

Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones

Estándar de Integración entre Empresas de Productos y Servicios IoT y Operadores de
Telecomunicaciones basado en el Marco TM Forum

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas y Cómputo

AUTOR

Cabrera Bustamante Jean Carlos

<https://orcid.org/0009-0009-8872-9288>

ASESOR

Hilario Falcón Francisco Manuel

<https://orcid.org/0000-0003-3153-9343>

Lima-Perú - 2025

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 28-sept-2025 2:21 p. m. -05

Identificador: 2730875188

Número de palabras: 4943

Entregado: 3

Estándar de Integración entre Empresas de Productos y Servicios IoT y Operadores de Telecomunicaciones basado en el Marco TM Forum
Por Jean Cabrera

Índice de similitud

10%

Similitud según fuente

Fuentes de Internet 10%
Publicaciones: 1%
Trabajos del estudiante: 5%

Coincidencia del 3% (trabajos de los estudiantes desde 16-mar-2025)

[Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2025-03-16](#)

Coincidencia del 1% (Internet desde 23-feb-2022)

<https://centrycl.github.io/centry-rest-api-docs/>

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 10-nov-2023)

[Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2023-11-10](#)

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 10-nov-2023)

[Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2023-11-10](#)

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 19-mar-2025)

[Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2025-03-19](#)

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 19-mar-2025)

[Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2025-03-19](#)

Coincidencia del < 1% (Internet desde 05-jul-2024)

<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/8226/CARATULA-ROQUE%20CARLOS%20ALEXANDER.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 23-may-2023)

http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7057/TRSUFIENCIA_ALVARADO%20GUADALUPE.pdf?isAllowed=y&sequence=9

Coincidencia del < 1% (Internet desde 17-oct-2023)

<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7350/TSP%20Pulgar%20Torrej%c3%b3n%20Jorge%20rp.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 13-may-2024)

<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/8198/TSP-COAGUILA%20ANDIA%20DAVID%20PEDRO%20RP-.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 28-feb-2024)

<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7820/CARATULA%20YACOLCA%20PANIURA%20ENRIQUE%20CLEMENTE%20RP.isAllowed=y&sequence=1>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 19-abr-2025)

<https://www.coursehero.com/file/64629919/Presentaci%C3%B3n-05-06-2020pptx/>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 18-dic-2024)

<https://www.coursehero.com/file/220399052/Taller-Papeles-de-Trabajo-PC-0321pdf/>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 05-nov-2022)

<https://www.coursehero.com/file/75778370/Induccion-gerencial-C-4docx/>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 29-ene-2024)

<http://intra.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7700/TSP%20DEL%20RIO%20BASILIO%20ADRIANA%20FIORELA%20RP.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 26-jun-2024)

<http://intra.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7005/TSP%20FLORES%20VALLEJOS%20JESSICA%20RP.pdf?isAllowed=y&sequence=11>

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 02-dic-2024)

[Submitted to CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA on 2024-12-02](#)

Coincidencia del < 1% (Internet desde 03-feb-2023)

<https://www.cal.org.pe/v1/wp-content/uploads/2018/12/d-SOLICITUD-DE-INCORPORACION-NUEVO-FORMATO.docx>

Coincidencia del < 1% (trabajos de los estudiantes desde 23-jun-2021)

[Submitted to Universidad Carlos III de Madrid on 2021-06-23](#)

Coincidencia del < 1% (Internet desde 09-dic-2022)

<https://learn.microsoft.com/es-es/rest/api/avs/workload-networks/list-dns-zones>

Coincidencia del < 1% (Internet desde 24-abr-2008)

<http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/s1997/abdiel/node10.html>

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Inca Garcilaso de la Vega por brindarme la formación académica, el respaldo institucional y los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo. Su compromiso con la excelencia ha sido fundamental en mi crecimiento profesional y personal.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Esta tesis propone un estándar de integración entre empresas proveedoras de productos IoT y operadores de telecomunicaciones, utilizando como base el marco TM Forum. El objetivo es establecer un modelo funcional y técnico que facilite la interoperabilidad entre ambas partes, permitiendo automatizar casos de uso clave como la solicitud y provisión de eSIM, activación y desactivación de planes de conectividad, y el cambio de planes contratados. La solución contempla que la activación pueda gestionarse tanto a nombre del usuario final como de la empresa IoT, lo cual amplía la flexibilidad de los modelos comerciales y fortalece las estrategias conjuntas.

El enfoque se basa en el uso de las Open APIs de TM Forum, proponiendo para cada caso de uso las interfaces necesarias, su comportamiento esperado y su interacción con los procesos internos de la telco, especialmente en los dominios de gestión de órdenes, recursos, servicios y clientes. Asimismo, se sugiere un marco de adaptación de los campos estándar definidos por las APIs, permitiendo que las empresas ajusten el modelo a sus necesidades específicas sin comprometer la interoperabilidad.

El resultado es un estándar de integración modular, escalable y alineado con buenas prácticas del sector, que busca acelerar el time-to-market, mejorar la experiencia del cliente final y generar beneficios mutuos. Este trabajo representa una contribución concreta al ecosistema digital, promoviendo una colaboración más fluida entre actores tecnológicos y operadores de red.

Palabras clave:

- Integración IoT
- TM Forum
- Open APIs
- eSIM
- Procesos funcionales telco

Standard for Integration between IoT Product and Service Companies and
Telecommunications Operators based on the TM Forum Framework

ABSTRACT AND KEYWORDS

This thesis proposes an integration standard between IoT product vendors and telecommunications operators, based on the TM Forum framework. The goal is to define a functional and technical model that enables interoperability between both parties, allowing automation of key use cases such as eSIM request and provisioning, connectivity plan activation and deactivation, and plan changes. The solution considers that activation may be carried out either in the name of the IoT company or the end user, enhancing flexibility and strengthening joint business strategies.

