



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
LAS TELECOMUNICACIONES

PROYECTO CAPSTONE

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN IOT SATELITAL PARA
LA GESTIÓN DE ESTACIONES EN ZONAS REMOTAS DE BROADCASTING

Profesor
Carlos Poma

Autor
Mario Paúl Rojas Vélez

2023

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Formulación del problema	3
3.	Objetivo General.....	5
4.	Objetivos Específicos	6
5.	Marco Teórico.....	7
5.1.	Servicios IoT e Industria 4.0	7
5.2.	Soluciones de comunicaciones satelitales.....	10
5.3.	Características de una plataforma IoT	12
5.4.	Modelos de negocio para servicios IoT.....	14
5.5.	Sistemas de gestión para Broadcasting.....	15
6.	Metodología aplicada para el análisis de la iniciativa de solución tecnológica	17
6.1.	Justificación.....	17
6.2.	Metodología.....	17
7.	Análisis y discusión de los resultados	25
7.1.	Identificación de población y la muestra	25
7.2.	Soluciones tecnológicas inalámbricas existentes	26
7.3.	Situación actual en Broadcasting	31
8.	Propuesta de alternativas de solución del problema	35
8.1.	Análisis y estrategia de implementación	35
8.2.	Diseño de la solución.....	39
8.3.	Evaluación de la solución propuesta.....	43
9.	Conclusiones y Recomendaciones	48
10.	Referencias.....	50
11.	Anexos.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Variables</i>	19
<i>Tabla 2: Matriz de decisión sobre tecnologías en zonas rurales</i>	37
<i>Tabla 3: Matriz de costos de implementación de la plataforma IoT Satelital</i>	43
<i>Tabla 4: Matriz de costos de operación de la plataforma IoT Satelital</i>	43
<i>Tabla 5: Matriz de depreciaciones</i>	44
<i>Tabla 6: Cálculo de Valor presente por cada año para la implementación de una plataforma de IoT satelital</i>	44
<i>Tabla 7: Desglose de costos operativos actuales de las empresas</i>	45
<i>Tabla 8: Cálculo de Valor presente por cada año de los costos actuales de las empresas</i>	45
<i>Tabla 9: Cálculo de la variación porcentual</i>	46
<i>Tabla 10: Matriz de decisión sobre el costo-beneficio</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Arquitectura de IoT (Foster, Carpenter, Morgan, & Ramoul, 2020)</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2: Comparación y calificación de las diferentes tecnologías IoT (Centenaro y otros, 2021)</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3: Identificación de la población y muestra (ARCOTEL, 2022)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4: Mapa de cobertura vs velocidad de uplink</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5: Cantidad de repetidoras por concesionario (ARCOTEL, 2022)</i>	<i>32</i>
<i>Figura 6: Costos de atención técnica por estación</i>	<i>32</i>
<i>Figura 7: Tiempo promedio de atención técnica de estaciones repetidoras</i>	<i>33</i>
<i>Figura 8: Promedio de reprocesos de atenciones técnicas</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9: Cantidad de radio bases por parroquia desplegadas (ARCOTEL, 2022)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 10: Diagrama de estación repetidora de radiodifusión FM (ADVICOM, 2021).....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11: Esquemático de la solución propuesta</i>	<i>41</i>
<i>Figura 12: Esquemático de la plataforma IoT.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 13: Flujo de caja con proyección a 5 años de la implementación de una plataforma de IoT satelital.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14: Flujo de caja con proyección a 5 años de los costos actuales de las empresas</i>	<i>45</i>

RESUMEN

La industria de Broadcasting enfrenta grandes desafíos de transformación, donde los medios de comunicación digital han tomado protagonismo y liderado un aumento de la calidad de imagen y a la gran diversidad de contenidos audiovisuales. Los costos que se destinan para actividades de mantenimiento han ido aumentando cada vez más, provocando un mayor costo operativo y a esto se agrega la cantidad de reprocesos de visitas técnicas por la falta de información de la estación.

Por su parte, la transformación digital a través de las soluciones de IoT, ha logrado solucionar varias problemáticas para brindar mejora y optimización de los servicios en las diferentes sectores e industrias. Por tal razón, este documento recoge y analiza varias soluciones tecnológicas, aplicándolas a la realidad y situación de las estaciones de broadcasting, e identificando que la comunicación satelital es una de las mejores opciones de comunicación.

Los resultados de las estrategias de implementación y diseños analizados en este documento, evidencian que una solución de IoT satelital tiene factibilidad técnica y económica, donde la mejora económica dependerá del valor destinado para la atención técnica a cada estación, sin embargo, al realizar un análisis de costo-beneficio se evidencia que existen otros beneficios mayores al implementar este tipo de solución.

ABSTRACT

The Broadcasting industry faces great transformation challenges, where digital media have taken center stage and led an increase image quality and great diversity of audiovisual content. The costs destined for maintenance activities have been increasing more and more, causing a higher operating cost, and to this the amount of reprocessing of technical visits due to the lack of information from the station.

For its part, digital transformation through IoT solutions has managed to solve several problems of service improvement and optimization in different sectors and industries. For this reason, this document collects and analyzes various technological solutions, applying them to the reality and situation of broadcast stations, in order to identifying that satellite communication is one of the best communication options.

The results of implementation strategies and designs analyzed in this document, show that a satellite IoT solution has a technical and economic feasibility, where the economic improvement will depend on the value for technical attention of each station, however, the performing a cost-analysis benefit it is evident that there are other greater benefits when implementing this type of solution.

1. Introducción

La transformación digital a través de la industria 4.0 ha iniciado la denominada cuarta revolución industrial en el mundo, donde se ha creado una gran necesidad de desarrollar tecnología de comunicación que permita la automatización de muchos procesos, con el objetivo de mejorar la eficiencia, productividad y calidad de productos y servicios. La transformación digital se caracteriza por la integración de equipamiento electrónico o sensores, el Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube, el análisis de datos y la inteligencia artificial.

Por su parte, el IoT plantea el monitoreo y gestión remota de todo equipamiento electrónico o sensores, por lo que requiere del desarrollo de redes de comunicación para la interconexión y transporte, con el objetivo de analizar y convertir los datos en información útil para la toma de decisiones, mejoramiento de la eficiencia y calidad.

La continua búsqueda de la reducción de costos en varias industrias, ha conllevado a que gran parte del equipamiento electrónico tenga la capacidad de gestión remota e integración con sistemas de monitoreo. Sin embargo, a pesar que actualmente la mayoría de equipamiento tecnológico tiene la capacidad de gestión remota, monitoreo, telecontrol y otras funcionalidades, existen casos en los que no se cuenta con redes de acceso para el transporte de datos, por lo que, soluciones como plataformas de IoT (Internet de las cosas) son componentes críticos para el desarrollo de una transformación digital e Industria 4.0. (Haleem Khan & Javaid, 2021)

La inexistencia de acceso a una red de telecomunicaciones en ciertas ubicaciones, se debe a falta de factibilidad técnica y económica por ser zonas de difícil acceso o el gran costo de implementación respectivamente, generando a personas y empresas a requerir mayores recursos humanos y herramienta, como es el caso del Broadcasting.

El aumento de los costos de movilización por mantenimiento para servicios de Broadcasting a nivel nacional, ha llevado a la reducción de estaciones, falta de despliegue o en algunos casos, la disminución de la calidad de los servicios de telecomunicaciones, principalmente en el área de Broadcasting (ARCOTEL,

2023). A este problema, se agrega los reprocesos realizados por la falta de información del estado de las estaciones y su equipamiento.

Actualmente, se estima que entre el 70% y 80% de las atenciones técnicas a estaciones de Broadcasting realizadas (ADVICOM, 2021), corresponden a fallas del suministro eléctrico o requieren el reinicio de los mismos (equipos inhibidos), eventos que pueden ser solucionados con la gestión remota de las estaciones y así reducir el 10% de reprocesos en visitas técnicas (ADVICOM, 2021).

Las soluciones de IoT pronostican un crecimiento anual del 13.6%, logrando un mercado de 1.2 Billones de dólares para el 2022 (Framingham, Business Wire, 2018), en cambio, la transformación digital a través de la Industria 4.0 ha logrado un mejoramiento de casi un 30% de eficiencia frente a empresas que no han implementado este tipo de iniciativas (Torrent-Sellens, 2019).

El proyecto tiene como objetivo brindar una solución de interconexión de bajo costo para el transporte de datos que permitan disminuir los costos de movilización y reprocesos en mantenimientos técnicos correctivos en estaciones remotas, que, además permita mejorar la calidad de servicios, evitar daños en equipamiento electrónico, fomentar la transformación digital, interoperabilidad y la creación de un modelo de negocio sostenible a través de una plataforma de comunicación IoT satelital. Esta plataforma no únicamente permitirá la automatización y gestión remota de estaciones, sino, apoyará a la transformación digital de las empresas que buscan el mejoramiento de eficiencia en sus actividades productivas y la reducción de costos en manera significativa a nivel nacional.

2. Formulación del problema

La industria de Broadcasting a nivel mundial está enfrentando grandes desafíos, ya que los medios de comunicación digital se encuentran en continuo crecimiento debido a los cambios de preferencia en el acceso a la información y a la gran diversidad de contenidos audiovisuales que se puede encontrar en internet. Adicionalmente, los bajos costos de distribución y marketing de estos medios de comunicación, han presionado que los medios de comunicación tradicional (radio y televisión) se transformen y distribuyan sus contenidos de forma digital (Navarro, 2022). Por otra parte, una de las grandes ventajas de los medios de comunicación digital es la calidad de imagen, dado que los usuarios tienen la capacidad de acceder a contenidos de gran calidad, frente a la calidad de recepción de servicios como la radiodifusión o televisión, sin embargo, es una industria con mucho potencial al ser canales oficiales de información y al ser gratuitos en su acceso (universalidad).

No obstante, la adopción de estrategias digitales y la búsqueda continua de mejoramiento de la calidad, no son los únicos puntos importantes a resolver, ya que las empresas de broadcasting tienden a ser cada vez más eficientes en sus costos, a través de la tecnología. Por su parte, la industria de broadcasting en su afán de mejorar los costos operativos de mantener estaciones repetidoras a nivel nacional, ha generado la eliminación de estaciones de repetición, especialmente en ciudades con bajas cantidades de habitantes.

También, los costos de personal y movilización que se destinan para actividades de mantenimiento, han ido aumentando cada vez más, provocando un mayor costo operativo, disminuyendo así su rentabilidad, por tal razón, las empresas tienen como objetivo el optimizar sus recursos, para así mejorar sus precios y ser más atractivos en el mercado de la publicidad. A este problema, se agrega la cantidad de reprocesos de visitas técnicas por la falta de información del estado de los equipos y la estación, que en ciertos casos requiere el remplazo o reparación del equipamiento (ADVICOM, 2021).

Es importante reconocer que los sistemas de comunicación en estaciones remotas, son propensos a fallas por variaciones de voltaje, inducciones electromagnéticas, cortes eléctricos prolongados, fallas en los sistemas

operativos, entre otros, que causan que equipos electrónicos se inhiban, perdiendo la continuidad del servicio y en algunos casos la pérdida de gestión de dichas estaciones remotas. Al ser el Broadcasting un servicio con difusión de señales de forma unidireccional, en su mayoría de estaciones no cuentan con redes de interconexión para la gestión remota. Por lo tanto, la optimización de recursos es primordial para el desarrollo de estos servicios de telecomunicaciones, donde iniciativas como la transformación digital buscan la interconectividad de máquinas, sensores y dispositivos, para la mejora de la producción, investigación, desarrollo y creación de productos y servicios, a través del procesamiento / análisis de los datos generados (Xu, He, & Li, 2014), siendo las soluciones de IoT las estrategias de bajo costo y rápida implementación (Zhang & Chen, 2020).

En este proyecto se plantea el diseño de una solución de IoT satelital para la gestión de estaciones de Broadcasting en zonas remotas, con el fin evitar movilizaciones durante mantenimientos, mejorar la calidad del servicio y evitar daños en el equipamiento.

En el mercado existen diferentes tipos de soluciones de interconexión que permiten el transporte de datos, desde enlaces de datos microonda, redes de fibra óptica, redes inalámbricas, comunicaciones satelitales, entre otras; sin embargo, la comunicación satelital es la única la solución que permite un despliegue rápido, a bajo costo y en la mayoría de casos no tiene impedimentos de implementación. De igual manera, la IoT permite mejorar la eficiencia operativa y convirtiéndola en la solución más adecuada para el mantenimiento predictivo (Haleem Khan & Javaid, 2021).

Mediante el diseño de una solución de IoT, permitirá el monitoreo y gestión inteligente de estaciones en zonas rurales y de difícil acceso para el servicio de Broadcasting, como también para los sectores de agricultura, industria, telecomunicaciones, entre otras. Para lo cual, este documento analizará varias soluciones tecnológicas que permitan solucionar las necesidades de las empresas de Broadcasting, bajo un modelo de negocio sostenible.

