mecanismos de supervisión que incluyen el acceso directo a los centros de gestión y monitoreo de red de los operadores. En el caso particular de Perú, la regulación incluye la definición de contadores específicos para diferentes fabricantes, limitándose a las soluciones tradicionales de los cinco principales proveedores de tecnología. En el caso de Colombia, la fórmula de los indicadores de calidad incluye el análisis desagregado de contadores⁵². Por otro lado, a pesar de que la Resolución 5321/2018 de la CRC identificó un listado de municipios que son excluidos de la evaluación del cumplimiento del reglamento de calidad de servicio (la obligación de reporte se mantiene y de monitoreo por parte de la CRC), los valores objetivos requeridos para zonas rurales y zonas con conexión satelital son considerados por la industria como un reto técnico y financiero para llegar a zonas aisladas con baja población⁵³.

III.A.2. Flexibilidad en despliegue de infraestructura y mercado mayorista

En línea con lo mencionado previamente, la diversidad de soluciones que posibilita Open RAN debe estar acompañada de flexibilidad regulatoria para permitir nuevos modelos operativos en el despliegue de infraestructura, particularmente en la regulación relacionada con acuerdos mayoristas. En la medida que se posibilite acuerdos de cooperación entre operadores, la participación de nuevos jugadores o esquemas operativos innovadores se incentiva el uso de soluciones más abiertas e interoperables.

Con base en las entrevistas con la industria se identifica que las medidas regulatorias que facilitan los esquemas operativos flexibles y diversos son: i) mercado secundario o cesión parcial de espectro, permitiéndole a otros jugadores atender mercados específicos con soluciones acotadas basadas en Open RAN; ii) compartición de infraestructura activa, permitiendo mayores eficiencias mediante despliegues conjuntos entre varios operadores o esquemas de operación mayorista o neutrales; iii) compartición de infraestructura pasiva con otras industrias (p.e. sector eléctrico), promoviendo eficiencia en costos en despliegues y promoviendo el uso de soluciones acotadas para diferentes casos de uso.

En el caso de la infraestructura pasiva, la mayoría de los reguladores de América Latina han incorporado reglas de compartición para facilitar el despliegue obligando a los operadores a poner a disposición de otros operadores infraestructura como postes, ductos

⁵² A modo de ejemplo, en el caso del cálculo de la tasa de accesibilidad de servicios en redes 5G, la fórmula del indicador se presenta desagregada a nivel de tasa de éxitos de establecimiento a nivel de protocolo RRC, Tasa de éxito en S1SIG y Tasa de éxito de establecimiento del E-RAB.

⁵³ En las reuniones con operadores móviles con presencia en Colombia se expuso la preocupación por la exigencia de los indicadores de calidad en zonas rurales, especialmente a nivel de disponibilidad, considerando las fallas en el suministro de energía eléctrica en estas zonas y las dificultades para llegar con soluciones de backhaul.

y torres. Por otro lado, el acceso compartido de la infraestructura activa, como por ejemplo la RAN sharing y la cesión parcial de espectro también han sido incorporadas en la mayoría de regulaciones nacionales ya sea como una norma de carácter general, o como condición dentro de las subastas de espectro.

La siguiente tabla resume si se encuentran permitidos o regulados los acuerdos de compartición de infraestructura activa y de espectro en los cinco países analizados y si existen acuerdos de RAN sharing y cesión parcial de espectro en la actualidad entre operadores móviles.

Tabla 3. Regulación del mercado mayorista

País	Mercado secundario de espectro / cesión o arrendamiento de espectro	Regulación de acuerdos de compartición activa de infraestructura	Innovación en modelos de operación y despliegue de infraestructura
Colombia	<p>La ley 1978 de 2019 (Art. 11) viabiliza la cesión de espectro, previa autorización de MINTIC. La reglamentación de las condiciones para la cesión total o parcial del espectro se encuentra en proceso (borrador publicado en 2020)</p> <p>En las condiciones de la subasta de 4G (2013), se establece la posibilidad de cesión una vez cumplidos 5 años desde la asignación del espectro y previa autorización del MINTIC</p>	<p>La Resolución 449 de 2013 (subasta 4G) impuso obligaciones de compartición activa y pasiva de infraestructura de radio acceso siempre que no se configure una cesión de espectro.</p> <p>Condiciones de la compartición activa de infraestructura no se encuentran reguladas.</p>	<p>Compartición de infraestructura (RAN Sharing) en arquitectura MORAN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acuerdo de RAN sharing entre TIGO y MOVISTAR para el despliegue de la red 4G a nivel nacional. <p>Obligaciones de hacer como pago por uso del espectro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución 2715 de 2020 habilita el desarrollo de proyectos de conectividad como contraprestación por el uso del espectro.
Perú	<p>Las concesiones y sus asignaciones de espectro son intranferibles total o parcialmente, salvo aprobación previa y expresa del Ministerio. Aplica el silencio administrativo negativo a la solicitud al MTC.</p> <p>En las bases de condiciones para asignar concesiones de espectro, es posible habilitar la cesión total de espectro después de 5 años de otorgadas (pe. borrador de proceso AWS-3 y 2.3GHz).</p>	<p>En proceso de reglamentación. EL MTC publicó en 2021 una propuesta de decreto reglamentando la compartición activa, pero sin compartición de espectro.</p>	<p>Compartición de infraestructura (RAN Sharing)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acuerdo de RAN Sharing entre Entel y Telefónica Perú aprobado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC). <p>Operación mayorista de red de acceso móvil</p> <ul style="list-style-type: none"> - Internet para Todos se lanzó en 2019 como Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR) que presta servicios de radio acceso móvil a otros operadores de red móvil. <p>Reducción de canon por uso de espectro por expansión de redes 4G</p> <ul style="list-style-type: none"> - El DS 004-2021-MTC involucra el Coeficiente de Expansión de Infraestructura para expandir cobertura 4G como pago del canon por uso de espectro.
Argentina	<p>Se puede transferir, arrendar o ceder total o parcialmente el espectro, con la aprobación previa de la autoridad de aplicación (Subsecretaría de TIC – sSETIC).</p>	<p>La compartición de infraestructura activa y roaming nacional está permitida de forma general en la regulación y en forma particular para los licenciarios del espectro otorgado en 2014.</p>	<p>Empresas de torres complementan oferta con fibra óptica</p> <ul style="list-style-type: none"> - American Tower cuenta con más de 2.500Km de fibra para complementar la oferta de infraestructura
Brasil	<p>La ley autoriza la cesión total o parcial de espectro, con</p>	<p>La compartición de infraestructura activa no está regulada de manera</p>	<p>Se han implementado varios acuerdos entre operadores móviles que incluyen RAN sharing con compartición de</p>