The approach is grounded in TM Forum's Open APIs, recommending for each use case the appropriate interfaces, their expected behavior, and their interaction with the telco's internal functional processes, particularly in order, resource, service, and customer management domains. A flexible field adaptation model is also proposed, enabling companies to tailor standard API payloads to their needs without losing interoperability.

The result is a modular, scalable integration standard aligned with industry best practices, aiming to accelerate time-to-market, improve the end-user experience, and create mutual value. This work offers a practical contribution to the digital ecosystem by fostering smoother collaboration between technology providers and network operators.

Keywords:

- IoT Integration
- TM Forum
- Open APIs
- eSIM
- Telco Functional Processes

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	4
ABSTRACT AND KEYWORDS.....	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.1 Marco histórico	8
1.2 Bases teóricas	9
1.3 Marco legal	10
1.4 Marco conceptual	11
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1 Descripción de la realidad problemática.....	15
2.2 Formulación del problema general y específicos.....	15
2.3 Objetivo general y específicos.....	16
CAPITULO III: JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1 Justificación e importancia del estudio	18
3.1 Delimitación del estudio	19
CAPITULO IV: FORMULACION DEL DISEÑO	20
4.1 Diseño esquemático	20
4.2 Descripción de los aspectos básicos del diseño	20
CAPITULO V: PRUEBA DE DISEÑO	22
5.1 Aplicación de la propuesta de solución	22
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, muchas empresas que fabrican o distribuyen productos IoT necesitan conectar sus dispositivos con redes móviles de forma casi inmediata. Esto no solo es necesario para que el producto funcione, sino también para ofrecer experiencias más completas a sus usuarios. Sin embargo, al intentar conectarse con un operador de telecomunicaciones, se encuentran con procesos largos, poco estandarizados y llenos de barreras técnicas. Cada operador suele tener sus propias formas de hacer las cosas, lo que obliga a las empresas a adaptarse una y otra vez.

Pero el problema no termina ahí. Muchas veces, una empresa ya está integrada con un operador y, cuando quiere cambiar a otro por temas de costos, cobertura o estrategia comercial, se topa con un muro. El cambio implica rehacer integraciones, entender procesos nuevos, ajustar datos, hacer pruebas... y todo esto consume tiempo y dinero. Esta situación genera una especie de “atadura técnica” que limita la competencia y frena la innovación.

Esta tesis propone una alternativa concreta: definir un estándar de integración entre empresas IoT y operadores, usando las Open APIs del TM Forum como base. La idea es facilitar casos como pedir una eSIM, activar o cambiar un plan, o dar de baja un servicio, todo de forma ordenada y reutilizable. Además, se plantea que la activación pueda hacerse a nombre de la empresa o del usuario final, según el modelo de negocio. Así, se busca una integración más ágil, flexible y sin dependencia de un solo operador.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco histórico

La necesidad de integrar servicios entre diferentes actores del ecosistema de telecomunicaciones no es nueva. Desde los inicios de la telefonía móvil comercial, los operadores han debido interactuar con fabricantes, distribuidores, revendedores y otros proveedores de servicios para ofrecer soluciones completas a los usuarios. Sin embargo, durante mucho tiempo, estas integraciones fueron cerradas, personalizadas y fuertemente dependientes de la arquitectura interna de cada operador.

Con la aparición del Internet de las Cosas (IoT) a inicios de la década de 2010, este panorama empezó a cambiar. A diferencia de los servicios tradicionales, los dispositivos IoT requerían conectividad escalable, activación remota, gestión masiva de líneas y flexibilidad comercial. Esto planteó nuevos retos tanto técnicos como operativos para los operadores móviles, que hasta entonces estaban acostumbrados a modelos más centralizados y controlados.

En paralelo, organizaciones como TM Forum venían promoviendo desde los años noventa la adopción de marcos estandarizados para la gestión de servicios y operaciones de telecomunicaciones. Su enfoque basado en componentes reutilizables y APIs abiertas cobró especial relevancia con la expansión de servicios digitales y el crecimiento del modelo B2B2X. Las Open APIs del TM Forum, publicadas desde 2016, ofrecieron por primera vez una forma estructurada, interoperable y globalmente reconocida de exponer funciones clave de negocio, como la activación de servicios, la gestión de cuentas o el manejo de órdenes.

Este marco abrió la puerta a una nueva etapa en la integración entre empresas IoT y operadores, donde la colaboración podía darse sobre una base técnica común, más ágil, abierta y escalable.

1.2 Bases teóricas

La base teórica de este trabajo se sustenta en tres pilares principales: el ecosistema IoT, los modelos de integración telco–terceros, y el marco TM Forum con sus Open APIs.

1.2.1. Ecosistema IoT y necesidad de integración:

El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión digital de objetos físicos a través de redes que permiten su monitoreo, control o interacción remota. Para que un dispositivo IoT funcione, necesita conectividad, ya sea vía redes móviles (e.g., LTE-M, NB-IoT) o redes privadas. En muchos modelos comerciales, esta conectividad debe ser gestionada automáticamente desde los sistemas de la empresa fabricante o distribuidora. Por eso, la necesidad de integración entre sistemas IoT y operadores no es opcional: es estructural. Sin esa integración, procesos como activar un eSIM, cambiar un plan o dar de baja un servicio se vuelven operativos, lentos y propensos a error.