3. Objetivo General

Desarrollar una solución IoT de bajo costo a través de una red de comunicación satelital, con el fin de mejorar la eficiencia y calidad de las atenciones técnicas a nivel nacional para estaciones repetidoras de Broadcasting.

4. Objetivos Específicos

- Identificar las soluciones tecnológicas existentes de IoT en el mercado
- Analizar la situación y necesidades de las empresas de Broadcasting en el Ecuador
- Estructurar una estrategia para la implementación de una solución IoT satelital
- Diseñar una solución de IoT satelital bajo un modelo de negocio sostenible
- Evaluar el costo-beneficio de la solución de IoT diseñada para estaciones remotas de Broadcasting

5. Marco Teórico

Utilizar soluciones IoT es un componente indispensable para el desarrollo de la transformación digital y permite mejorar la productividad y automatización mediante una red de información valiosa e interconectada (Lu, 2020), sin embargo, estudios revelan que la implementación de soluciones orientadas a la transformación digital en empresas PyMe (Pequeñas y Medianas Empresas) tienen mayores desafíos en comparación con grandes empresas, dado a limitaciones de recursos y modelos comerciales que no ajustan a su realidad (Müller, 2018). Por lo tanto, es muy importante considerar que el diseño a proponerse, debe ajustarse a un modelo de negocio que permitan a empresas PyMe desarrollarse.

Determinar un modelo de negocio sostenible para el desarrollo de cualquier solución tecnológica es una de las características más importantes, dado que esto fomentará al mejoramiento y crecimiento del mismo, es por eso, que existen varios investigadores que han analizado varios modelos de negocio para servicios IoT, considerando el creciente número de dispositivos en el mercado y los beneficios hacia las empresas (Jaehyeon, Mi-Seon, & Jae-Hyeon, 2016).

En la indagación realizada no se encontró ninguna investigación que haya realizado el diseño de una plataforma de IoT satelital aplicada en el sector de broadcasting, por tal razón, a continuación, se presentan las investigaciones encontradas por: Servicios de IoT, Comunicaciones satelitales, Plataforma IoT, Modelos de negocio y Sistemas de gestión.

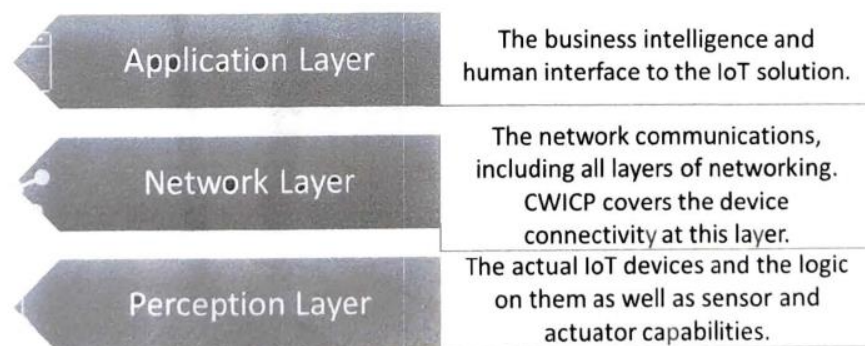
5.1. Servicios IoT e Industria 4.0

Es importante reconocer que para un correcto desarrollo del IoT en cualquier industria o mercado, las soluciones deberán contemplar un modelo de 3 capas (Aplicación, Red, Percepción) que sean autónomas independientemente y contemplar los siguientes aspectos fundamentales:

- Interconectividad
- Servicios relacionados a las cosas
- Heterogeneidad
- Dinámico al cambio

- Escalamiento

Figura 1: Arquitectura de IoT (Foster, Carpenter, Morgan, & Ramoul, 2020)



El artículo *“Prototyping Business Models for IoT Service”* (2016) realiza un resumen de varias publicaciones respecto a servicios IoT con diferentes enfoques, donde define que el IoT genera nuevas oportunidades de negocio al interconectar cosas al mundo digital. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) por su parte define al IoT como una infraestructura que permite servicios avanzados mediante la interconexión de cosas físicas y virtuales (Jaehyeon, Mi-Seon, & Jae-Hyeon, 2016).

Dentro del análisis realizado, se realiza una comparación de los diferentes modelos de negocio conforme al tipo de industria, donde se puede identificar los siguientes modelos (Jaehyeon, Mi-Seon, & Jae-Hyeon, 2016) :

- Modelo MOP (Multiple open platform)
- Modelo DNA
- Modelo Valor Neto
- Dimensión matricial 2x2
- Modelo de Negocio Canvas

Por otra parte, el artículo *“Business model innovation in small- and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users”* (2018) analiza bajo el modelo de negocio Canvas para la Industria 4.0, que conforme a encuestas realizadas se determinó que el 53.49% estima un cambio excepcional en los productos o servicios basados en datos, producción más flexible e individual, nuevas características de producto (mantenimiento predictivo, auto optimización, ahorros energéticos, entre otros) y “Retrofitting” de equipos de producción existentes (Müller, 2018).

Adicionalmente, Müller (2018) analiza las ventajas de un Proveedor de servicios para Industria 4.0, el cual puede brindar mejores propuestas de valor, costo de infraestructura (al ser compartida), entre otros atributos.

Los modelos de negocio planteados, no determinan soluciones sostenibles para empresas de broadcasting, las cuales pueden llegar a tener mayores dificultades en la hora de implementar dichos modelos.

Por otra parte, para lograr determinar un modelo de negocio sostenible, es necesario identificar el tipo de tecnología y analizar la interoperabilidad de la plataforma a ser diseñada.

En el mercado existen otras alternativas intercomunicación para IoT, las cuales pueden llegar a ser más económicas que las comunicaciones satelitales propuesta, como redes celulares (GSM, LTE y 5G), NB-IoT (derivado del LTE), Sigfox, LoRa o LoRaWAN, WiFi, redes ópticas, entre otras (Centenaro, Costa, Granelli, Sacchi, & Vangelista, 2021); sin embargo, este tipo de tecnologías requieren de gran infraestructura para brindar el servicio de interconectividad, por tal razón, los sistemas de comunicación muchas zonas rurales no han sido desplegados aún, lo que afectan al desarrollo de soluciones IoT para agricultura, acuicultura, ganadería, broadcasting, radiocomunicación, etc.

El diseño de una solución basada en la integración e interoperabilidad permite a futuro tener modelos híbridos de comunicación con redes terrestres, tanto inalámbricas como alámbricas.

Un análisis realizado por la revista IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, recorre diferentes soluciones de comunicación existentes en el mercado para la implementación de IoT en zonas remotas y rurales (Centenaro, Costa, Granelli, Sacchi, & Vangelista, 2021).

Se establece el término de IoT industrial (IIoT), que constituye la utilización del IoT en aplicaciones industriales (IoT Industria 4.0), el cual para 2024 se convertirá en el 70% del tráfico de todas las conexiones IoT en el mundo y tendrá un crecimiento de equipos del 180% (Centenaro, Costa, Granelli, Sacchi, & Vangelista, 2021), lo que indica que el desarrollo de este tipo de soluciones tiende a incrementarse en los próximos años.

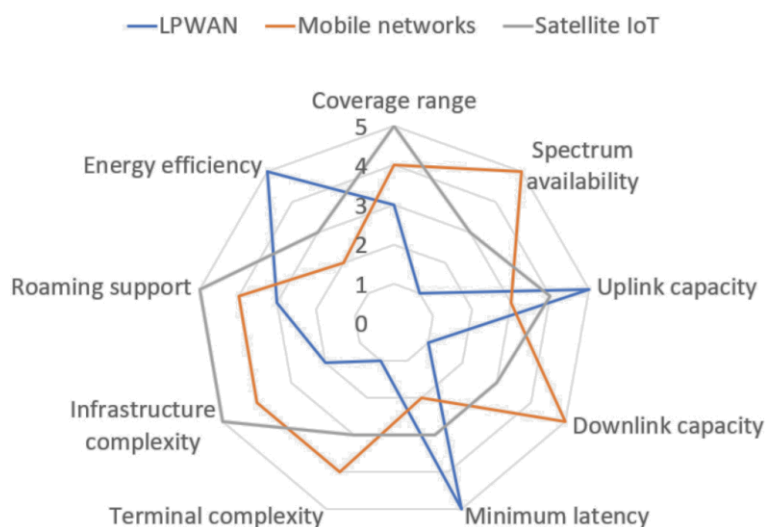
Omdia en cambio, proyecta que la conectividad satelital para IoT aumentará de \$233 millones de dólares (2019) a \$544 millones de dólares (2025), con un 25% de crecimiento anual de 2.7 millones de unidades (2019) a 10.3 millones de unidades (2025). (Lucero, 2020)

5.2. Soluciones de comunicaciones satelitales

Por otra parte, la operatividad de IoT en zonas remotas/rurales son críticas bajo conectividad celular, dado a la baja o nula conectividad de este servicio como en industrias de transporte (marítimo, terrestre y aéreo), logística, generación eléctrica solar, pozos petroleros y de gas, algunos servicios públicos, agricultura, cuidado ambiental, minería, etc.; por lo que, se puede evidenciar que para estos tipos de industrias la comunicación satelital es la candidata más adecuada para el transporte de IoT (Centenaro, Costa, Granelli, Sacchi, & Vangelista, 2021). *“Para la aplicación de IoT en áreas remotas, el sistema IoT satelital proporciona una solución rentable con respecto a otras tecnologías terrestres para su interconexión y comunicación con el resto del mundo”* (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017).

Centenaro y otros (2021), realizan una comparación entre redes LPWAN (Low Power Wide Area Network), redes móviles e IoT satelital, donde se aprecia que cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas, dependiendo de su aplicación y ubicación.

Figura 2: Comparación y calificación de las diferentes tecnologías IoT (Centenaro y otros, 2021)



Considerando que el proyecto propuesto tiene como objetivo la cobertura en zonas rurales, que no requieren de grandes velocidades de uplink y downlink al ser una solución IoT, infraestructura grande y compleja, muy baja latencia, sin embargo, si requiere de una gran cobertura, por lo que la comunicación satelital es mejor opción para este tipo de aplicaciones.

En comunicaciones satelitales se pueden encontrar servicios en órbitas bajas (LEO), medias (MEO) y altas (GEO), donde estas se encuentran tienen varias implicaciones y beneficios acorde al tipo de aplicación a utilizar. Las implicaciones para selección orbital entre LEO (Low Earth Orbit) y GEO (Geostationary Earth Orbit) para comunicaciones satelitales son analizadas en el artículo "*LEO Satellite Constellation for Internet of Things*" (2017), donde se investiga la utilidad de la órbita LEO para comunicaciones satelitales destinadas para IoT y la compatibilidad de este método de comunicación con redes terrestres de IoT (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017).

En el artículo mencionado, lista las características para la utilización y construcción de sistemas de IoT satelital (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017):

- Ubicaciones con geografías dificultosas donde las redes terrestres no pueden ser desplegadas.
- Aplicaciones en zonas remotas, donde el IoT satelital es más costo-eficiente con otras tecnologías.
- Sistemas de comunicación robustos en contra de desastres naturales.

En las aplicaciones destinadas para IoT satelital, adicionalmente, se realiza un análisis en el diseño de sistemas de comunicación LEO y GEO, donde LEO tiende a menores latencias (100ms) que GEO (600ms) en round trip time al tener menor trayecto de propagación.

Así mismo, utilizar la posición orbital GEO requiere de mayores potencias de transmisión y los receptores son más propensos a obstáculos como vegetación u cualquier objeto que obstruya su línea de vista (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017). Por lo tanto, la utilización de sistemas en órbita baja LEO permite mejorar considerablemente la comunicación para sistemas en escenarios de aplicaciones sensibles a latencia.

El artículo enfoca dos tipos de aplicaciones: sensibles y no sensibles a latencia; donde los sistemas de comunicación no sensibles a latencia no permiten utilizarse para aplicaciones en tiempo real de monitoreo o alta precisión, por lo que el proyecto IRIS tendrá como enfoque a soluciones no sensibles a latencia (1seg – 1min aproximadamente).

Uno de los problemas identificados al utilizar comunicaciones satelitales de IoT, es la interferencia de sistemas de comunicación terrestres y atenuaciones climáticas, al compartir espectro en las bandas Ku y Ka y ser propensas a desvanecimientos significativos respectivamente (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017). Por lo que, existen soluciones que utilizan frecuencias bajas que evitan estas problemáticas como la empresa ORBCOMM que utiliza la banda de VHF entre 137MHz y 150MHz (ORBCOMM, 2001). En cambio, se demuestra que la reducción de interferencias terrestres puede ser mitigada en función del ángulo de elevación del satélite, siendo el ángulo más cercano a 90° es menor la interferencia recibida (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017).