	<p>autorización previa de Anatel y CADE.</p> <p>Está en proceso de revisión el reglamento de uso del espectro y el mercado secundario es uno de los temas de la agenda.</p>	<p>específica, sin embargo, está permitida y es utilizada ampliamente.</p>	<p>espectro, los cuales han sido aprobados por Anatel y el Consejo Administrativo de Defensa Económica – CADE.</p>
México	<p>El mercado secundario de espectro está regulado por la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. El artículo 110 de la ley permite la cesión total y parcial de espectro, previa autorización del IFT.</p>	<p>La compartición de infraestructura activa no está regulada de manera específica, sin embargo, está permitida en la práctica.</p>	<p>Compartición de infraestructura (RAN Sharing)</p> <p>En noviembre de 2019 Telefónica y AT&T, firmaron un acuerdo de RAN sharing con compartición de espectro por 8 años, en el que, luego de un proceso de transición de tres años, Movistar proporcionará servicios 3G y 4G.</p> <p>Operación mayorista de red de acceso móvil</p> <p>Mediante una Asociación Público-Privada se creó el operador ALTAN Redes para desplegar y operar una red móvil neutral y mayorista en la banda de 700MHz.</p> <p>Acuerdos de cesión de espectro</p> <p>Hay acuerdos de swap de espectro y cesiones totales, pero ninguno de cesión parcial.</p>

Fuente: Análisis BlueNote

III.A.3. Promoción de Investigación y Desarrollo

Uno de los puntos más destacados por la industria para el desarrollo de Open RAN es la necesidad de invertir en investigación e innovación y generar los espacios y ambientes propicios para validar el desempeño de las soluciones para diferentes escenarios de despliegue, el fomento a las actividades de desarrollo de software para integradores, así como la importancia de fomentar la capacitación en las habilidades profesionales y el conocimiento local que permitan al país tener una cadena de suministro de telecomunicaciones más innovadora y accesible para los nuevos participantes en el mercado.

Estos objetivos pueden ser logrados mediante el fomento a programas específicos en investigación, desarrollo e innovación orientados a este tipo de arquitecturas abiertas, ya sea con recursos del programa nacional de servicio/acceso universal o mediante otras formas de apoyo financiero (subvenciones, créditos, etc) para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica asociados a Open RAN. La región ha avanzado mucho en la consolidación de sus sistemas institucionales de ciencia y tecnología y se han generado variados instrumentos para la promoción de actividades de este tipo de manera transversal a todos los sectores económicos, y de forma particular fondos de financiamiento sectoriales de ciencia tecnología e innovación.

En la siguiente tabla se resumen las posibilidades que tienen los 5 países evaluados, para eventualmente destinar recursos para financiar programas de innovación y capacitación en Open RAN, no solo desde el sector de tecnologías de las telecomunicaciones a partir de los planes y programas específicos de los Fondos de TIC, sino a través de los distintos instrumentos que otorgan beneficios a la inversión privada en actividades de ciencia, tecnología e innovación como parte de las políticas de fomento que tienen los países para estas actividades consideradas indispensables para el desarrollo.

Tabla 4. Financiamiento de proyectos I&D en telecomunicaciones

País	Fondos y programas para financiamiento de I&D en las TIC
Colombia	<p>El Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FUTIC) del MINTIC, tiene como objetivo financiar los planes, programas y proyectos para el fomento de la industria de software y de computación en la nube así como para fomentar el capital humano en TIC, lo cual permitiría viabilizar proyectos de investigación e innovación en infraestructura de conectividad soportada en Open RAN.</p>