1.2.2. Modelos de integración tradicionales vs. abiertos:

Históricamente, los operadores móviles han ofrecido integraciones personalizadas, usando APIs internas o procesos manuales. Estos enfoques generan dependencias, poca reutilización y dificultades al cambiar de proveedor. De ahí surge la necesidad de trabajar con modelos abiertos, reutilizables y estandarizados, donde los actores puedan interactuar bajo principios comunes.

1.2.3. TM Forum y Open APIs:

El TM Forum es una organización global sin fines de lucro que define marcos de referencia, procesos y APIs para la industria de telecomunicaciones. Su iniciativa Open Digital Architecture (ODA) promueve la modularización de los sistemas de soporte telco, y sus Open APIs permiten exponer capacidades clave como ordenamiento de servicios, gestión de clientes, cuentas, productos y recursos de red. Estas APIs están diseñadas con base en REST, JSON y principios de diseño moderno, y han sido adoptadas por múltiples operadores y proveedores tecnológicos a nivel mundial. Su uso no solo acelera la integración, sino que reduce riesgos, mejora la interoperabilidad y facilita la evolución futura del ecosistema.

En conjunto, estos fundamentos justifican el desarrollo de un estándar de integración basado en TM Forum para empresas que venden productos IoT y requieren conectividad móvil.

1.3 Marco legal

Dado que el caso de estudio se basa en la integración entre empresas que venden productos IoT y operadores móviles en Perú, usando eSIM, activación de planes, cambios, bajas, y todo eso vía APIs estandarizadas (TM Forum), el marco legal se enfoca en:

- Regulaciones sobre IoT y M2M (Machine to Machine).
- Uso y activación de eSIM en Perú.
- Gestión remota de servicios móviles (activación, cambio, baja).
- Tratamiento de datos personales al activar servicios a nombre de terceros.

Actualmente, el uso de eSIM como medio de provisión remota de servicios móviles no cuenta con una normativa pública específica en el Perú. Esta situación representa un vacío regulatorio que limita el despliegue de soluciones IoT a gran escala, pese a que estándares internacionales como los definidos por la GSMA ya lo contemplan técnicamente

El uso de dispositivos IoT bajo esquemas de conectividad M2M (Machine to Machine) debe alinearse con las disposiciones de homologación de terminales móviles y otros equipos de telecomunicaciones, según lo establecido en el Reglamento de Homologación del MTC (D.S. N° 001-2006-MTC). Esto asegura que los equipos utilizados por empresas IoT sean compatibles con la red del operador y no generen interferencias

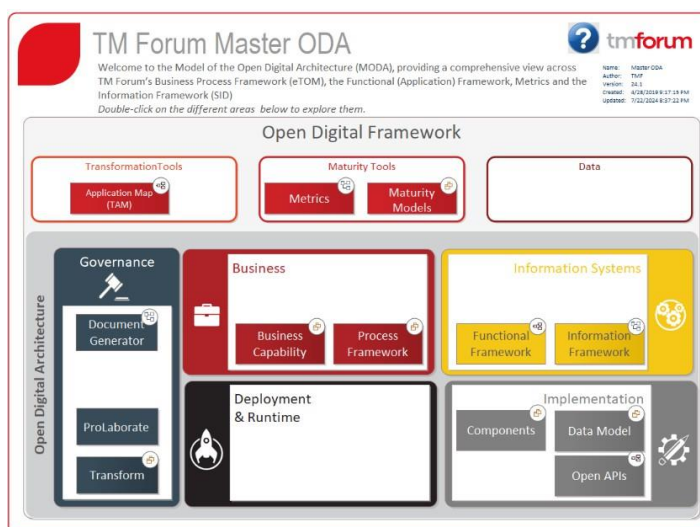
Desde el punto de vista del usuario, cuando los servicios móviles se activan a nombre del cliente final (y no de la empresa IoT), se debe cumplir con la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales, y su reglamento (D.S. N.º 003-2013-JUS). Esto implica que la empresa debe obtener el consentimiento informado del usuario para transferir o tratar datos personales (como nombre, DNI, dirección y consumo), y garantizar medidas técnicas de seguridad, sobre todo al exponer esta información a través de APIs

En resumen, cualquier modelo de integración IoT–telco en Perú que implique activaciones remotas, uso de eSIM, gestión de datos personales y cambios entre operadores debe alinearse con las regulaciones vigentes del MTC y OSIPTEL, asegurando interoperabilidad técnica, trazabilidad legal y protección de derechos del usuario final.

1.4 Marco conceptual

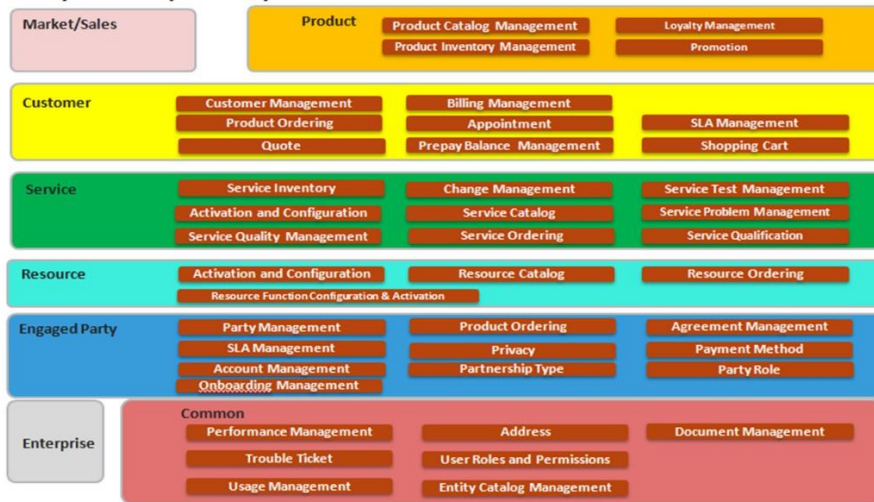
Este Marco define los principales términos y conceptos utilizados en el presente trabajo, los cuales sustentan el estándar propuesto.