Por otra parte, uno de los mayores desafíos al utilizar comunicaciones satelitales es la integración con sistemas de comunicación terrestres, dado que las comunicaciones satelitales no necesariamente utilizan protocolos de comunicación TCP/IP entre la estación terrena y las terminales, lo que dificulta la integración de los mismos. Por esta razón, es importante mantener un diseño de comunicación basado en comunicaciones M2M (Machine to Machine), donde en algún punto la información transportada pueda ser entregada bajo protocolos estandarizados de comunicación y estos puedan ser integrados por las plataformas de IoT convencionales (Qu, Zhang, Cao, & Xie, 2017).

Por último, los autores del artículo "*LEO Satellite Constellation for Internet of Things*" (2017) recomienda utilizar satélites de órbita baja - LEO para comunicaciones IoT y propone que se realicen nuevos estudios para establecer un modelo de negocio costo-eficiente y que los terminales tengan diseños de menor consumo eléctrico.

5.3. Características de una plataforma IoT

Al utilizar una solución de comunicación satelital LEO es primordial precautelar por la interoperabilidad, la cual es una funcionalidad que facilita la integración

entre dispositivos y sistemas dispares utilizados por las aplicaciones (Albouq, y otros, 2022), por lo que la propuesta también deberá estar orientada a tener integración con plataformas de Ciudades Inteligentes y futuras plataformas, junto con la Cloud Computing y Ciberseguridad, los cuales constituyen los cimientos tecnológicos para el desarrollo de la Industria 4.0 (Müller, 2018).

La interoperabilidad debe permitir la utilización de soluciones de Machine Learning e Inteligencia Artificial, los cuales requieren del cumplimiento de estándares.

El artículo *“A Survey of Interoperability Challenges and Solutions for Dealing With Them in IoT Environment”* (2022) realiza un análisis de varias plataformas de IoT existentes en el mercado, donde recomienda una arquitectura de cuatro capas: Sensing Layer (sensores u otro equipamiento de medición), Fog Layer (nubes de cómputo locales), Cloud Layer (nube de cómputo central) y Applications & Services Layer (software, middleware, app's, machine learning, entre otros) (Albouq, y otros, 2022).

Albouq y otros, definen que la interoperabilidad debe tener los siguientes aspectos (Albouq, y otros, 2022):

- Permitir la conectividad, compartir y cooperación para la transferencia e intercambio de datos de manera automática.
- Conectar diferentes plataformas y crear una base de datos integral que contribuya al desarrollo de nuevos servicios, reduciendo sus costos y brindando mercados abiertos para trabajar con datos.
- Proceso de transmitir datos, recibirlos e interpretarlos en otro.
- Estandarizar la recopilación de datos de diferentes sensores.
- Entorno colaborativo entre desarrolladores que les permita crear sistemas ampliamente aceptables.
- Manejar políticas, procedimientos estándar y conceptos comunes que ayudan en la homogeneidad de los datos y la colaboración de recursos.
- Las plataformas deben permitir que hardware, sistemas, software, servicios y datos interactúen entre sí.
- Reducción de costos trabajando con programas abiertos

- Aplicaciones web estándar y permitir la integración y colaboración entre ellas.
- Reutilización de servicios IoT y el intercambio de información entre aplicaciones y dispositivos

Por lo tanto, los autores expresan algunas de las características más importantes al momento de diseñar o implementar soluciones de IoT y como esto pueda tener la capacidad de interoperabilidad e integración con las diferentes soluciones existentes en el mercado.

5.4. Modelos de negocio para servicios IoT

Existe bastante evidencia y análisis realizados por varios autores, los cuales repasan y resumen varias soluciones, metodologías y análisis en cuanto a soluciones IoT, Industria 4.0, sus modelos de negocio y la visión de plataformas interoperables. Todos aquellos autores, utilizan metodologías de comparación cualitativas bajo análisis propios y encuestas, sin embargo, no se logró encontrar información sobre la implementación de este tipo de soluciones y de esta manera poder cuantificarlas, por lo que es un punto de interés a desarrollar acciones que logren determinar el impacto de este tipo de soluciones en empresas.

Adicionalmente, se puede evidenciar que, en todos los documentos referenciados y analizados, la utilización de plataformas IoT son un mercado con tendencia de alto crecimiento y como parte de ello, el IoT Satelital.

Por otra parte, conforme a las referencias analizadas, se identifica que utilizar comunicaciones satelitales para zonas remotas, es la tecnología ideal para despliegue.

En resumen, se ha evidenciado que existen varias soluciones de IoT y tecnologías de comunicación, las cuales requieren ser analizadas, con el objetivo de identificar su grado de complejidad en implementación, alcance de cobertura, costo de infraestructura y operación, capacidades y funcionalidades, bajo una metodología cuantitativa.

Luego de crear un levantamiento tecnológico existente, se analizará y entenderá la situación de las necesidades de las empresas de broadcasting en referencia a la ubicación de estaciones repetidoras en zonas remotas y las problemáticas

que actualmente existen en este tipo de servicios como los costos de mantenimiento, despliegue, entre otras.

Los autores analizados plantean varios modelos de negocio, de los cuales no se evidencia modelos para soluciones de IoT satelital que sean sostenibles para empresas de broadcasting, por lo que se realizará un análisis de impacto económico en escenarios de CAPEX (Inversión de capital) y OPEX (Costos operativos) aplicado a la solución a diseñada, con el objetivo de evaluar el beneficio económico y calidad.

La propuesta de diseño fomentará la transformación digital de las estaciones remotas, que a su vez promoverá la implementación de nuevas estaciones de broadcasting con la reducción de los costos y de esta manera tratar de universalizar y mejorar el acceso a la información.

5.5. Sistemas de gestión para Broadcasting

Los sistemas de gestión para estaciones de broadcasting se enfoca en proporcionar una visión general de los conceptos y enfoques relevantes para la gestión eficiente y efectiva de estas estaciones. A continuación, se presentan los principales aspectos relacionados con los sistemas de gestión para estaciones de broadcasting:

- **Gestión de radiodifusión:** La gestión de radiodifusión implica la planificación, organización y control de las operaciones diarias de una estación de broadcasting. Esto incluye aspectos como la programación, producción, adquisición de contenidos, gestión de recursos humanos y financieros, entre otros (Crisell, 2002).
- **Calidad y excelencia en la radiodifusión:** La búsqueda de la calidad y la excelencia es fundamental para garantizar la satisfacción de los oyentes y el éxito de una estación de broadcasting. Esto implica el establecimiento de estándares de calidad, el monitoreo y control de la programación y los contenidos, así como la mejora continua de los procesos y servicios (Collins, 2018).
- **Gestión de contenidos:** La gestión de contenidos es esencial para una estación de broadcasting, ya que implica la adquisición, producción, almacenamiento y distribución de programas y materiales de transmisión.

Esto requiere sistemas y tecnologías eficientes para la gestión de archivos, metadatos, derechos de autor y automatización de flujos de trabajo (Zettl, 2013).

- Gestión de recursos humanos: La gestión de recursos humanos en una estación de broadcasting implica la contratación, capacitación, motivación y retención del personal. También se refiere a la gestión del talento creativo y técnico, la formación continua y el fomento de un entorno de trabajo colaborativo (Lesly, 2008).
- Gestión de la tecnología: La gestión de la tecnología abarca la selección, implementación y mantenimiento de equipos y sistemas tecnológicos utilizados en la radiodifusión, como transmisores, consolas de audio, servidores de almacenamiento y sistemas de automatización. También incluye la gestión de la infraestructura de red y la seguridad cibernética (Kaler, 2016).

6. Metodología aplicada para el análisis de la iniciativa de solución tecnológica

6.1. Justificación

El continuo desarrollo de los servicios de telecomunicaciones permite a muchas industrias la optimización de costes, mejoramiento de eficiencia y calidad, lo que beneficia a la población mundial con la reducción de los precios de muchos servicios, como es el caso de la industria de Broadcasting que a pesar de contar con redes de comunicación (unidireccionales), enfrenta grandes dificultades en su monitoreo remoto y atenciones técnicas. Una de las mayores problemáticas es la falta de monitoreo remoto de las estaciones, especialmente las ubicadas en sitios remotos y sin la existencia de redes de telecomunicaciones, que impiden conocer el correcto funcionamiento de dichas estaciones, por lo que este desconocimiento conlleva a que la mínima falla sea considerada como emergente.

La solución de IoT satelital busca romper la brecha de desinformación de las estaciones remotas, transportando su información bajo estándares mundiales de tratamiento de datos a través de una plataforma IoT, que a su vez permita la interoperabilidad con otras plataformas y soluciones orientadas hacia la transformación digital e industria 4.0. De esta manera, se puede promover el despliegue de estaciones en sitios muy remotos, que en la actualidad son un problema para las empresas de Broadcasting y otros servicios de telecomunicaciones.

6.2. Metodología

El proyecto al tener como objetivo el diseño de una plataforma de comunicación IoT satelital para la gestión de estaciones repetidoras en zonas remotas de broadcasting, en el cual se ha planteado una metodología cuantitativa con variables que conllevarán a un análisis cualitativo y cuantitativo de la información recolectada y procesada, por lo que la investigación tendrá un enfoque cuantitativo.

En referencia a los objetivos propuestos, se plantea utilizar los siguientes enfoques:

- Identificar las soluciones tecnológicas: Realizar un levantamiento de características técnicas sobre cada tecnología, con el objetivo de conocer las capacidades de velocidad de transmisión, cobertura máxima e infraestructura requerida. Con lo que, nos permite calificar y comparar cada una de las tecnologías investigadas.
- Análisis de la situación y necesidades en broadcasting: Se analizarán las características de las empresas de broadcasting a nivel nacional y la cobertura de las redes de telecomunicaciones en zonas remotas, para entender las necesidades u oportunidades de las soluciones tecnológicas.
- Estrategia para la implementación de una solución IoT satelital: En base la información analizada en Identificar las soluciones tecnológicas y Analizar la situación y necesidades en broadcasting, se realizará una comparación de las diferentes tecnologías bajo ponderaciones de importancia de las situaciones de las estaciones de broadcasting, para lograr determinar cuantitativamente, a través de una matriz de Pugh, la mejor opción de implementación. Adicionalmente, se realizará un análisis bajo la metodología del modelo CANVAS para establecer las estrategias de implementación, para luego calificarlas y evaluar un costo-beneficio.
- Diseño de una solución de IoT satelital: Se establecerá un diseño técnico de una solución que permita resolver la problemática con la tecnología y situación analizada, bajo los parámetros de la estrategia de implementación, con el objetivo de valorar los costos de implementación.
- Evaluar el costo-beneficio de la solución: Se realizará una valoración financiera que permita valorar el costo de implementar una solución de IoT Satelital y el estado actual de las empresas de broadcasting, obteniendo el rendimiento de mejora de la solución. Adicionalmente, se analizarán los beneficios de implementación para valorarlos cuantitativamente, a través de una matriz de Pugh, y de esta manera calificar el costo-beneficio.

Por tal razón, se han planteado las siguientes variables que permitirán el desarrollo de la solución de IoT satelital, con el fin de la disminución de los costos

operativos de mantenimientos y brindar la información necesaria para el desarrollo de la metodología descrita.

Tabla 1: Variables

Variable 1: “cobertura SMA para estaciones remotas”	
Concepto	Cantidad de radio bases del servicio móvil avanzado existen instaladas en parroquias con estaciones de broadcasting
Categorías	Menos de 2, 3 a 8, 9 a 15 y más de 16
Referente/s empírico/s	Reportes mensuales de ARCOTEL

Variable 2: “cobertura por tecnología”	
Concepto	Distancia máxima de cobertura por tecnología
Categorías	0 a 15Km, 15Km a 35Km, 35 a 80Km, 80 a 120km, mayor a 120Km
Referente/s empírico/s	Normativas / Estándares

Variable 3: “costo mantenimiento por estación”	
Concepto	Valor de movilización por estación
Categorías	\$0 a \$25, \$25 a \$50, \$50 a \$100, \$100 a \$150, mayor a \$150
Referente/s empírico/s	Liquidaciones / mapas / encuestas

Variable 4: “tiempo para atención técnica”	
Concepto	Tiempo requerido para atención en una estación remota
Categorías	Menor a 30 min, 30 a 60 min, 60 min a 3h, 3h a 1 día, 1 a 3 días, mayor a 3 días
Referente/s empírico/s	Mapas / encuestas

Variable 5: “repetidoras”	
Concepto	Cantidad de repetidoras por empresa de broadcasting
Categorías	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, más de 10
Referente/s empírico/s	Reporte mensual ARCOTEL

Variable 6: “reprocesos”	
Concepto	Cantidad de reprocesos por falta de información sobre el estatus de una estación remota
Categorías	0,1, 2, 3, 4, 5, más de 5
Referente/s empírico/s	Encuestas

Dichas variables permitirán identificar y realizar la comparación de las tecnologías existentes, con el propósito de conocer las ventajas y desventajas de cada sistema, con lo cual, mediante el método de Pugh se brindará objetividad a la toma de decisiones.