	<p>A través del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022, “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, se crearon nuevos instrumentos tributarios y financieros para invertir en este tipo de actividades mediante el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.</p>
Argentina	<p>El Fondo Fiduciario de Servicio Universal (FFSU) está destinado a programas de acceso y servicio universal de TIC para ampliar cobertura y llevar servicios a las zonas más apartadas y población vulnerable, y contempla además toda obra, proyecto o desarrollo tecnológico para nuevo despliegue, expansión y modernización de redes, que contribuya al desarrollo del servicio universal.</p> <p>Argentina cuenta con distintos espacios y programas de apoyo, promoción y financiación al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. La Ley de promoción de la economía del conocimiento (Ley 27.506 de 2019) expedida en octubre de 2019 apunta a promover nuevas tecnologías, tanto del sector TI, como de la electrónica y las comunicaciones, incluyendo el desarrollo de software y servicios informáticos y digitales.</p> <p>También se creó el programar “Potenciar Economía del Conocimiento” para financiar proyectos basados en actividades de economía del conocimiento, como la generación de plataformas tecnológicas, entre otras</p>
Brasil	<p>Brasil cuenta con un fondo sectorial para estimular la investigación, desarrollo e innovación específico para el sector TIC. El Fondo de Desarrollo Tecnológico de las Telecomunicaciones (Funttel), dispone de recursos que pueden ser utilizados exclusivamente para programas, proyectos y actividades de investigación aplicada y desarrollo de productos y programas de cómputo del sector de telecomunicaciones.</p> <p>En las reuniones del Grupo de trabajo de Open RAN, se propuso que se utilicen los recursos del Funttel para investigación y desarrollo en torno a Open RAN. Los cambios en la aplicación de esos recursos tendrían que ser discutidos por todos los actores involucrados.</p> <p>El decreto que reglamenta la Ley de Política Industrial para el Sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y para el sector de semiconductores⁵⁴, dispone de incentivos para la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en el sector.</p> <p>El decreto que regula la Ley de Informática, actualizó el modelo de incentivos de este sector para estimular las inversiones privadas en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) por empresas del sector TIC Se destaca Brasil como el país con mayor inversión en I&D de la región, alcanzando en 2017 el 1,14% del PIB (más alto de la región) y con un enfoque a los principales sectores de la economía y con importantes fondos horizontales, dentro de los que se encuentra el FUNTTEL⁵⁵.</p>
México	<p>Si bien México no cuenta con un fondo sectorial de servicio universal, dispone de varias opciones para apoyar la inclusión digital, la innovación y la capacitación, entre las que se desatacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el programa sectorial de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, (PSCyT) 2020 – 2024, Entre las acciones de PSCyT se encuentra Identificar, analizar y experimentar tecnologías y herramientas de telecomunicaciones, radiodifusión e información para fomentar el desarrollo tecnológico de México, así como generar hojas de ruta y promover recomendaciones y proyectos estratégicos que impulsen la modernización y adopción de modelos para el desarrollo tecnológico del país • la política pública PROSOFT que cuenta con distintas estrategias de fomento para el impulso del desarrollo de la industria de software en México. • el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) define y coordina las estrategias para el fomento a investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación del país, por ejemplo, para la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos productivos.
Perú	<p>El Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL) que reporta al MTC, gestiona los proyectos de conectividad establecidos por la Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, con principal foco en brindar conectividad en zonas rurales y de interés del país.</p> <p>La nueva Ley del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación busca promover, apoyar y reconocer las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en el Perú, mediante distintos mecanismos como subvenciones y préstamos del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, lo cual podría incluir temáticas enfocadas en las TIC, incluyendo Open RAN.</p>

Fuente: Análisis BlueNote

Es importante destacar que los esfuerzos de promoción local al desarrollo de software deberán ser consecuentes con las realidades propias de este sector en cada país y el nivel de madurez de esta industria. El fomento al desarrollo de software para integradores de Open RAN cobra mayor sentido en los países donde el mercado de software haya evolucionado y tenga un buen nivel de consolidación gracias a las políticas y el fomento estable y duradero.

⁵⁵ BID, 2017. Documento de Marco Sectorial de Innovación, Ciencia Y Tecnología Obtenido de <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-1612649889-13>

III.B. DESAFÍOS OPERATIVOS

Los procedimientos de evaluación de la conformidad, certificación y homologación de equipos de red se establecen por parte de las autoridades regulatorias para garantizar que los equipos que se conectan a las redes de telecomunicaciones tengan las garantías necesarias de calidad, desempeño, interoperabilidad, para proteger la salud de las personas y evitar interferencias perjudiciales y daños en las redes de telecomunicaciones. Sin embargo, la necesidad de cumplir con las normas y reglamentos técnicos y los procedimientos administrativos que ello implica en cada país puede llegar a convertirse en una barrera que desincentive el desarrollo del ecosistema de Open RAN.

En muchos casos se exige el cumplimiento de reglamentos nacionales, sin acuerdos reconocimiento mutuo, lo que implica que los procedimientos de homologación de equipos que se conecten a la red de telecomunicaciones incluyan pruebas, certificaciones o inspecciones efectuadas por laboratorios u órganos de certificación, normalmente a expensas de la empresa que pretende instalar el equipo y con reiteradas solicitudes de información y documentación. Estos procesos administrativos pueden llegar a ser largos e implicar distintos pasos burocráticos.

Es importante que

De los 5 países evaluados, encontramos que de manera general los requisitos de certificación y homologación son procesos sencillos, particularmente en aquellos países donde no existen laboratorios para evaluar la conformidad de los equipos y que aceptan certificados emitidos en el extranjero como los de la FCC y CE.