- **Internet de las Cosas (IoT):**
Hace referencia a la red de objetos físicos interconectados que recopilan, procesan y transmiten datos a través de internet. En el contexto de esta tesis, se considera especialmente el uso de conectividad móvil para habilitar dispositivos como autos, sensores industriales, dispositivos de monitoreo, entre otros.
- **Integración IoT–telco:**
Es el proceso mediante el cual una empresa que vende o fabrica dispositivos IoT se conecta con los sistemas de un operador móvil para automatizar operaciones como activación de líneas, asignación de eSIM, gestión de planes y bajas de servicio. Esta integración puede hacerse a través de APIs, interfaces o procesos técnicos definidos.
- **eSIM (embedded SIM):**
Es una tarjeta SIM virtual integrada en el dispositivo que puede ser gestionada remotamente. Permite activar o cambiar de operador sin necesidad de reemplazar una SIM física. La eSIM es clave en escenarios IoT por su facilidad de provisión y su soporte a escala.
- **TM Forum:**
Organización global que define marcos, modelos y estándares para la industria de telecomunicaciones. Promueve la interoperabilidad, modularidad y transformación digital mediante componentes reutilizables, entre ellos sus Open APIs.



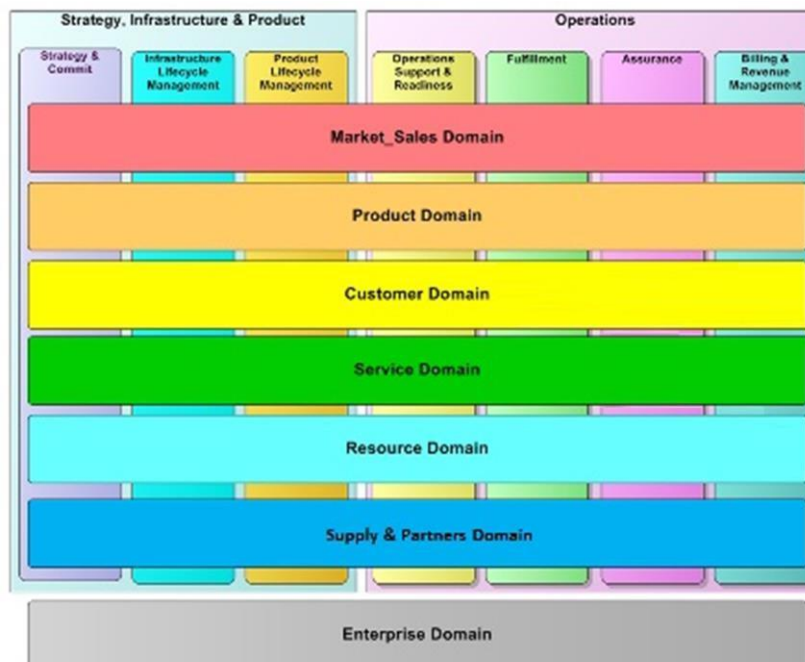
- Open APIs de TM Forum:

Son interfaces estandarizadas de comunicación entre sistemas desarrolladas por TM Forum, basadas en REST y JSON. Estas APIs permiten exponer capacidades clave de los operadores, como la gestión de productos, órdenes, servicios, recursos, cuentas y clientes. Facilitan la integración entre empresas externas (como las IoT) y los sistemas de los operadores de forma segura, reutilizable y escalable.



- Procesos funcionales Telco:

Se refiere a la lógica interna del operador móvil para gestionar operaciones comerciales, técnicas y de soporte. Incluye flujos como activación de servicios, provisión de red, facturación, atención al cliente y gestión de cuentas. En una integración con empresas IoT, estos procesos deben alinearse con las acciones que se automatizarán vía API.



- Sistemas Telco:

Según el estándar mundial TMFORUM una Telco está compuesta mínimamente por los siguientes sistemas de información:

Un sistema CRM (Customer Relationship Management) en el ámbito de las telecomunicaciones es la plataforma encargada de gestionar la relación con los clientes a lo largo de todo su ciclo de vida. Permite centralizar la información del abonado, registrar interacciones, administrar solicitudes de atención y dar soporte a los procesos de ventas, postventa y fidelización. En una operadora, el CRM es la fuente principal para la gestión de datos del cliente y se integra con otros sistemas de red y negocio para asegurar una visión unificada.

El COM (Customer Order Management) es la solución responsable de recibir, validar y orquestar las órdenes de cliente que provienen del CRM u otros canales digitales. Su función principal es descomponer la orden comercial en órdenes técnicas que se envían hacia los sistemas de red y provisión. De este modo, el COM garantiza que la oferta contratada por el cliente pueda transformarse en servicios efectivos en la red.

El SOM (Service Order Management) se ocupa de la capa de servicios, asegurando que las órdenes recibidas desde el COM sean traducidas en pasos técnicos claros para la activación y configuración en la infraestructura de telecomunicaciones. Actúa como puente entre la lógica comercial y los elementos de red, coordinando los flujos de activación de servicios como voz, datos o IPTV.