El método de Pugh o matriz de Pugh, utiliza la ponderación cuantitativa bajo criterios cualitativos de cada uno de los elementos o variables, permitiendo calificar cada una de las tecnologías analizadas y de esta manera seleccionar la mejor alternativa (Gómez, 2021).

En cambio, las variables propuestas que requieren de encuestas, serán realizadas a un grupo de empresas de broadcasting, mantenimiento e informes que se logren obtener para determinar tendencias situacionales que las empresas de broadcasting busquen resolver.

Al ser un proyecto de diseño, el procesamiento de las variables mencionadas será con un enfoque estadístico de predicción, dado a que no se tendrá información sobre la implementación o experimentación para un análisis estadístico.

Es importante recordar que la problemática a resolver es el aumento de los costos de atenciones técnicas en el servicio de broadcasting, donde el análisis cuantitativo permitirá concluir si la implementación de una plataforma de IoT

satelital resuelva dicha problemática y determinar su impacto del mismo en el ámbito económico y técnico.

La metodología cuantitativa planteada, a través de la recolección de datos, mediciones numéricas y análisis estadísticos, probarán la hipótesis planteada.

Al resumir las soluciones tecnológicas existentes que pueden ser utilizadas para IoT en zonas rurales, se realizará un levantamiento de especificaciones técnicas y funcionalidades que permitan realizar comparativas entre las soluciones o tecnologías analizadas, de esta manera logrando así tener una recolección de datos.

Las estadísticas de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones permitirán conocer el despliegue de radio bases del servicio móvil avanzado por cada parroquia, con lo cual mediante histogramas se podrá determinar la penetración y su cobertura, como además cuantificar la carencia de redes de telecomunicaciones en las zonas remotas de Broadcasting, el cual es parte de la problemática analizada.

Adicionalmente, considerando que a pesar de existir zona con falta de acceso a redes de telecomunicaciones, se realizará un análisis estadístico para el caso en el que se implementen soluciones tecnológicas, donde en base a la información técnica recolectada y mediante histogramas normalizados se cuantificará parámetros como coberturas máximas, dificultad de implementación, infraestructura necesaria, costos de implementación y costos de operación por cada una de las soluciones tecnológicas inalámbricas. De esta manera procesando la información para poder obtener ponderaciones relativas que permitan calificar en una matriz de Pugh o matriz de decisión la mejor solución para los escenarios de estaciones remotas de Broadcasting.

Por otra parte, en consecuencia de poder describir la situación y necesidades de las empresas de Broadcasting en el Ecuador, se plantea realizar un análisis estadístico sobre las ubicaciones de las estaciones de Broadcasting y compararlo con la información analizada anteriormente para entender las situaciones de infraestructura de telecomunicaciones existentes, de esta manera entender y parametrizar los casos existentes (con cobertura celular, sin cobertura celular, etc.) para la toma de decisiones en los diferentes casos analizados.

Adicionalmente, se plantea realizar encuestas a los concesionarios de frecuencia sobre las problemáticas existentes, costos de mantenimiento, problemáticas y otros parámetros que sean necesarios para conocer las necesidades de las empresas de Broadcasting. Las encuestas a ser realizadas a la población de concesionarios, serán realizadas de manera virtual.

Se utilizará las bases de datos de concesionarios reportados por la ARCOTEL, con lo que se determinarán bajo intervalos la cantidad de concesionarios con su número de repetidoras a nivel nacional, con el objetivo de identificar los tipos de concesionarios existentes y las posibles metodologías de comunicación que se pueden implementar. Con ello, se puede correlacionar las problemáticas analizadas con la cantidad de repetidoras, para determinar las diferentes estrategias de implementación en una solución de IoT.

En la metodología para describir la situación y necesidades de las empresas de Broadcasting en el Ecuador, es necesario estrategias cualitativas a través de análisis FODA, en base a la información recopilada, para identificar los posibles beneficios o problemáticas en la implementación de soluciones IoT en el servicio de Broadcasting.

Posteriormente a obtener una línea base clara sobre los beneficios cuantitativos y cualitativos de las soluciones tecnológicas, y el análisis del entorno de las empresas de Broadcasting con sus necesidades y problemáticas, se requiere procesar toda la información para establecer estrategias para la implementación de soluciones tecnológicas de IoT en varios casos definidos en los análisis anteriores.

Los análisis de implementación en cada uno de los casos planteados en las estaciones de Broadcasting en zonas rurales, se seleccionarán las soluciones más adecuadas a través de matrices de toma de decisión que se acoplen a cada una de los casos. La selección de soluciones por caso o escenario, determinará los casos en los cuales la comunicación satelital para IoT puedan ser usados y en base a esos escenarios procedemos a establecer estrategias de implementación de la solución de IoT satelital.

Las estrategias de implementación de la solución de IoT satelital, analizará cada uno de los casos y se establecerá métodos de implementación justados a la

realidad de cada caso que requiera la solución mencionada. De esta manera, se podrá identificar las necesidades tecnológicas y empresariales, mediante un análisis CANVAS, que permita conocer en base a los casos analizados, un modelo de autosostenibilidad del proyecto y permita dar paso a realizar un diseño de la plataforma a ser implementada. A través de un análisis Canvas, se utilizará una metodología cualitativa, que permitirá calificar y establecer una clara estrategia de implementación y autosostenibilidad.

El diseño de la solución se basará en la estrategia de implementación y el tipo de equipamiento de las estaciones remotas de Broadcasting, donde se definirá el tipo de datos, funcionalidades y acciones que el sistema permitirá para solventar las problemáticas mencionadas en las encuestas realizadas.

Adicionalmente, el diseño de la solución identificará los equipos, plataforma y soluciones que se requerirán para el monitoreo remoto y la ejecución de acciones de forma automática o manual. El diseño deberá permitir la interoperabilidad, crecimiento futuro y un fácil manejo, que cumpla con las iniciativas de las plataformas de IoT e Industria 4.0.

La solución de IoT satelital deberá estar diseñada para cumplir con las siguientes funcionalidades mínimas:

- Monitoreo remoto de los equipos
- Manejo remoto de equipos
- Fácil despliegue
- Bajo costo
- Interoperabilidad entre otras plataformas
- Utilizar estándares de comunicación y administración de datos
- Plataforma en la nube
- Solución que no requiera mucho mantenimiento

Es importante recordar que el diseño a ser propuesto debe buscar la autosostenibilidad, donde se obtenga un costo-beneficio en la implementación de la solución. El evaluar el costo-beneficio para las estaciones remotas de Broadcasting, se realizará un costeo del proyecto en base al diseño propuesto, donde se realizará un análisis financiero del CAPEX y OPEX de la implementación, incluyendo el costo de mantenimiento del sistema, para luego

compararlo con los costos de movilización y operación de las estaciones remotas de Broadcasting que las empresas actualmente gastan, para lo cual, se realizará una encuesta a los concesionarios para definir mediante histogramas y moda el costo aproximado que la solución de IoT satelital deberá mejorar para que se evidencie un costo-beneficio.

El análisis se realizará comparando la situación actual y de la solución dentro de un periodo de tiempo, donde el costo del CAPEX pueda ser recuperado y de esta manera llegar a un punto de equilibrio, considerando que en la situación actual no se debe realizar ninguna inversión inicial, por lo que se puede demostrar un beneficio económico en el tiempo.

Los beneficios de la solución deberán considerar otros enfoques a parte de los costos y beneficios económicos, por lo que también, es necesario analizar la mejora de la calidad del servicio en los tiempos de atención o posible arreglo de problemas de manera remota.

También, se analizarán los beneficios de la estrategia CANVAS como la mejora del mantenimiento al contar con registros históricos del funcionamiento, evitar daño de equipamiento con predicciones, entre otros beneficios.

En conclusión, en base al análisis de los objetivos propuestos y la hipótesis planteada, los análisis considerarán resolver la problemática y definir si la solución de IoT satelital es viable y podría brindar un mejor costo-beneficio a la situación actual, basado en una metodología cuantitativa que defina de forma objetiva y cuantificable el rendimiento, eficiencia y optimización de la problemática.

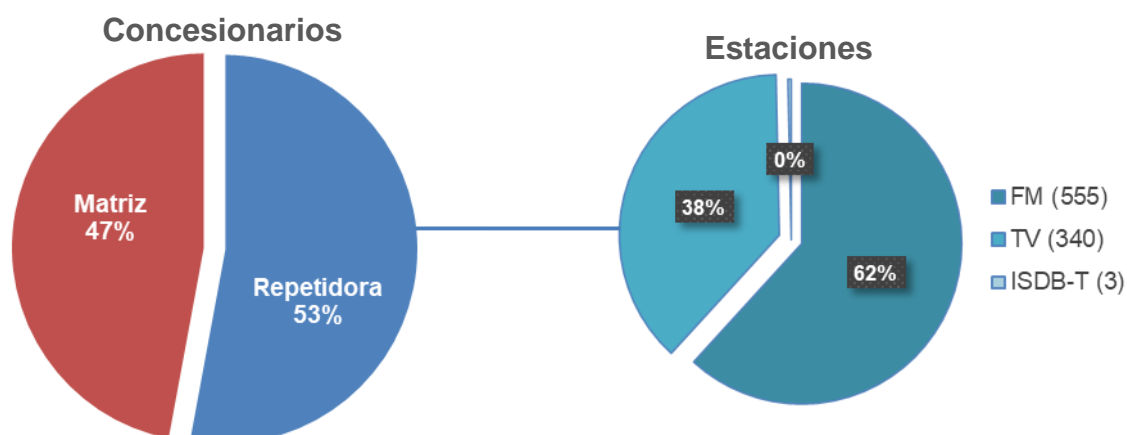
7. Análisis y discusión de los resultados

El desarrollo de las variables de costo de mantenimiento por estación, el tiempo transcurrido para atenciones técnicas y sus reprocesos, requieren del levantamiento de información a través de encuestas, por lo que se requiere identificar la muestra mínima de empresas de broadcasting que cuenten con estaciones repetidoras, que permitan aproximarnos a las necesidades en broadcasting.

7.1. Identificación de población y la muestra

En Ecuador existen 1.691 concesiones de Broadcasting, divididas en servicio de Amplitud modulada AM (99 concesiones), Frecuencia Modulada FM (1189 concesiones), Televisión Abierta TV (398 concesiones) y Televisión digital ISDB-T (5 concesiones) (ARCOTEL, 2022). De dicho universo que incluyen estaciones matrices y repetidoras, conforme a la Reforma y Codificación al Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes para Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y Frecuencias del Espectro Radioeléctrico (DIRECTORIO ARCOTEL, 2019), fueron excluidas las estaciones matrices al encontrarse cercanas del área de operación local, así, obteniendo un total de 898 estaciones repetidoras representadas por 250 concesionarios, como se muestra en la *Figura 3*.

Figura 3: Identificación de la población y muestra (ARCOTEL, 2022)



Considerando a la población de 250 concesionarios, el muestreo probabilístico utilizando el simulador de Alapont con un nivel de confianza del 90%, Z de 1.645 y precisión de 0.1, se obtuvo que las encuestas a desarrollar deberán ser de

mínimo 54 muestras por cada una de las variables (Alapont,2022). Con lo cual, se procedió a solicitar a 54 concesionarios al azar, responder 3 preguntas, conforme a lo descrito en el Anexo 1.

7.2. Soluciones tecnológicas inalámbricas existentes

Por otra parte, hoy en día existen muchas soluciones tecnológicas que permiten la conectividad inalámbrica, donde cada una de ellas se encuentra diseñada para diferentes tipos de escenarios o soluciones, entre ellas soluciones para IoT. La característica general de las soluciones para IoT es las bajas velocidades de transmisión que se requieren, dado que se transmiten mensajes de texto plano con información de los sensores o estado de equipos.

Las soluciones tecnológicas para IoT tienden a buscar mayores áreas de cobertura, capacidad de interconectar más equipos y ser más eficientes energéticamente, logrando así disminuir los costos de implementación y operación.

En la búsqueda de identificar las soluciones tecnológicas que permitan un correcto desarrollo del proyecto, es necesario incluir tecnologías ya implementadas, las cuales también podrían ser soluciones de interconexión y soportar el envío de datos IoT, como es el caso de mensajes SMS, WiFi, entre otros.

A continuación, se describen algunas de estas soluciones más comunes que se encuentran en el mercado y en funcionamiento:

2G GSM / GPRS / EDGE

GSM (Global System for Mobile communications) es la tecnología de segunda generación o 2G del 3GPP, siendo el primer salto de comunicaciones analógicas a digitales, la cual fue mejorada de CSD hacia GPRS (General Packet Radio Service) o también denominado como 2.5G, logrando mejorar las velocidades del CDS (9.6Kbps U/D) a 80 kbps en downlink y 20Kbps en uplink (Blasco, 2016). El EDGE (Enhanced Data rates for GSM of Evolution) o también conocido como el 2.75G por su parte, preparó la implementación del 3G, por lo que logró la mejora de velocidades hasta 256 kbps en downlink y 59 Kbps en uplink frente a predecesor GPRS (REPETIDORESMOVI, 2019). Las redes 2G en la

actualidad aún se encuentran en funcionamiento y tienen la capacidad de recepción desde -51dBm hasta -112dBm, logrando tener así una cobertura máxima de algunos kilómetros desde la radio base.