En otros casos, como Brasil y México, el procedimiento de certificación de los equipos que se conectan a la red de telecomunicaciones puede llegar a ser más complejo. En el caso de México por ejemplo⁵⁶, se deben homologar todos los equipos que puedan ser conectados a una red de telecomunicaciones o hacer uso del espectro radioeléctrico. Los equipos de telecomunicaciones que requieren homologación en México se clasifican en dos categorías: Certificado de homologación provisional y Certificado de homologación definitivo. La homologación provisional (con vigencia de un año) es para productos que operan fuera del rango de 900 MHz, 2.5 GHz y 5.0 GHz. Se pueden presentar informes de la FCC como parte del proceso de aprobación. Después de un año se puede solicitar un certificado de homologación permanente, el cual tiene una vigencia indefinida.

Los equipos en las bandas de frecuencias 900 MHz, 2.5 GHz y 5.0 GHz requieren pruebas de cumplimiento de normas nacionales específicas (IFT 008 y NYCE NOM 208) en el país o en un laboratorio reconocido bajo un Acuerdo de Reconocimiento Mutuo. También se requiere representación legal en México y etiquetado del producto.

En el caso del certificado NOM 208 los productos una vez cada dos años se solicitará una verificación que incluye volver a analizar una nueva muestra. La selección de las visitas de seguimiento aleatorias se realiza anualmente y un producto será seleccionado para una inspección cada dos años.

En el caso de Open RAN, es importante que la regulación no termine por convertirse en una limitante que reduzca el impacto positivo de la naturaleza abierta e innovadora de la tecnología Open RAN.

III.C. DESAFÍOS TÉCNICOS

La implementación de redes 5G, la virtualización de funciones de red a nivel de RAN, la centralización de la unidad de banda base y la computación de borde son tecnologías que promueven el desarrollo de un ecosistema de soluciones abiertas, interoperables y basadas en software. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías por parte de los operadores dependerá de aspectos como la asignación de espectro para redes 5G, la disponibilidad de infraestructura en redes de transporte y centros de datos y el desarrollo de un mercado que demande servicios, como IoT, que se potencien con computación de borde o que exijan condiciones especiales de escalabilidad cuya mayor eficiencia se obtiene en despliegues basados en la nube.

En este sentido, la cobertura, desempeño y costos de las redes de transporte soportadas en fibra óptica, tanto en zonas urbanas como rurales, constituyen un elemento potencializador para el desarrollo de Open RAN, especialmente si se considera escenarios de implementación con la DU y/o la CU centralizada en centros de datos de borde o regionales. Así mismo, la infraestructura de centros de datos es necesaria para la adopción de las soluciones virtualizadas de la RAN.

Finalmente, el desarrollo de iniciativas y programas públicos y privados que impulsen la digitalización de las diferentes industrias y la adopción de la tecnología en los procesos productivos genera un incentivo para implementar soluciones de conectividad que respondan a este tipo de demanda mediante características como: i) rápido lanzamiento de nuevos servicios; ii) flexibilidad y

adaptación a diferentes escenarios; iii) alto nivel de escalabilidad; iv) óptimo desempeño técnico, especialmente en parámetros como latencia y fiabilidad.

A continuación, se analiza la situación de algunos de los países de América Latina en relación 5G, la disponibilidad de redes de fibra óptica y el marco de políticas públicas para la transformación digital enfocado en la industria.

III.C.1. 5G y redes de conectividad

Como se mencionó en la introducción del reporte, América Latina se encuentra sentando las bases para los primeros despliegues de 5G. Chile finalizó el proceso de subasta en 2020, mientras Colombia y República Dominicana esperan llevar a cabo las asignaciones de espectro antes del cierre de 2021. La siguiente ilustración resume la situación en América Latina.