El sistema de inventario lógico mantiene el registro actualizado de los recursos lógicos de red y de los servicios asignados. Este inventario no gestiona equipos físicos, sino recursos como direcciones IP, numeración, perfiles de servicio o relaciones entre elementos virtuales. Su correcta administración es esencial para soportar la provisión, garantizar la coherencia de la red y evitar conflictos en la asignación de recursos.

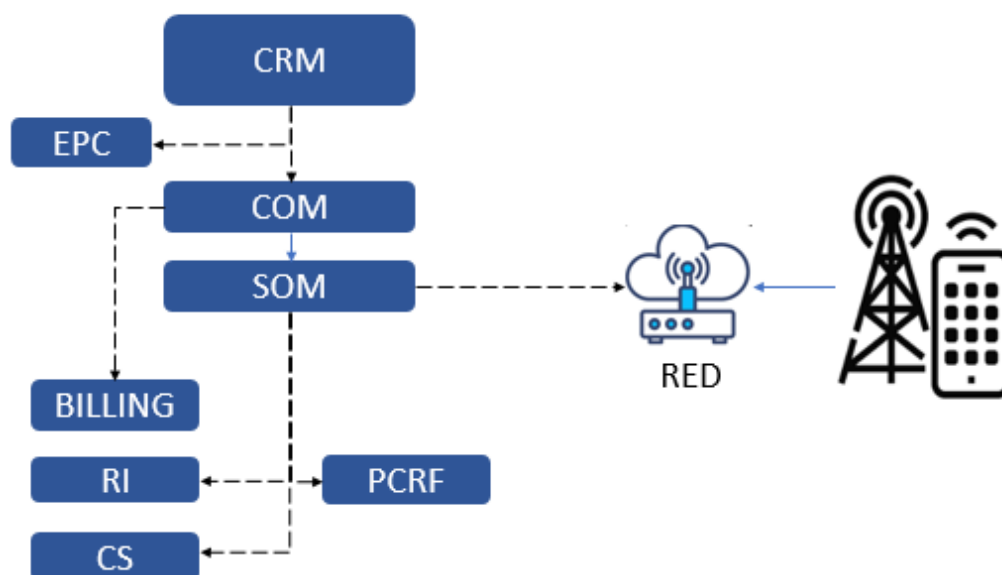
El charging system o sistema de tarificación en tiempo real procesa y descuenta el consumo de los servicios de los clientes, especialmente en entornos prepago. Este sistema se conecta directamente con la red para aplicar cargos inmediatos según las reglas definidas en la oferta comercial, asegurando que el uso de voz, datos o SMS se ajuste al saldo disponible.

El sistema de facturación (billing system) gestiona el ciclo completo de facturación para clientes postpago. Abarca la consolidación de cargos, descuentos, impuestos y ajustes, generando la factura final que se envía al cliente. También administra cuentas, fechas de corte, cobros recurrentes y conciliaciones con el sistema financiero.

El PCRf (Policy and Charging Rules Function) es un componente crítico en arquitecturas basadas en IMS y LTE. Su rol es definir y aplicar reglas de control de políticas y de cobro, en tiempo real, según el perfil del cliente, la red y el tipo de

servicio. Por ejemplo, permite priorizar tráfico, aplicar límites de velocidad o habilitar paquetes adicionales según las condiciones contratadas.

Finalmente, el catálogo maestro se divide en dos perspectivas complementarias. El catálogo técnico contiene la descripción de los recursos de red, servicios y sus dependencias técnicas, asegurando consistencia en la provisión y en la operación de los servicios. El catálogo comercial, en cambio, agrupa las ofertas, planes y promociones disponibles al mercado, incluyendo precios, condiciones y reglas de comercialización. La alineación entre ambos catálogos es fundamental para garantizar que lo que se vende al cliente pueda efectivamente ser soportado y entregado por la red.



CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, muchas empresas que comercializan productos IoT en el Perú enfrentan dificultades operativas y técnicas al intentar conectarse con operadores móviles para activar servicios de conectividad. Estas empresas, que ofrecen desde terminales de punto de venta (POS), sensores industriales o vehículos inteligentes, necesitan activar líneas móviles de manera rápida, escalar a cientos o miles de dispositivos y automatizar procesos como cambios de plan, suspensiones o bajas de servicio. Sin embargo, el escenario real dista mucho de esa necesidad.

Cada operador móvil maneja procesos internos distintos, formatos específicos y flujos cerrados que dificultan la integración fluida. Las empresas deben adaptar sus sistemas de forma individual para cada operador, desarrollando integraciones personalizadas que requieren tiempo, esfuerzo técnico y múltiples aprobaciones. Esto retrasa la salida al mercado, encarece las operaciones y reduce la capacidad de escalar.

Además, una vez integrada a un operador, migrar a otro se convierte en una tarea engorrosa. No existe una vía estandarizada para portar servicios IoT entre redes, lo cual genera una dependencia técnica que limita la competencia y restringe las opciones comerciales. Por otro lado, tecnologías como la eSIM —que permitirían activar servicios de forma remota, sin cambiar físicamente tarjetas SIM— están disponibles, pero no se aprovechan plenamente por la falta de modelos de integración modernos y abiertos.

Este desfase entre lo que la tecnología permite y lo que realmente se implementa en el entorno local representa una barrera importante para el crecimiento del ecosistema IoT, afectando tanto a las empresas tecnológicas y operadores móviles, sino que también al cliente final.

2.2 Formulación del problema general y específicos

Problema general:

¿Cómo puede establecerse un modelo estandarizado y flexible que permita a las empresas que comercializan productos IoT en el Perú integrarse de forma ágil, segura y automatizada con los operadores móviles, considerando la necesidad de activar eSIM, gestionar planes y escalar servicios sin depender de desarrollos individuales por operador?