3G UMTS / HSPA / HSPA+

La tercera generación de comunicaciones móviles 3G fue implementada a través de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), donde se lograron obtener velocidades de 384 kbps en downlink y 64 kbps en uplink. Luego el UMTS fue mejorado por el HSPA (High Speed Packet Access) o también denominado 3.5G, permitiendo hasta 7.2 Mbps de uplink y downlink. Por último, las modificaciones del HSPA+ o 3.75G, permitieron la transmisión de hasta 22 Mbps de uplink y downlink. En la actualidad las operadoras móviles aún siguen utilizando las redes de 3G y tienen una capacidad de recepción entre -50dBm hasta -120dBm, siendo más eficiente que las redes 2G (Blasco, 2016).

4G LTE / LTE-A

Por su parte el LTE es parte de la cuarta generación de redes móviles (4G), donde la velocidad máxima de transmisión y recepción es de 75 Mbps en downlink y 25 Mbps en uplink. Sin embargo, la modificación de LTE-Advanced permitió que la velocidad máxima de transmisión llegue hasta 1 Gbps en downlink y 50 Mbps en uplink (Blasco, 2016).

Por su parte, las redes 4G permiten tener un nivel de recepción desde -75dBm hasta -125dBm, logrando mejorar la cobertura, pero limitándose en usuarios muy cercanos.

NB-IoT

El Nb-IoT (Narrow Band IoT) es una tecnología de comunicación de banda estrecha diseñada específicamente para IoT. El Nb-IoT es una variación del 4G que se basa en la tecnología celular existente y utiliza una parte del ancho de banda, además, proporciona una conectividad de larga distancia, bajo consumo de energía y alta eficiencia espectral, lo que la hace ideal para dispositivos IoT que requieren una vida útil prolongada de la batería y operación en áreas de difícil acceso (Qiu y otros, 2018).

NB-IoT utiliza una arquitectura de red en estrella similar a otras tecnologías celulares, donde los dispositivos se comunican con una estación base que está conectada a una red central.

Sigfox

Sigfox es una tecnología de comunicación de baja potencia y largo alcance, diseñada para aplicaciones de IoT, la cual utiliza una red de área amplia de baja potencia para transmitir datos. Esta tecnología se basa en la transmisión a baja velocidad utilizando bandas de frecuencia no licenciadas y operando en frecuencias sub-GHz, utilizando modulación de espectro ensanchado denominada UNB (Ultra Narrow Band), permitiendo una mayor eficiencia espectral y mejor capacidad de penetración.

La arquitectura de red se compone de estaciones base que reciben y retransmiten los mensajes de los dispositivos IoT, y una nube central que procesa y entrega los datos. No obstante, El protocolo de comunicación utilizado por Sigfox es unidireccional, impidiendo recibir órdenes remotas. Además, ofrece una cobertura extendida, lo que la hace adecuada para aplicaciones que requieren conectividad en áreas rurales, urbanas o de difícil acceso. (Sigfox, 2021)

LoRaWAN

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) es una tecnología de comunicación inalámbrica diseñada para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) que requieren una distancia de aproximadamente 20Km de alcance (debido a su alta sensibilidad para recibir datos de -168dB) y bajo consumo de energía. Utiliza la modulación de espectro ensanchado de baja potencia (LoRa) para transmitir datos a larga distancia con un consumo mínimo de energía.

La tecnología LoRaWAN se caracteriza por su capacidad para proporcionar una cobertura de largo alcance (entornos urbanos y áreas rurales), así como una excelente penetración en estructuras y bajo consumo de energía (hasta 10 años con una batería), lo que permite una vida útil prolongada de la batería de los dispositivos finales, no obstante,

presenta una baja transferencia de datos de hasta 255 bytes. (Augustin y otros, 2016)

WiFi 6

La tecnología Wi-Fi 6 (802.11ax) es la última generación de redes inalámbricas, la cual proporciona mejoras significativas en términos de velocidad, capacidad y eficiencia energética en comparación con sus versiones anteriores. Una de las principales características es la tecnología de modulación OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), que permite dividir un canal inalámbrico en múltiples subcanales para transmitir datos simultáneamente a múltiples dispositivos, mejorando la eficiencia espectral y la capacidad de red, especialmente en entornos con alta densidad de dispositivos.

Otra característica clave de Wi-Fi 6 es el MU-MIMO (Multi-User Multiple-Input Multiple-Output), que permite a un punto de acceso comunicarse con varios dispositivos al mismo tiempo. Además, Wi-Fi 6 utiliza técnicas de programación de tráfico y planificación de recursos, lo que resulta en una mejor gestión del tráfico y mayor eficiencia energética.

En general, Wi-Fi 6 ofrece una mejora significativa en el rendimiento y la capacidad de las redes inalámbricas, permitiendo conectar muchos dispositivos de IoT y brindar altas velocidades de transmisión de datos. (Wifi Alliance, 2021)

PTMP

Los enlaces microondas y los enlaces inalámbricos son tecnologías utilizadas para establecer conexiones de comunicación de datos de alta velocidad sin la necesidad de cables físicos, entre ellas existen los enlaces PTP (Point-to-point) y PTMP (Point-to-multi-point).

Los enlaces PTMP operan en diversas frecuencias en bandas licenciadas y no licenciadas, estos enlaces microondas son conocidos por su alta capacidad y velocidad de transmisión de datos, lo que los hace adecuados para aplicaciones que requieren una conexión confiable y de alta velocidad, como la transmisión de video, voz y datos a larga distancia. (Fondamenti, 2019)

Estos enlaces suelen ser utilizados como puntos de concentración de datos para soluciones IoT, siendo como medio de transporte o comunicación de nodos, por lo que, requiere de otras tecnologías de comunicación inalámbrica para interconectar sensores u equipos IoT.

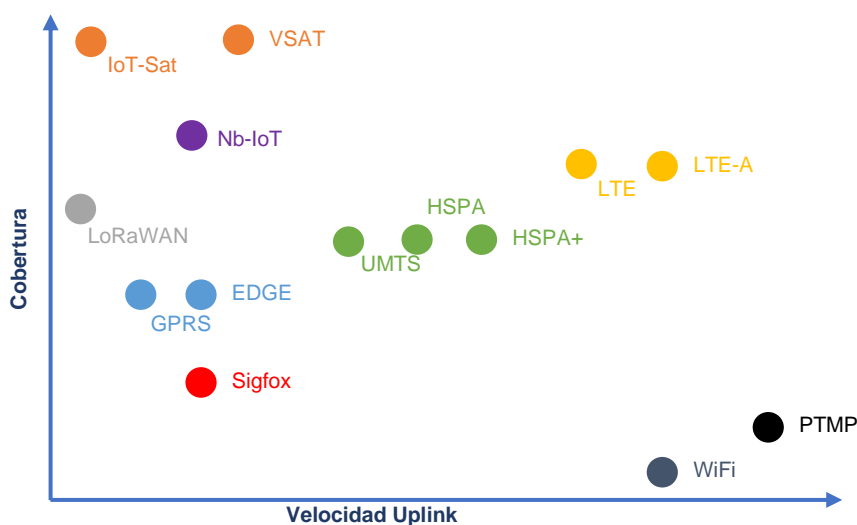
Satelital

Existen diferentes tipos de comunicación satelital, entre ellos se destacan:

- VSAT (Very Small Aperture Terminal): Es un sistema de comunicación satelital que utiliza antenas pequeñas, generalmente de menos de 3 metros de diámetro, para establecer conexiones de datos bidireccionales. Los sistemas VSAT se utilizan ampliamente en aplicaciones comerciales y residenciales, como redes privadas virtuales (VPN), acceso a Internet de banda ancha, transmisión de video y voz, y aplicaciones de telemedicina. Este tipo de comunicación satelital es especialmente útil en áreas remotas donde las infraestructuras de comunicación terrestre son limitadas. (GlobalVSATForum, 2023)
- BGAN (Broadband Global Area Network): Es un sistema de comunicación satelital que proporciona conectividad de datos y voz a nivel mundial. Los terminales BGAN son portátiles y permiten el acceso a Internet de alta velocidad y servicios de telefonía en cualquier lugar donde haya cobertura satelital. Este tipo de comunicación satelital se utiliza en situaciones de emergencia, aplicaciones de noticias y medios de comunicación, y en industrias como la energía, la minería y la exploración. (Inmarsat, 2023)
- IoT Satelital (Internet of Things Satellites): Es un tipo de comunicación satelital diseñado específicamente para conectar dispositivos de Internet de las cosas (IoT) en áreas remotas y rurales. Estos satélites permiten la comunicación de bajo consumo de energía y baja velocidad entre los dispositivos IoT y las plataformas de gestión y control. El IoT satelital es utilizado en aplicaciones como monitoreo ambiental, agricultura de precisión, seguimiento de activos y comunicación en áreas sin cobertura terrestre. (iDirect, 2023)

Las diferentes tecnologías analizadas, se pueden resumir en la siguiente gráfica:

Figura 4: Mapa de cobertura vs velocidad de uplink



En base al gráfico anterior y considerando que el IoT requiere de poca velocidad de transmisión en uplink y una amplia cobertura para tratar de interconectar la mayor cantidad de equipos para disminuir la infraestructura requerida, se puede identificar que las soluciones como VSAT, IoT-Satelital, Nb-IoT y LoRaWAN son soluciones que cumplen con los requisitos para IoT, sin embargo, considerando que las redes de 2G (GPRS, EDGE), 3G (UMTS, HSPA, HSPA+) y 4G (LTE, LTE-A) se encuentran ya implementadas, serán consideradas como soluciones alternativas para las soluciones de IoT.

En resumen, se puede concluir que las soluciones tecnológicas a pesar de requerir mayores inversiones de infraestructura para poder obtener coberturas nacionales o regionales, existen empresas y operadores que brindan el servicio y realizan este tipo de inversiones para que sean atractivos. Sin embargo, comparándolo con la *Figura 4*, se puede observar que las soluciones de comunicación satelital y Nb-IoT son las mejores opciones, no obstante, es importante realizar un análisis de todas las soluciones en los entornos de las estaciones de repetición de broadcasting.

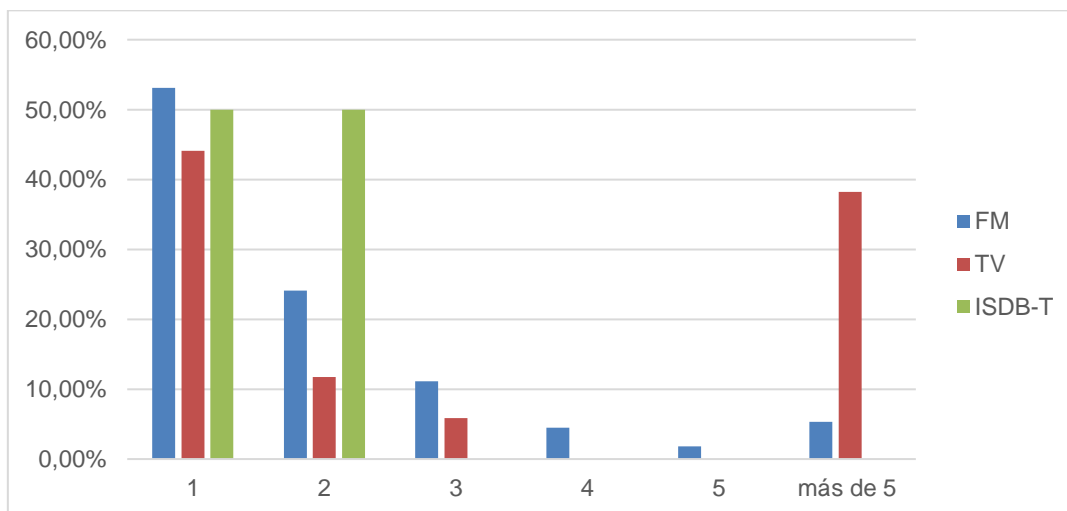
7.3. Situación actual en Broadcasting

Tras haber identificado las diferentes soluciones tecnológicas de comunicación existentes, es importante entender la situación actual de las empresas de broadcasting y sus estaciones repetidoras, con el objetivo de seleccionar la

tecnología que permita solucionar la problemática de las empresas de Broadcasting en el Ecuador.