Ilustración 10. 5G en América Latina



Fuente: Análisis BlueNote

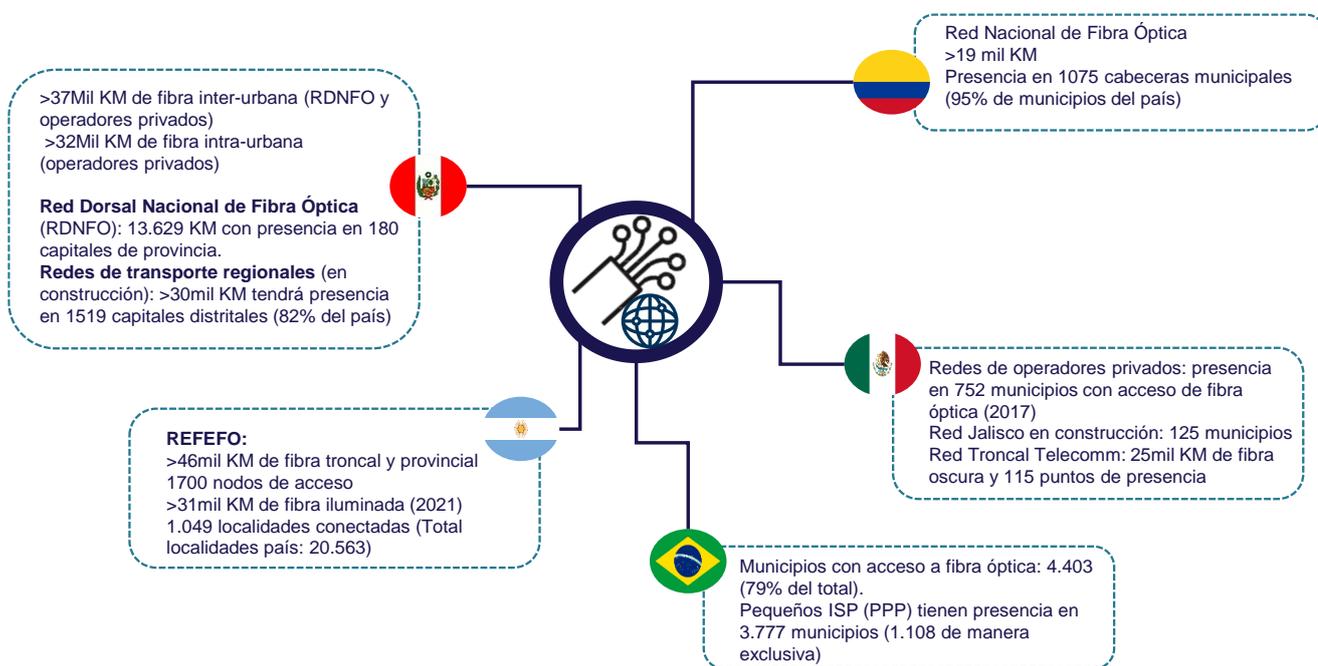
Por otro lado, la expansión de las redes de fibra óptica nacional en la región ha venido apalancada por esquemas de financiamiento público-privado, como es el caso de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) del Perú y la Red Nacional de Fibra Óptica (RNFO) de Colombia; a través de operadores públicos, como ARSAT en Argentina, Antel de Uruguay y CNT en Ecuador; y por algunas iniciativas privadas, como el despliegue de fibra óptica de Viettel en Perú⁵⁷, la iniciativa de KRR y Telefónica en Colombia para construir una red de acceso abierto nacional llegando a algunos municipios desatendidos⁵⁸, entre otros.

Los proyectos de infraestructura en Colombia y Perú han permitido la expansión progresiva de las redes de fibra para conectar las cabeceras urbanas de la mayoría de las municipalidades o distritos. No obstante, las dificultades del terreno en las regiones de selva y alta montaña de estos países han dificultado que las localidades de estas zonas se beneficien de los proyectos en curso. Así mismo, aún se requieren inversiones para extender la conectividad desde las cabeceras urbanas a los centros poblados rurales.

⁵⁷ Viettel ha desplegado más de 9.700KM de fibra óptica inter-urbana y más de 16.700KM de fibra intra-urbana en el Perú y con presencia de nodos de acceso en 156 provincias y 766 distritos. (More & Argandoña, 2019)

⁵⁸ Tomado de nota de prensa BNAmericas (19/07/2021), <https://www.bnamericas.com/es/noticias/kkr-y-telefonica-crearan-la-primer-red-nacional-de-fibra-optica-de-acceso-abierto-en-colombia>

Ilustración 11. Estado de despliegue de fibra óptica en muestra de países



Fuente: COL: MINTIC (2021), ARG: ARSAT (2021), PER (More & Argandoña, 2019), MEX (IFT, 2017), BRA (ANATEL,2020)

III.C.2. Iniciativas de transformación digital

La transformación digital es un componente esencial en las agendas de digitalización y conectividad de los países promoviendo la demanda de los servicios y la adopción de la tecnología como eje promotor de la calidad de vida y productividad. Colombia y Perú son casos interesantes porque han desarrollado una agenda de transformación digital apalancada en marcos normativos e institucionales, aunque aún en fase de implementación y desarrollo.

La política de Transformación Digital de Colombia tiene por objeto “potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentarlos retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI).” (CONPES, 2019, pág. 3) , para ello se debe:

- En el entorno sectorial, desarrollar condiciones que favorezcan iniciativas públicas o privadas, que fortalezcan las instituciones o que vinculen al sector privado en el proceso de dinamización del sector TIC y de transformación digital, por ello es necesario “Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales, tanto en el ámbito empresarial como en las entidades del Estado.” (CONPES, 2019, pág. 3)
- “Crear las condiciones habilitantes para la innovación digital, privada y pública como medio para aumentar la generación de valor económico y social mediante nuevos procesos y productos; tercero, fortalecer las competencias del capital humano que faciliten la inserción de la sociedad colombiana en la 4RI” (CONPES, 2019, pág. 3); entre ellas especialmente,



Portal único del Estado Colombiano (Ley 1955/2019)	Digitalización de entidades públicas y empresas (Ley 1955/2019)
Interoperabilidad entre sistemas de información públicos	Centros de transformación digital empresarial (CONPES 3975)
Teletrabajo	Centros de excelencia en Big Data e IoT (CONPES 3975)
Servicios ciudadanos digitales	Laboratorios transformación digital
Interoperabilidad de historia clínica electrónica	

fortalecer los procesos de formación del talento humano para el uso de la tecnología y al aprovechamiento de la misma.