Problemas específicos:

- a) ¿Qué barreras técnicas, operativas y comerciales enfrentan actualmente las empresas IoT al intentar integrarse con los operadores móviles en el Perú?
- b) ¿Qué casos de uso deben priorizarse (como activación, baja o cambio de plan) para facilitar una integración práctica y alineada con las necesidades reales del ecosistema IoT?
- c) ¿Cómo podrían aprovecharse las Open APIs del TM Forum para definir una capa de integración estándar, reutilizable y alineada con los procesos internos de los operadores?
- d) ¿Qué nivel de flexibilidad debe tener el modelo propuesto para permitir activaciones tanto a nombre de la empresa IoT como del usuario final, sin comprometer la seguridad ni el cumplimiento normativo?
- e) ¿De qué forma puede garantizarse que la solución permita la portabilidad o el cambio de operador sin tener que rehacer la integración técnica desde cero?

2.3 Objetivo general y específicos

Objetivo general:

Diseñar un modelo de integración estandarizado y flexible que permita a las empresas que comercializan productos IoT en el Perú conectarse de forma ágil, segura y automatizada con los operadores móviles, utilizando Open APIs del TM Forum y considerando casos de uso clave como la activación, baja y modificación de planes móviles mediante eSIM.

Objetivos específicos:

- Identificar las principales barreras técnicas, operativas y comerciales que enfrentan actualmente las empresas IoT al integrarse con los operadores móviles en el contexto peruano.
- Definir los casos de uso prioritarios que deben ser soportados por el modelo de integración, en función de las necesidades reales del negocio y del ciclo de vida de los dispositivos conectados.
- Evaluar el conjunto de Open APIs del TM Forum más adecuadas para implementar las funcionalidades necesarias en los procesos de activación, gestión y desactivación de servicios móviles.
- Proponer una arquitectura funcional que permita realizar activaciones tanto a nombre de la empresa IoT como del usuario final, garantizando cumplimiento normativo, trazabilidad y seguridad.
- Diseñar mecanismos dentro del modelo propuesto que faciliten el cambio de operador sin necesidad de rehacer integraciones, fomentando la interoperabilidad y la competitividad en el ecosistema IoT.

CAPITULO III: JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Justificación e importancia del estudio

Hoy en día, cada vez más empresas en el Perú comercializan productos conectados que dependen de la red móvil para operar. Dispositivos como terminales de pago, sensores industriales o vehículos inteligentes requieren conectividad activa desde el primer momento, sin procesos manuales ni demoras técnicas. Sin embargo, integrar estos productos con los operadores móviles sigue siendo un desafío complejo, costoso y, muchas veces, poco escalable.

Estudiar esta problemática es necesario porque la falta de un modelo de integración estandarizado frena el crecimiento de muchas iniciativas tecnológicas. Cada empresa que quiere conectarse a un operador debe enfrentar procesos distintos, desarrollar integraciones desde cero, y adaptarse a reglas que no siempre están pensadas para el modelo IoT. Esto no solo retrasa la salida de productos al mercado, sino que limita la competencia, genera dependencia técnica y afecta directamente la eficiencia operativa.

Este estudio es especialmente relevante para empresas tecnológicas, fabricantes de hardware IoT, integradores de sistemas, y también para los propios operadores móviles, que podrían ampliar sus oportunidades comerciales si ofrecieran mecanismos abiertos y estructurados de conexión con terceros. Del mismo modo, el sector industrial, el sector logístico, el retail y otros rubros que dependen de dispositivos conectados se beneficiarían de una mayor flexibilidad y automatización en la gestión de servicios móviles.

En cuanto a su importancia, este trabajo busca cerrar una brecha concreta entre lo que la tecnología ya permite —como la activación remota con eSIM o el uso de APIs abiertas— y lo que realmente se aplica en el entorno local. Al proponer un modelo de integración basado en estándares internacionales como las Open APIs del TM Forum, se plantea una solución realista, reutilizable y alineada con las necesidades actuales del mercado digital peruano.

Este estudio no solo es pertinente, sino urgente, porque el ecosistema IoT está creciendo, y necesita herramientas concretas para integrarse de forma sostenible con los operadores móviles. Lo que aquí se plantea puede convertirse en una base sólida para futuras políticas de interoperabilidad, nuevos modelos de negocio y mejores prácticas en todo el sector.

3.1 Delimitación del estudio

Este estudio se desarrolla en el contexto del mercado peruano, específicamente en el ámbito de las empresas que comercializan productos IoT que requieren conectividad móvil para su funcionamiento. Se enfoca en la interacción técnica y operativa entre dichas empresas y los operadores móviles que operan en el país, con especial atención a los procesos de activación, modificación y desactivación de servicios móviles a través de tecnologías como eSIM.