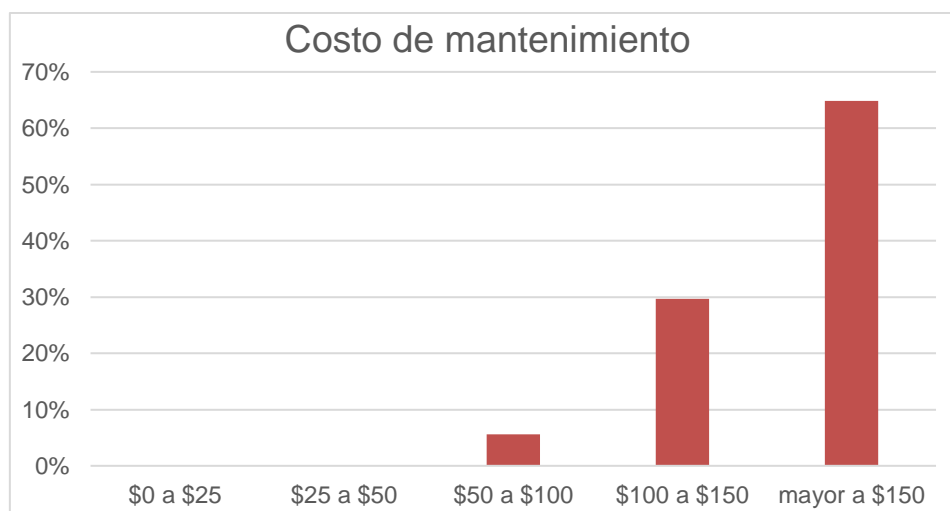
Por lo tanto, en base la información pública de la ARCOTEL, se ha identificado que el 53% las estaciones del servicio radio FM tienden a tener pocas repetidoras, a comparación con el servicio de Televisión Abierta (ARCOTEL, 2022), como se muestra en la *Figura 5*.

Figura 5: Cantidad de repetidoras por concesionario (ARCOTEL, 2022)



Por otro lado, en base a la encuesta realizada a las empresas de broadcasting identificadas anteriormente, se aprecia que el 65% de los valores de atenciones técnicas tienen un costo de más de \$150 dólares, como se observa en la *Figura 6*.

Figura 6: Costos de atención técnica por estación



En cambio, los tiempos de atención técnica presentados en la *Figura 7*, indica que el 60% de los tiempos de respuesta de atenciones técnicas para estaciones repetidoras de broadcasting son de más de 3 días, debido a los tiempos de movilización y disponibilidad de personal, donde esto aumenta, ya que el 76% de las veces se requieren de una atención técnica adicional por reproceso, como se muestra en la *Figura 8*.

Figura 7: Tiempo promedio de atención técnica de estaciones repetidoras

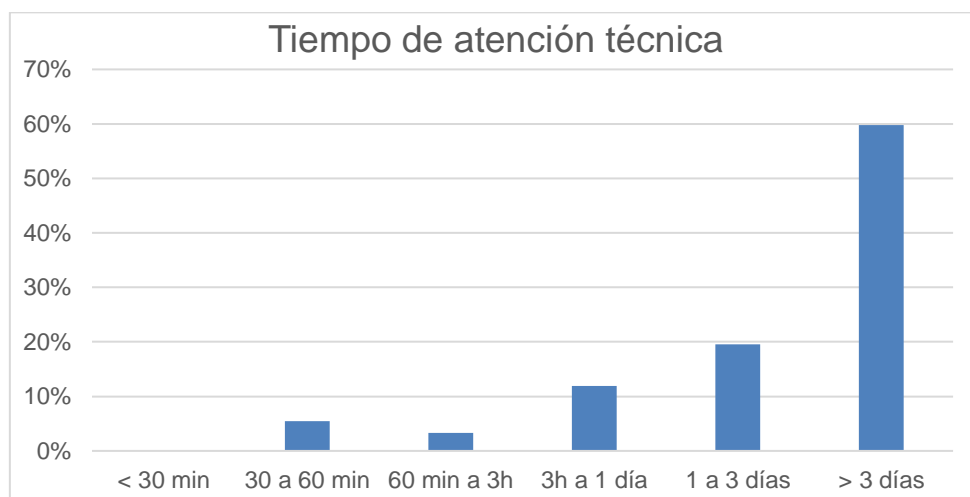


Figura 8: Promedio de reprocesos de atenciones técnicas



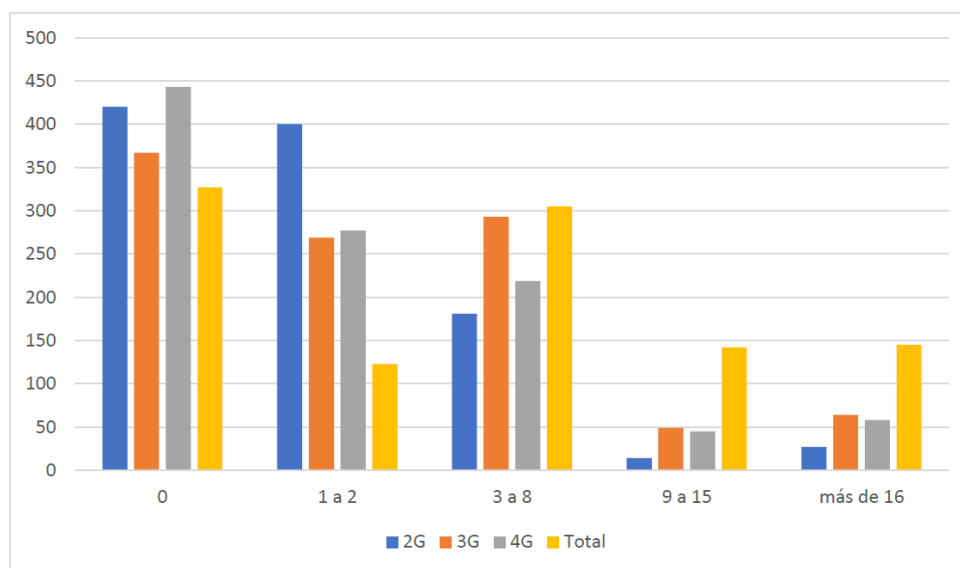
Por tal razón, la implementación de sistema de comunicación para el monitoreo y operación remota se ha convertido en un gran desafío para estas estaciones, donde algunas de ellas no cuentan con ninguna red de comunicación.

Para entender de mejor manera la situación de las estaciones remotas, es necesario reconocer que no existe evidencia sobre la implementación de redes NB-IoT, Sigfox o LoRaWAN con grandes despliegues a nivel nacional, por lo que,

no se pueden realizar comparativas de cobertura en las zonas rurales, siendo esto un problema de conectividad para redes IoT a nivel nacional y con mayor énfasis en zonas remotas, creando así la oportunidad para el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, la cobertura del servicio móvil avanzado (SMA) en Ecuador se encuentra limitada o no existe en algunas áreas, donde la mayoría de cantones del Ecuador no cuentan con un buen servicio de conectividad móvil.

Figura 9: Cantidad de radio bases por parroquia desplegadas (ARCOTEL, 2022)



La carencia de cobertura de comunicaciones móviles en Ecuador, representa el 31.38% de todas las parroquias rurales y urbanas, donde esto podría aumentar si consideramos que las parroquias de 1 a 2 radio bases por tecnología (2G, 3G y 4G) no tienen la capacidad de cobertura total de la parroquia, lo que representa entre el 11.8% al 38.39% adicionalmente, dado que las estaciones de Broadcasting se encuentran instaladas en su mayoría en cerros con grandes alturas, en los cuales no existe poblaciones.

En base a la información presentada, se puede evidenciar que existe una gran cantidad de parroquias rurales que no cuentan con el servicio de SMA (2G, 3G y 4G), por lo que, las soluciones que quedarían serían las comunicaciones VSAT y IoT-Satelital.

8. Propuesta de alternativas de solución del problema

8.1. Análisis y estrategia de implementación

Considerando las soluciones de IoT descritas anteriormente, es necesario entender los requerimientos que cada tecnología involucra para el crecimiento o implementación de estas tecnologías a una escala nacional.

A continuación, se realiza un análisis de los requisitos de infraestructura por cada una de las soluciones para su implementación:

- **VSAT:** Al utilizar satélites LEO o GEO, no requiere de infraestructura adicional para coberturas a nivel nacional, al existir proveedores de servicios satelitales, sin embargo, en ubicaciones sin línea de vista como subsuelos, su conectividad es nula.
- **IoT-Satelital:** Este tipo de solución al utilizar satélites GEO, no requiere de infraestructura para llegar a una cobertura nacional, al existir proveedores de servicios satelitales, pero requiere línea de vista para su correcto funcionamiento. No obstante, la capacidad de ancho de banda la vuelve más robusta que las comunicaciones VSAT, lo que implica, antenas más pequeñas y menos propensa a obstrucciones.
- **Nb-IoT:** Esta tecnología para su implementación requiere contar con infraestructura como torres, casetas, entre otras. Para contar con cobertura a nivel nacional, es necesario la implementación de varias radio bases y que estas estén interconectadas entre sí (a través de microondas, fibra óptica o satélite). Sin embargo, esta tecnología normalmente es implementada por los operadores móviles, donde se reutiliza la infraestructura existente.
- **LoRaWAN:** La solución de LoRaWAN es muy similar a Nb-IoT, donde se requiere de varios sitios de repetición para poder llegar a obtener una cobertura a nivel nacional o regional y estar interconectadas entre sí. Actualmente, se están constituyendo compañías dedicadas a brindar el servicio de conectividad, donde esto puede ser un factor importante al no tener que desarrollar infraestructura.
- **Redes 2G, 3G y 4G:** Las redes móviles requieren de la implementación de varias radio bases que permitan ampliar la cobertura del servicio y

estar interconectadas entre sí. Sin embargo, al ser un servicio que ya se encuentra implementado por las operadoras móviles, se puede definir que no es necesario crear nuevas infraestructuras para su uso.

El desarrollo de una solución IoT de bajo costo mediante comunicación satelital para estaciones repetidoras en zonas remotas de Broadcasting, tiene como fin, el mejorar la eficiencia y calidad del servicio de atenciones técnicas y brindar monitoreo para así prevenir daños en equipos.

Para la solución de esta problemática, existen muchas tecnologías inalámbricas que podrían ser alternativas de solución para las empresas de Broadcasting, y de ello dependerá el diseño de la solución para de esta manera evaluar cuantitativamente el impacto de la solución planteada.

Anteriormente, se identificaron las soluciones tecnológicas que, en las parroquias urbanas, donde se encuentran instaladas algunas de las estaciones de Broadcasting, no existen los servicios para Nb-IoT, LoRaWAN, 2G (GPRS, EDGE), 3G (UMTS, HSPA, HSPA+) y 4G (LTE, LTE-A), por lo que esto implica que se debe realizar despliegue de infraestructura en estas zonas para poder interconectar y transportar la información IoT de las estaciones de Broadcasting. En tal sentido, en base a las necesidades de las empresas de Broadcasting, mediante una matriz de toma de decisiones o matriz de Pugh para la evaluación de las tecnologías, con las siguientes consideraciones:

Infraestructura: La infraestructura será evaluada de Mucha infraestructura (1) hasta Poca infraestructura (10).

Fácil Despliegue: Se evaluará la dificultad de despliegue de Difícil (1) hasta Fácil (10).

Costo CAPEX: El costo de implementación de la solución de Alto costo (1) hasta Bajo costo (10).

Seguridad: Se evaluará la seguridad de la información de Baja seguridad (1) hasta Alta seguridad (10)

Costo OPEX: El costo de operación de la solución de Alto costo (1) hasta Bajo costo (10).

Tabla 2: Matriz de decisión sobre tecnologías en zonas rurales

Tecnología	Infraestructura	Fácil Despliegue	Costo CAPEX	Seguridad	Costo OPEX	TOTAL
	20%	10%	30%	10%	30%	
2G	3	8	3	6	5	4,4
3G	3	8	2	7	5	4,2
4G	3	8	1	8	5	4
Nb-IoT	5	8	3	8	5	5
LoRaWAN	5	8	4	9	5	5,4
VSAT	9	6	8	10	8	8,2
IoT-Satelital	9	7	9	10	8	8,6

Por lo tanto, se puede mencionar que la solución de IoT satelital, es la mejor opción para la implementación de un servicio de transporte para IoT.

La implementación de una solución de IoT satelital, requiere analizar los factores internos y externos para lograr definir una estrategia de implementación, por lo que se utilizará el modelo de negocio Canvas. El análisis CANVAS permitirá conocer, las fortalezas y debilidades para poder llegar a una autosostenibilidad del proyecto y permita dar paso a realizar un diseño de la plataforma a ser implementada.