- “Desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la inteligencia artificial (IA), reconociendo esta tecnología como un acelerador clave de la transformación digital.” (CONPES, 2019)

En el caso de Perú, el Decreto Supremo 022-PCM creó la Secretaría de Gobierno Digital de la presidencia del Consejo de Ministros (SEGDI) y la Resolución 003-2019-PCM creó el laboratorio de gobierno y transformación digital con iniciativas que vinculan al gobierno central, regional y local, sector privado, academia y sociedad civil. En el tercer trimestre de 2020 se presentó el diseño de la Política Nacional de Transformación Digital basado en cuatro pilares: conectividad, educación digital, gobierno digital y economía digital, esto atendiendo un modelo conceptual fundamentado en gobernanza de datos, transformación cultural, innovación digital y seguridad digital⁵⁹ y con los siguientes objetivos prioritarios:

- Garantizar la conectividad para todos los ciudadanos;
- vincular la economía digital con la competitividad y los procesos productivos en el país;
- Desarrollar en la Administración Pública servicios digitales empáticos con la ciudadanía;
- Fortalecer el talento digital de los ciudadanos y producir tecnologías digitales y aprovechar sus beneficios;
- incentivar la cultura de innovación y gestión segura, ética e inteligente de los datos, las tecnologías digitales y la inteligencia artificial

⁵⁹ <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/1307682-presentacion-del-diseno-de-la-politica-nacional-de-transformacion-digital>

IV. PLAN DE ACCIÓN

Con base en los desafíos identificados y las buenas prácticas analizadas en los anteriores capítulos, se presenta a continuación los principales retos o barreras para un rápido desarrollo de Open RAN en la región, así como las alternativas de solución propuestas desde el rol de los hacedores de política pública y reguladores.

Ilustración 12. Barreras actuales y solución propuesta

Desafío	Descripción	Iniciativas propuestas
Desafíos regulatorios		
 <p>Investigación y Desarrollo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Promover la investigación y desarrollo, así como la generación de conocimiento y habilidades locales en Open RAN 	<ul style="list-style-type: none"> Financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo con soluciones Open RAN. Los fondos destinados a financiamiento en ciencia y tecnología pueden: i) destinar montos específicos para el financiamiento de investigación en Open RAN; y/o ii) incluir en los criterios de evaluación de proyectos la priorización a iniciativas basadas en Open RAN. Co-financiar el desarrollo de un laboratorio local de Open RAN para pruebas y evaluación de soluciones para diferentes escenarios de despliegue. En las fases iniciales no debería tener fines de homologación o certificación de equipos. Definir un procedimiento tipo fast track para autorización de pruebas técnicas Open RAN, especialmente aquellas que requieren uso de nuevo espectro radioeléctrico. Financiar proyectos para desarrollo de software con foco en Open RAN Trabajo conjunto con universidades para desarrollo temprano de nuevas habilidades requeridas para Open RAN (redes de telecomunicaciones + IA + software + BigData + Análisis de datos)
 <p>Flexibilidad regulatoria</p>	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar barreras que desestimen las inversiones en Open RAN 	<ul style="list-style-type: none"> Los reglamentos de calidad de servicio deben reconocer condiciones específicas de los entornos rurales y periurbanos promoviendo esquemas flexibles en la regulación adaptados a la madurez del mercado (ie. adopción de los servicios digitales generando tráfico e ingresos para la sostenibilidad de la infraestructura) y a la evolución de la tecnología.. Se sugiere un trabajo conjunto con la industria para identificar indicadores, fórmulas y valores objetivos que son limitantes para soluciones autosostenibles a nivel financiero. Las metodologías de medición y de reporte de información estadística de indicadores de desempeño de calidad de servicio deben ser abiertas a cualquier tipo de solución, eliminando menciones específicas a elementos de red asociados con tecnologías legacy (pe, reportes no aplicables a soluciones de RAN virtualizadas), o relacionadas directamente con fabricantes (pe, detalle de contadores para cada fabricante). Eliminar barreras para innovación en modelos de negocio y de despliegue, facilitando un uso más eficiente del espectro y de la infraestructura, así como permitir la participación de nuevos actores.

Desafío	Descripción	Iniciativas propuestas
		<p>Se recomienda eliminar barreras y promover medidas como: compartición activa de infraestructura, redes abiertas mayoristas, cesión y arrendamiento parcial de espectro, roaming nacional, operación virtual, compartición de espectro, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar SandBox Regulatorios para evaluar nuevos modelos tecnológicos eliminando barreras para el desarrollo de la industria. • Aplicación estricta del principio de neutralidad tecnológica, tanto en los proyectos de despliegue de infraestructura financiados con fondos públicos, como en la elaboración de marcos regulatorios asociados con redes de telecomunicaciones móviles, particularmente reglamentos de calidad de servicio, ciberseguridad y parámetros operativos de equipos de radiofrecuencia.
 Incentivos financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento o alivios fiscales a proyectos que promuevan el ecosistema Open RAN 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción temporal de tasas aplicables a ingresos generados por proyectos de conectividad que implementen soluciones Open RAN. • Reducción impositiva a hardware y software de soluciones Open RAN
Desafíos Técnicos y de Política Publica		
 Transformación digital en las industrias	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de tecnologías y emergentes y Open RAN por demanda de servicios para la industria 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapear cadenas productivas de las industrias relevantes de cada país y diseñar planes para su digitalización. • Financiar proyectos para digitalización de sectores productivos, por ejemplo mediante convocatoria abierta a empresas interesadas en desarrollarlos.
 Homologación/Certificación de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de barreras comerciales para equipamiento Open RAN 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un modelo autorregulado que minimice procesos burocráticos y costos administrativos para homologación o certificación de equipos de RAN. Se sugiere evaluar que los procedimientos no representen barreras para pequeños OEM/ODMs. • Dado que asegurar condiciones apropiadas de interoperabilidad y seguridad es interés tanto de los reguladores como de la industria, se podría elaborar un manual de conformidad que incluya, por ejemplo, el cumplimiento de pruebas de laboratorio, las cuales pueden ser realizadas en cualquier laboratorio a nivel mundial reconocido por las organizaciones Open RAN.
 Open RAN en procesos de asignación de espectro	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción del despliegue de infraestructura de conectividad y de acceso móvil, especialmente en zonas rurales, promoviendo la adopción de Open RAN 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y ejecutar un plan para la implementación de 5G, que incluya la hoja de ruta de asignación de espectro en el corto, mediano y largo plazo. • Fomentar proyectos de expansión de conectividad en redes de transporte y de última milla (4G y 5G) mediante obligaciones de hacer como contraprestación por uso del espectro. • El diseño técnico y costeo de obligaciones de hacer derivadas de un proceso de asignación de espectro, debería considerar escenarios con despliegues Open RAN. • Las condiciones técnicas establecidas en el marco de procesos de asignación de espectro deberán permitir el despliegue de arquitecturas Open RAN (incluyendo alternativas virtualizadas) de manera explícita.