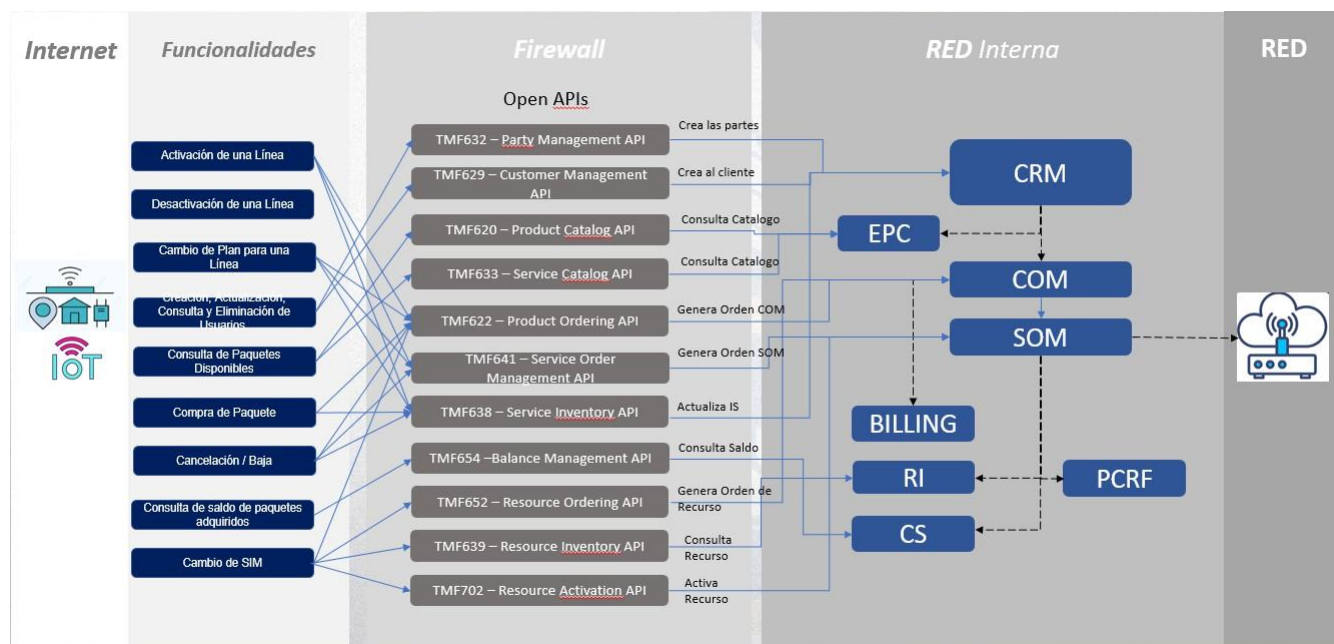
La investigación no contempla el análisis detallado de plataformas IoT completas, ni evalúa el hardware de los dispositivos, sino que se centra en el diseño de un modelo de integración funcional basado en estándares abiertos (TM Forum), aplicable a escenarios reales de conectividad remota y escalable.

No se trabaja con usuarios finales como fuente primaria, sino con información proveniente de actores técnicos del sector, documentación pública de operadores, lineamientos regulatorios locales y marcos internacionales de integración digital.

CAPITULO IV: FORMULACION DEL DISEÑO

4.1 Diseño esquemático

Arquitectura de la solución



4.2 Descripción de los aspectos básicos del diseño

Por cada Funcionalidad como parte del análisis de las funcionalidades se han identificado los OPEN APIS que corresponde:

1. Registro de la entidad (Party)
 - a. TMF632 – Party Management API Crear la empresa IoT o usuario final como entidad en el sistema.
 - b. TMF629 – Customer Management API Creación del Customer
2. Asociar ese Party al rol de cliente que puede contratar servicios.
3. Consulta de paquetes disponibles
 - a. TMF620 – Product Catalog API
 - b. TMF633 – Service Catalog API
4. Activación de una línea
 - a. TMF622 – Product Ordering API
 - b. TMF641 – Service Order Management API
 - c. TMF638 – Service Inventory API

5. Compra de paquete
 - a. TMF622 – Product Ordering API
 - b. TMF638 – Service Inventory API

6. Consulta de saldo de paquetes adquiridos
 - a. TMF654 – Prepay Balance Management API

7. Cambio de plan de una línea
 - a. TMF622 – Product Ordering API
 - b. TMF641 – Service Order Management API
 - c. TMF638 – Service Inventory API

8. Cambio de SIM
 - a. TMF622 – Product Ordering API
 - b. TMF652 – Resource Ordering API
 - c. TMF639 – Resource Inventory API
 - d. TMF702 – Resource Activation API

9. Desactivación de una línea
 - a. TMF622 – Product Ordering API
 - b. TMF641 – Service Order Management API
 - c. TMF638 – Service Inventory API

CAPITULO V: PRUEBA DE DISEÑO

5.1 Aplicación de la propuesta de solución

Lista de Campos Recomendada que debe tener Cada OPEN API:

TMF632 – Party Management API - Gestiona entidades (personas o empresas).

- id (string): identificador único del party.
- href (string): enlace de referencia al recurso party.
- name (string): nombre de la persona o empresa.
- status (string): estado del party (activo, suspendido, etc.).
- contactMedium (array): información de contacto (teléfono, email, dirección).
- characteristic (array): atributos adicionales definidos por la empresa (ej. tipo de documento).

TMF629 – Customer Management API - Gestiona al cliente como rol de negocio.

- id (string): identificador único del customer.
- href (string): enlace de referencia al recurso customer.
- name (string): nombre del cliente (puede ser empresa IoT o persona).
- status (string): estado de la relación del cliente (activo, suspendido).
- relatedParty (array): referencia al party asociado (de TMF632).
- account (array): cuentas asociadas al cliente (ej. cuenta de facturación).
- characteristic (array): atributos personalizados del customer.

TMF620 – Product Catalog API - Gestiona el catálogo de productos.

- id (string): identificador único del catálogo o producto.
- name (string): nombre del producto.
- description (string): descripción del producto.

- version (string): versión de la oferta o catálogo.
- productOffering (array): lista de ofertas de productos disponibles.
- category (string): categoría a la que pertenece el producto.

TMF633 – Service Catalog API- Gestiona el catálogo de servicios.

- id (string): identificador del catálogo de servicios.
- name (string): nombre del servicio.
- description (string): descripción del servicio.
- version (string): versión de la especificación de servicio.
- serviceSpecification (array): especificaciones técnicas de servicios.
- category (string): categoría del servicio.