A continuación, se presenta un análisis Canvas para la implementación de una solución de IoT satelital (Aulestia, 2023):

- Segmentos de clientes:
 - Empresas de Broadcasting que requieren gestionar sus estaciones.
 - Empresas de Broadcasting con más de 1 repetidora en su red.
 - Empresas de Broadcasting que tengan estaciones en sitios remotos.
 - Empresas que brindan mantenimiento de broadcasting.
 - Empresas que dan el servicio de renta de equipamiento de broadcasting.
- Propuesta de valor:
 - Sistema orientado a la atención técnica para estaciones de broadcasting.
 - Cobertura amplia y global, incluso en áreas remotas sin infraestructura terrestre.

- Comunicación confiable y segura para el intercambio de datos IoT.
- Baja latencia y alta capacidad de ancho de banda para admitir diferentes aplicaciones.
- Bajos costos de operación.
- Machine learning entrenado a disminuir daños en equipos y a brindar atenciones automatizadas.
- Canales de distribución:
 - Alianzas estratégicas con proveedores de servicios satelitales para ofrecer conectividad IoT.
 - Plataforma en línea para facilitar la contratación y gestión de servicios.
 - Empresas distribuidoras de equipamiento de broadcasting.
- Relaciones con los clientes:
 - Soporte técnico y asesoramiento en la implementación de la solución.
 - Servicio al cliente eficiente y resolución rápida de problemas.
 - Personalización e integración de la solución según las necesidades específicas de cada cliente.
 - Sistema de acceso de información en la nube.
- Fuentes de ingresos:
 - Tarifas de suscripción mensuales o anuales por el uso de la conectividad IoT satelital y plataforma.
 - Servicios de valor agregado, como análisis de datos, monitoreo remoto o ciberseguridad.
 - Ventas de equipos y dispositivos compatibles con la tecnología.
 - Servicio de inteligencia artificial, para el procesamiento de datos.
- Recursos clave:
 - Satélites de comunicaciones en órbita para proporcionar conectividad global.
 - Infraestructura terrestre para el procesamiento y enrutamiento de datos.

- Personal especializado en tecnología satelital, IoT y soporte técnico.
- Actividades clave:
 - Desarrollo y mantenimiento de la plataforma de gestión y monitoreo de IoT.
 - Establecimiento de acuerdos y asociaciones con proveedores de servicios satelitales.
 - Investigación y desarrollo de tecnologías y aplicaciones de IoT satelital.
- Socios clave:
 - Proveedores de servicios satelitales para la conectividad y acceso a la red.
 - Fabricantes de equipos y dispositivos IoT compatibles con la tecnología satelital.
 - Empresas de desarrollo de software y analítica de datos para servicios de valor agregado.
- Estructura de costos:
 - Costos de adquisición de terminales e integración.
 - Costos operativos, como mantenimiento de la plataforma.
 - Costos de capacidad satelital-

8.2. Diseño de la solución

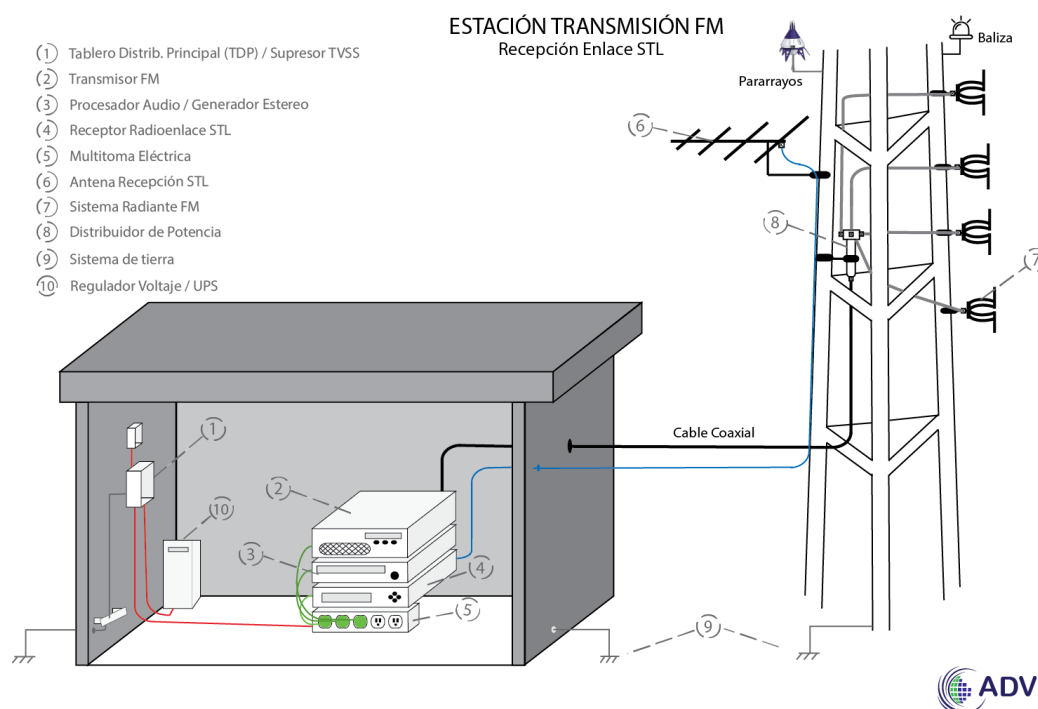
Al contar con una solución y una estrategia previamente definida, el diseño de la solución IoT satelital se basará en la estrategia de implementación y el tipo de equipamiento de las estaciones remotas de Broadcasting, donde se definirá el tipo de datos, funcionabilidades y acciones que el sistema permitirá para solventar las problemáticas mencionadas en las encuestas realizadas. El equipamiento mínimo existente en las estaciones de Broadcasting y sus parámetros son:

- Sistema de Transmisión
 - Nivel de potencia de transmisión
 - Nivel de potencia reflejada

- Sistema de recepción de contenidos
 - Nivel de recepción de audio o video
 - Nivel de recepción del enlace
- Sistema eléctrico
 - Voltaje de entrada de la estación
 - Voltaje de salida del tablero de distribución principal

A continuación, se muestra en la *Figura 10* un diagrama de interconexión de una estación de radiodifusión FM, donde se puede identificar los puntos de medición mencionados anteriormente y se detallan que la mayoría de equipamiento que se puede encontrar en una estación son: Transmisor, Receptor de contenidos y Equipamiento eléctrico.

Figura 10: Diagrama de estación repetidora de radiodifusión FM (ADVICOM, 2021)



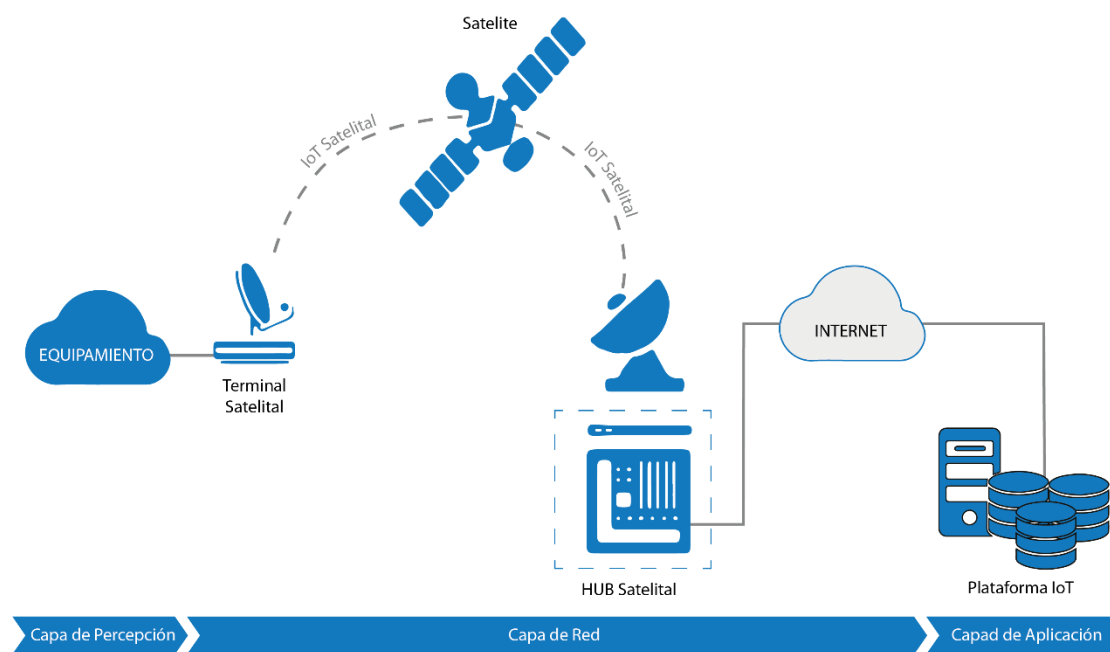
Por su parte, el diseño de la solución requiere de una integración de los equipos en las estaciones repetidoras, mediante sensores, para que estos puedan ser concentrados y enviados hacia una plataforma de IoT. El diseño deberá permitir la interoperabilidad, crecimiento futuro y un fácil manejo, que cumpla con las iniciativas de plataformas de IoT e Industria 4.0.

La solución de IoT satelital está diseñada para cumplir con las siguientes funcionalidades mínimas:

- Monitoreo remoto de los equipos
- Manejo remoto de equipos
- Fácil despliegue
- Bajo costo
- Interoperabilidad entre otras plataformas
- Utilizar estándares de comunicación y administración de datos
- Plataforma en la nube
- Solución que no requiera mucho mantenimiento

El diseño propuesto en la *Figura 11*, busca la autosostenibilidad, mediante la simplificación y utilizando plataformas de software libre, donde se obtiene un costo-beneficio en la implementación de la solución. Donde se considera el modelo de 3 etapas para una plataforma de IoT: Capa de percepción, Capa de red y Capa de aplicación (Castrejón, 2022).

Figura 11: Esquemático de la solución propuesta



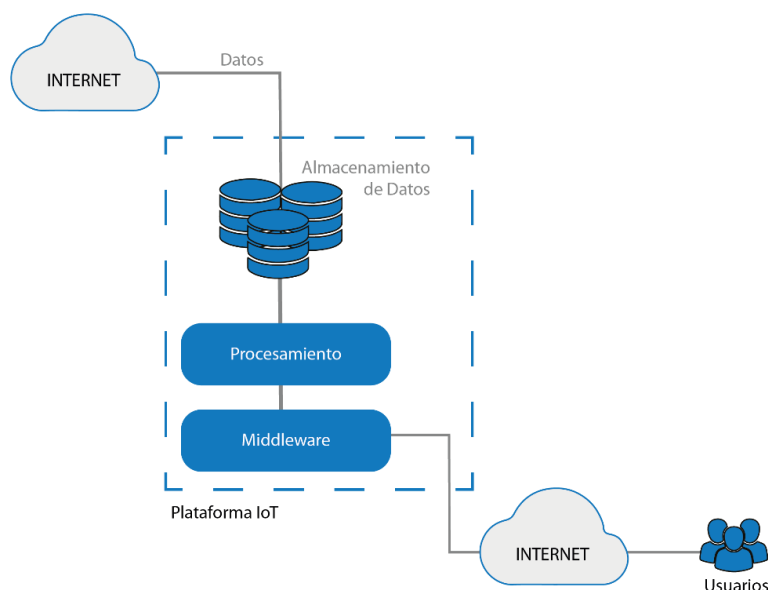
En la capa de percepción es donde se realizarán las integraciones necesarias para la medición u obtención de datos sobre el funcionamiento del equipamiento de cada estación repetidora, por lo que, en esta etapa se establecerá la interconexión de los sensores (internos o externos) hacia el terminal satelital,

que a su vez permitirá la captura y concentración de las señales analógicas y digitales o recibir comunicaciones SNMP o. Es importante que el terminal satelital a utilizar tenga la capacidad de procesamiento, aceptar entradas analógicas o digitales y salidas analógicas o digitales, para un manejo remoto de los equipos; para lo cual, se considera un costo de integración de aproximadamente 750 dólares incluido el terminal satelital con capacidades de concentrador y preprocesamiento de los sensores o equipos interconectados.

Por otra parte, la Capa de red propuesta, deberá convertir los datos recibidos a estándares de comunicación IoT como JSON, XMPP o XML para que estos sean transportados mediante una comunicación satelital de banda estrecha, para que en el Hub satelital se pueda recibir estos mensajes de texto plano y puedan ser enviados hacia la Capa de aplicación.

Por último, en la Capa de aplicación es donde se encontrará la plataforma de IoT y gestión remota de las estaciones de broadcasting, donde se almacenará toda la información recibida, para luego pasar un procesamiento de la información a través de métodos de interpretación, ajuste, clasificación y machine learning, con el objetivo que esta información sea presentada mediante un Middleware en varios tipos de plataforma como Web, Android, Windows, entre otras, para que sean presentadas a los usuarios, como se muestra en la *Figura 12*.