Desafío	Descripción	Iniciativas propuestas
		<ul style="list-style-type: none"> • Programas de subsidio a la demanda en zonas sin cobertura de bajos ingresos para promover el desarrollo de mercado que viabilice proyectos de conectividad soportados en Open RAN. Por ejemplo, a través de subsidio al terminal o subsidio al servicio por un periodo determinado. • Ampliación de plazo de despliegue de obligaciones de hacer para empresas que implemente soluciones Open RAN, con el objetivo de habilitar una ventana de pruebas de integración y estabilización de la solución. En todo caso, esta condición no impactaría el principio de neutralidad tecnológica por cuanto se trata de una tecnología en fase de desarrollo.

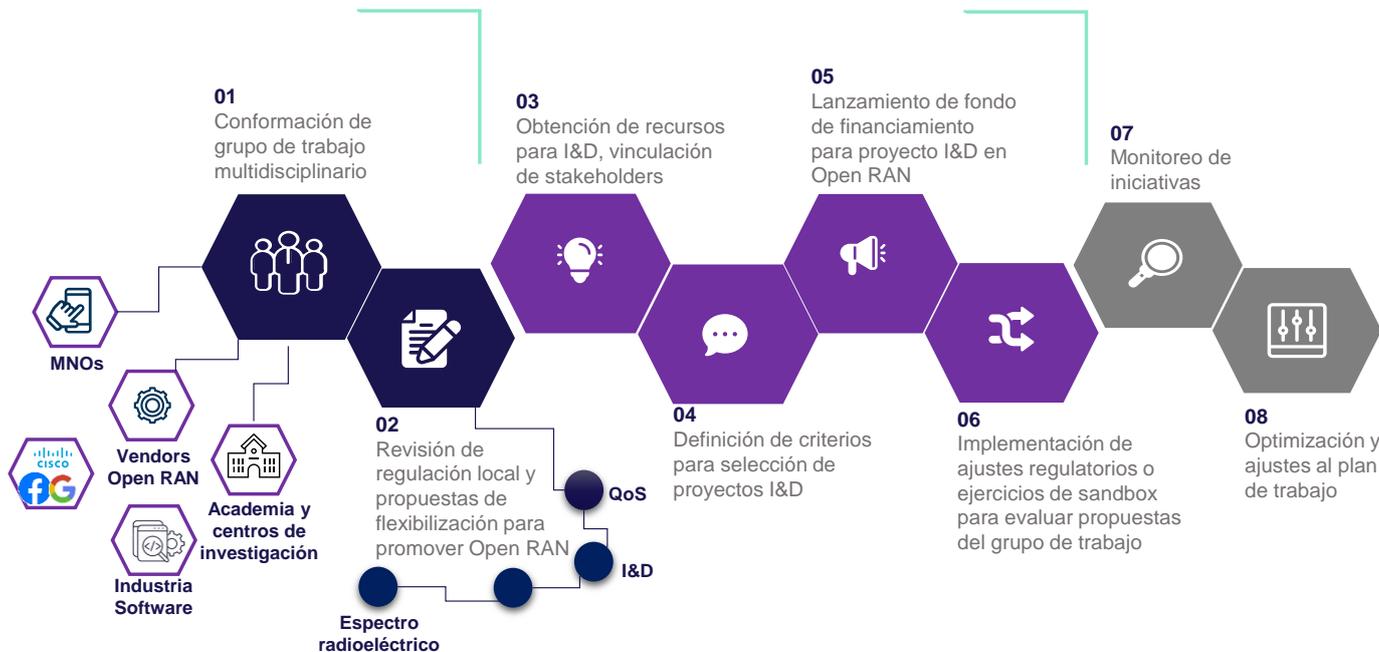
Fuente: Análisis de BlueNote

Por otra parte, la experiencia internacional demuestra que la cooperación entre los diferentes actores (ie, operadores, fabricantes, gobierno, academia, industria de software, entre otros) es una importante estrategia para el desarrollo de Open RAN. Si bien estos movimientos de coboración con una visión holística se ha dado por iniciativa de la industria principalmente, el gobierno puede jugar un rol relevante como facilitador y generador de los escenarios de discusión y trabajo conjunto.