TMF622 – Product Ordering API - Gestiona órdenes de productos (alta, baja, cambio).

- id (string): identificador de la orden.
- href (string): enlace de referencia al recurso orden.
- orderItemId (string): identificador de cada ítem en la orden.
- orderItemAction (string): acción sobre el ítem (add, modify, delete).
- productOfferingRef (objeto): referencia al producto en el catálogo (id, name).
- productSpecificationRef (objeto): referencia a la especificación técnica del producto.
- targetProductSchema (objeto): esquema de cómo se representa el producto.
- orderDate (date-time): fecha de creación de la orden.
- state (string): estado de la orden (pending, completed, failed).

TMF641 – Service Order Management API- Gestiona la activación, modificación y desactivación de servicios mediante órdenes de servicio.

- `serviceOrderId` (string): identificador único de la orden de servicio.
- `orderItem` (array): lista de ítems dentro de la orden, cada uno con su acción y servicio asociado.
- `action` (string): acción solicitada (add, modify, delete).
- `service` (object): información del servicio (id, name, `serviceType`, características).
- `relatedParty` (array): entidades vinculadas a la orden (cliente, proveedor, operador).
- `state` (string): estado de la orden (acknowledged, inProgress, completed, failed).
- `orderDate` (date-time): fecha en que se generó la orden.
- `completionDate` (date-time): fecha en que se completó o cerró la orden.
- `note` (array): comentarios o anotaciones asociadas al proceso.

TMF638 – Service Inventory API - Gestiona inventario de servicios activos.

- `id` (string): identificador único del servicio.
- `name` (string): nombre del servicio.
- `description` (string): descripción del servicio.
- `status` (string): estado del servicio (activo, suspendido).
- `serviceSpecification` (objeto): referencia a la especificación del servicio.
- `relatedParty` (array): entidad asociada (cliente).
- `characteristic` (array): atributos adicionales del servicio.

TMF654 – Prepay Balance Management API- Gestiona saldos prepago y consumos.

- `id` (string): identificador del balance.
- `balanceType` (string): tipo de saldo (datos, voz, sms).
- `amount` (number): cantidad disponible.

- currency (string): moneda del saldo.
- validityPeriod (objeto): periodo de validez (startDate, endDate).
- relatedParty (array): referencia al cliente o suscriptor.

TMF652 – Resource Ordering API- Gestiona órdenes sobre recursos físicos (ej. SIM).

- id (string): identificador de la orden de recurso.
- href (string): enlace de referencia.
- orderItemId (string): identificador del ítem de recurso.
- orderItemAction (string): acción (add, modify, delete).
- resourceRef (objeto): referencia al recurso (id, name, tipo).
- orderDate (date-time): fecha de la orden.
- state (string): estado de la orden.

TMF639 – Resource Inventory API - Gestiona el inventario de recursos (SIMs, dispositivos).

- id (string): identificador del recurso.
- name (string): nombre del recurso.
- type (string): tipo de recurso (SIM, dispositivo, puerto).
- status (string): estado (activo, disponible, retirado).
- resourceSpecification (objeto): referencia a la especificación del recurso.
- relatedParty (array): entidad asociada al recurso.
- characteristic (array): atributos adicionales del recurso.

TMF702 – Resource Activation API - Activa o desactiva recursos en la red.

- resourceOrderId (string): identificador de la orden de recurso.
- action (string): acción a realizar (activate, deactivate).
- resource (objeto): información del recurso (id, type, status).

- state (string): estado de la activación (inProgress, completed).
- startDate (date-time): inicio de la acción.
- endDate (date-time): fin de la acción.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

Se sugiere que los operadores móviles en el Perú adopten gradualmente el modelo propuesto, basado en Open APIs del TM Forum, para facilitar la integración con empresas que ofrecen productos IoT. Este modelo puede usarse como referencia técnica y comercial en acuerdos de activación, baja o cambio de planes mediante eSIM.

Además, se recomienda flexibilizar los procesos de activación según el tipo de cliente (empresa o usuario final), y promover la propuesta entre sectores como transporte, retail e industria, donde la conectividad IoT es crítica.

Finalmente, se plantea que las entidades reguladoras consideren este enfoque como base para futuras normas que impulsen la interoperabilidad y la competencia en el ecosistema digital peruano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GSMA Intelligence. (2024). *The Mobile Economy Latin America 2024: Key trends in mobile industry – 5G momentum, network APIs, eSIM and AI use cases*. GSMA Intelligence. <https://www.gsmainelligence.com/research/the-mobile-economy-latin-america-2024/>

GSMA Intelligence. (2025). *IoT and mobile operators: progress and pain points*. GSMA Intelligence. <https://www.gsmainelligence.com/research/iot-and-mobile-operators-progress-and-pain-points/>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2006). *Decreto Supremo N° 001-2006-MTC – Reglamento de Homologación de Equipos de Telecomunicaciones*. <https://www.gob.pe/mtc>

TM Forum. (2020). *Open API Adoption Assessment Report v3a (Q4 2020)*. TM Forum. https://www.tmforum.org/open-apis_trashed/adoption-assessment-report/api-adoption-assessment-reports-q4-2020/tmforum.org+7

TM Forum. (2023). *Real world implementation of TM Forum Open APIs*. TM Forum Inform. <https://inform.tmforum.org/features-and-opinion/real-world-implementation-of-tm-forum-open-apis/>

TM Forum. (2025). *Open APIs & Open Digital Architecture (ODA)*. TM Forum. <https://www.tmforum.org/oda/open-apis/>