En este sentido, el primer paso para los países que estén interesados en promover el desarrollo de un ecosistema abierto e interoperable en las redes de radio acceso móvil es la generación de espacios de discusión vinculando a representantes de los actores interesados en este tipo de soluciones e, idealmente, conformando grupos de trabajo para desarrollar iniciativas coordinadas y concretas en los temas prioritarios para cada país de la región. Este trabajo conjunto debe conducir a: i) la identificación de objetivos estratégicos a atender con soluciones Open RAN (pe. expansión de cobertura rural, desarrollo de redes 5G, soluciones específicas de conectividad para la Industria 4.0, etc.); ii) la definición de iniciativas para promover el ecosistema Open RAN en condiciones seguras y eficientes identificando barreras regulatorias que impidan la implementación de las mismas; iii) diseño de un plan de trabajo para la implementación de iniciativas; iv) hacer seguimiento a las experiencias internacionales y al desarrollo comercial de las arquitecturas; v) coordinar el desarrollo de pruebas y pilotos para evaluar los procesos de integración y desempeño de las soluciones para diferentes escenarios de despliegue; y vi) generar conocimiento y experiencia local en Open RAN.

En la siguiente ilustración se presentan, de manera general, los pasos sugeridos para desarrollar una política que facilite la adopción y desarrollo de Open RAN en países de América Latina, tomando como punto de partida un trabajo colaborativo entre diferentes actores y la identificación de barreras regulatorias y dando un enfoque hacia la promoción de la investigación y desarrollo en este tipo de arquitecturas.

Ilustración 13. Hoja de ruta



Fuente: análisis de BlueNote

Como se mencionó en el Capítulo II, Brasil ya ha avanzado en los primeros pasos mediante la conformación del Grupo de Trabajo creado por el regulador, ANATEL.

REFERENCIAS

- BNAmericas. (2021). *Nota de prensa: Actores de la industria crean alianza para fomentar Open RAN en Brasil*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/actores-de-la-industria-crean-alianza-para-fomentar-open-ran-en-brasil>
- BROWN, G. (2020). *TIP OpenRAN: Toward Disaggregated Mobile Networking*. Heavy Reading.
- CISCO. (2019). *Annual Internet Report 2018-2023*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/air-highlights.html>
- Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2016). *Resolución 5078*. Bogota.
- Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2018). *Resolución 5321*. Bogotá.
- CONPES. (2019). *CONPES 3975 de 2019*.
- Daga, P. (07 de 07 de 2021). *Cisco Strengthens O-RAN Market Position with Open Fronthaul Gateway Public Demo*. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/sp/cisco-strengthens-o-ran-market-position-with-open-fronthaul-gateway-public-demo>
- GSMA. (2020). *The State of Mobile Internet Connectivity 2020*. Obtenido de <https://www.gsma.com/r/wp-content/uploads/2020/09/GSMA-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2020.pdf>
- IADB. (10 de 2017). *DOCUMENTO DE MARCO SECTORIAL DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. Obtenido de <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-1612649889-13>
- IFT. (2016). *Procedimiento de Evaluación de la Conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587374&fecha=25/02/2020
- IFT. (2017). *ACUERDO mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba y emite los lineamientos que fijan los índices*. Ciudad de México.
- Khandelwal, S. (21 de 06 de 2021). *Deploy 5G O-RAN with Cisco Nexus 9000*. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/datacenter/deploy-5g-o-ran-with-cisco-nexus-9000>
- Lorca, F. J., Serna, E., Aparicio, M., Chassaigne, A., & Esplá, J. L. (s.f.).
- More, J., & Argandoña, D. (2019). *Redes de fibra óptica y microondas en el Perú*. Gerencia de Políticas Regulatorias y Competencia, OSIPTEL.
- OPEN RAN Policy Coalicion. (05 de 2021). *Open RAN Policy Coalicion*. Obtenido de www.openranpolicy.org
- O-RAN Alliance. (2021). *O-RAN: Towards an Open and Smart RAN*. Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/5ad774cce74940d7115044b0/t/5bc79b371905f4197055e8c6/1539808057078/O-RAN+WP+Final+181017.pdf>
- Parallel Wireless. (2021). *Everything you need to know about Open RAN*. Obtenido de Resources: <https://www.parallelwireless.com/openran-resources/>
- Parallel Wireless. (2021). *OPEN RAN Functional Splits, explained*. Obtenido de https://www.parallelwireless.com/wp-content/uploads/WP-Open-RAN-Functional-Splits_2021.pdf
- Sanjay, K. (2021). *Why Innovation Is Key To Connecting The Next 3 Billion*. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/sp/why-innovation-is-key-to-connecting-the-next-3-billion>
- SUBTEL. (2021). *Webinar ITU: Colloquium 5G and Internet Access. ICT Applications and Internet (ITEC)*. Chile.
- Telecom Infra Project. (06 de 2021). *OpenRAN Group*. Obtenido de <https://telecominfraproject.com/openran/>
- TELESEMANA. (2021). *Forum Open RAN 2021*. Obtenido de <https://www.telesemana.com/open-ran-latam-2021/>

Wang, J., Roy, H., & Kelly, C. (2019). *OPENRAN: The Next Generation of Radio Access Technology*. AccentureStrategy.