Figura 12: Esquemático de la plataforma IoT



8.3. Evaluación de la solución propuesta

Para poder evaluar el costo-beneficio para las estaciones remotas de Broadcasting, es necesario realizar un costeo del proyecto en base al diseño propuesto, donde a través de un análisis financiero del CAPEX y OPEX de la implementación, incluyendo el costo de mantenimiento del sistema, para luego compararlo con los costos de movilización y operación de las estaciones remotas de Broadcasting que las empresas actualmente gastan.

El análisis se realizará comparando la situación actual y de la solución dentro de un periodo de tiempo, donde el costo del CAPEX pueda ser recuperado y de esta manera llegar a un punto de equilibrio, considerando que en la situación actual no se debe realizar ninguna inversión inicial, por lo que se puede demostrar un beneficio económico en el tiempo.

En el análisis se toma en cuenta que es una solución para ser implementada por cada empresa y no constituye un modelo de negocio, por lo que no se puede predecir ingresos y únicamente se puede predecir los costos, para lo cual se consideraron los siguientes costos:

- Costos de inversión (CAPEX), exclusivos de la solución

Tabla 3: Matriz de costos de implementación de la plataforma IoT Satelital

Descripción CAPEX	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipos de comunicación satelital	\$ -750,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Instalación y configuración	\$ -280,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Integración	\$ -200,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

- Costos de operación (OPEX), exclusivos de la solución, con una tasa de inflación del 2,32% y se ha considerado los costos de operación destinados en atenciones técnicas de la *Figura 6*, considerando un valor de 150 dólares por visita técnica, y asumiendo una reducción a 2 atenciones técnicas (1 preventiva y 1 correctiva) al año. Es importante, destacar que esta solución evita los reprocesos en atenciones técnicas, al contar con información de antemano de las posibles problemáticas.

Tabla 4: Matriz de costos de operación de la plataforma IoT Satelital

Descripción OPEX	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Atención técnica	\$ -	\$ -300,00	\$ -306,96	\$ -314,08	\$ -321,37	\$ -328,82
Plataforma satelital	\$ -	\$ -144,00	\$ -147,34	\$ -150,76	\$ -154,26	\$ -157,84
Plataforma IoT	\$ -	\$ -90,00	\$ -92,09	\$ -94,22	\$ -96,41	\$ -98,65

- La depreciación de los equipos, al ser considerado como equipamiento tecnológico, se considera en conformidad con la tabla de depreciación del SRI es del 33,33% cada año.

Tabla 5: Matriz de depreciaciones

Depreciación	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipos de comunicación satelital	\$ -	\$ -249,98	\$ -249,98	\$ -249,98	\$ -	\$ -
Integración	\$ -	\$ -66,66	\$ -66,66	\$ -66,66	\$ -	\$ -

Por lo tanto, para poder realizar una comparación de costo-beneficio, se requiere llevar todos los valores a valor presente, para obtener el VAN (Valor Actual Neto) (Romero, 2023), por lo que, se utiliza el WACC de Telecomunicaciones que tiene un tasa de rentabilidad del 14,5%:

Figura 13: Flujo de caja con proyección a 5 años de la implementación de una plataforma de IoT satelital.

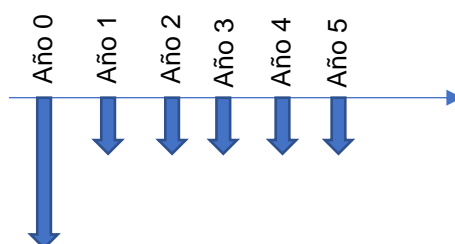


Tabla 6: Cálculo de Valor presente por cada año para la implementación de una plataforma de IoT satelital.

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$
$V_P = \frac{OPEX_1}{(1+14,5\%)^1}$	$V_P = \frac{OPEX_2}{(1+14,5\%)^2}$	$V_P = \frac{OPEX_3}{(1+14,5\%)^3}$	$V_P = \frac{OPEX_4}{(1+14,5\%)^4}$	$V_P = \frac{OPEX_5}{(1+14,5\%)^5}$
$V_P = -\$ 466,38$	$V_P = -\$ 416,76$	$V_P = -\$ 372,43$	$V_P = -\$ 332,81$	$V_P = -\$ 297,41$

Por lo tanto, se tendría un VAN de - \$ 3.115,79 de la solución planteada bajo los índices nacionales de telecomunicaciones, por otra parte, dado que esta solución plantea un ahorro y por ende no existen ingresos, no se puede calcular un TIR (Tasa Interna de Retorno), por lo que, es necesario realizar una comparativa con la situación actual de las empresas de broadcasting.

Para el cálculo comparativo del estado actual de las empresas de broadcasting, los costos asociados identificados son los siguientes:

- Costos de inversión (CAPEX) actuales no existen, donde actualmente se requiere atención física en caso de daño.
- Costos de operación (OPEX) actuales, se consideraron los valores de atenciones técnicas, con una tasa de inflación del 2,32%.

Conforme a los costos de operación destinados en atenciones técnicas, considerando los valores de la encuesta de la *Figura 6*, considerando un valor de 150 dólares por visita técnica, y asumiendo una recurrencia de 5 atenciones técnicas (3 preventivas y 2 correctivas) al año, se procede a establecer un línea base de costos por atenciones técnicas.

Tabla 7: Desglose de costos operativos actuales de las empresas

Descripción OPEX	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Atención técnica	\$ -	\$ -750,00	\$ -767,40	\$ -785,20	\$ -803,42	\$ -822,06
Reprocesos de atención técnica	\$ -	\$ -150,00	\$ -153,48	\$ -157,04	\$ -160,68	\$ -164,41

Por lo tanto, para obtener el VAN (Valor Actual Neto) y realizar una comparativa, de igual manera, se utiliza el WACC de Telecomunicaciones que tiene un tasa de rentabilidad del 14,5%:

Figura 14: Flujo de caja con proyección a 5 años de los costos actuales de las empresas



Tabla 8: Cálculo de Valor presente por cada año de los costos actuales de las empresas.

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	$V_P = \frac{V_F}{(1+i)^n}$
$V_P = \frac{OPEX_1}{(1+14,5\%)^1}$	$V_P = \frac{OPEX_2}{(1+14,5\%)^2}$	$V_P = \frac{OPEX_3}{(1+14,5\%)^3}$	$V_P = \frac{OPEX_4}{(1+14,5\%)^4}$	$V_P = \frac{OPEX_5}{(1+14,5\%)^5}$
$V_P = -\$786,03$	$V_P = -\$702,41$	$V_P = -\$627,69$	$V_P = -\$560,92$	$V_P = -\$501,25$

Con lo que, se obtendría un VAN de - \$ 3.178,31, siendo este valor aproximado que una empresa de broadcasting destinaría en 5 años para el mantenimiento.

Por lo tanto, comparándolo con el VAN de la solución propuesta se puede observar en la *Figura 9*, que la variación porcentual entre ellas es del 1,97%, donde V_1 es el VAN actual y V_2 es el VAN de la solución propuesta. Pero a medida que el costo de atenciones sube, la variación porcentual tenderá a subir considerablemente.

Tabla 9: Cálculo de la variación porcentual

Variación Porcentual
$\text{Variación} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$
$\text{Variación} = -1,97\%$

Al ser la variación porcentual negativa, esto demuestra que existe una disminución de los costos operativos por estación, por lo consiguiente se demuestra cuantitativamente que el proyecto sí tiene factibilidad técnica y financiera.

No obstante, es importante reconocer que, si bien la solución tiende a ser viable, únicamente lo es para estaciones que superen los \$ 150 dólares de costo de atenciones técnicas, donde el punto de equilibrio aproximado de \$ 145,55 dólares.

Sin embargo, existen otros beneficios a considerar a parte de los costos o beneficios económicos, donde la mejora de la calidad del servicio transmitido, disminución considerable de los tiempos de atención técnica, mejora del mantenimiento al contar con registros históricos del funcionamiento, evitar daño de equipamiento con predicciones, entre otros; que no pueden ser medidos financieramente.

En tal sentido, para poder hacer un análisis de los beneficios de la solución, se plantea utilizar una matriz de toma de decisiones o matriz de Pugh, con las siguientes consideraciones:

Costo: El costo será evaluada de Muy costoso (1) hasta Poco costoso (10).

Calidad: Se evaluará la calidad del servicio Muy Malo (1) hasta Muy Bueno (10).

Tiempo de atención: El tiempo de atención técnica de Muy Alto (1) hasta Muy Bajo (10).

Prevención de daños: Se evaluará la capacidad de prevenir daños, desde Muy Bajo (1) hasta Muy Alto (10).

Tabla 10: Matriz de decisión sobre el costo-beneficio

Detalle	Costo	Calidad	Tiempo atención	Prevención daños	TOTAL
	45%	20%	25%	10%	
Situación actual	7	5	6	6	6,25
IoT-Satelital	8	8	9	8	8,25

Por lo que, se puede observar en la *Tabla 10*, que la solución de IoT satelital tiene un mayor beneficio para las empresas de broadcasting, donde a pesar que en escenarios donde el costo de atención técnica sea inferior al punto de equilibrio, igualmente se puede llegar a tener un mayor beneficio.

9. Conclusiones y Recomendaciones

En conclusión, las diferentes soluciones tecnológicas inalámbricas analizadas, se encuentran diseñadas para diferentes escenarios, donde la mayoría de ellas requieren de grandes inversiones en infraestructura cuando se requieren coberturas a nivel regional o nacional, por tal razón, económicamente es más viable contratar dichos servicios de interconexión que implementarlos. Sin embargo, a pesar que estas tecnologías se encuentren ya implementadas, la falta de cobertura en varias áreas rurales, conlleva a la búsqueda de otras alternativas de comunicación para las estaciones de broadcasting.

Por su parte, la situación de las empresas de Broadcasting en estaciones remotas, presentan un gran desafío, ya que el 65% de las empresas de broadcasting tienen un alto costo en atenciones técnicas (más de \$150 dólares) por cada estación repetidora, el 60% requieren más de 3 días para realizar una atención técnica y el 76% requieren de una atención técnica adicional por reproceso. A esto, se aúna a la falta de cobertura de servicios de telecomunicaciones en las ubicaciones de las estaciones remotas de broadcasting, las cuales se encuentran en su mayoría en áreas rurales, donde no existen redes de telecomunicaciones y requerirían el desarrollo de infraestructura para soportar alguna de las tecnologías analizadas, por lo que, la solución de comunicación satelital al cubrir todo el territorio ecuatoriano, es la mejor opción.

Por lo tanto, la implementación de un sistema de IoT satelital permitiría a las empresas de broadcasting disminuir sus costos operativos, al mantener un monitoreo y gestión remota para sus estaciones repetidoras, convirtiendo a la solución de IoT satelital la mejor opción costo-beneficio para las empresas de broadcasting.

La estrategias de implementación de este servicio busca el implementar la solución como un modelo de negocio de servicio, donde mediante un modelo CANVAS, se identifica que cumple con todos los requisitos para un modelo de negocio viable, enfocándose en las estaciones de broadcasting remotas y aquellos concesionarios que buscan el mejoramiento y disminución de fallas de sus servicios.

Por su parte, el diseño planteado en base a la estrategia planteada, se logra identificar que el modelo de una solución IoT es técnicamente factible, donde se concluye que se requiere de una integración de los equipos de la estación para luego ser transportados mediante satélite, por medio de mensajes planos de texto como JSON, XMPP o XML, para luego ser procesados, almacenados y presentados en una plataforma de IoT, que permita un crecimiento a futuro y la flexibilidad de integración con otras plataformas, bajo protocolos estandarizados. Por último, se realizó una evaluación costo-beneficio de la plataforma en función del diseño realizado, donde se realizó un desglose de los costos de inversión y operativos para establecer los flujos de caja en un periodo de 5 años, y de esta manera calcular el VAN. Este mismo procedimiento se realizó con la situación actual, pronosticada a 5 años, donde se pudo observar que la variación porcentual de los VAN calculados, señalaba un ahorro de un 1,97%.

No obstante, la factibilidad económica del proyecto muestra que tiene un punto de equilibrio, que dependerá del costo de las atenciones técnicas, donde en los casos que el costo de atención técnicas sea menor de \$ 145,55 dólares, se perderá dicha factibilidad económica. Pero, en dichos casos se deberá realizar una evaluación subjetiva sobre los beneficios de la solución como la mejora de la calidad del servicio transmitido, disminución considerable de los tiempos de atención técnica, evitar daños, entre otros; donde se podrá demostrar que, a pesar de no existir un beneficio financiero, el implementar la solución tendrá un mayor costo-beneficio para las empresas de broadcasting.

En conclusión, la implementación de un proyecto de IoT satelital para estaciones repetidoras de broadcasting tiene sus limitaciones, ya que a pesar de contar con una factibilidad técnica en todos los casos, puede no ser factible para empresas que cuentan con una baja cantidad de repetidoras y sus costos de operación son mucho más bajos a la media de las estaciones, sin embargo, la implementación de una solución de IoT satelital, puede brindar muchos beneficios a la hora de mantener los servicios de broadcasting.

10. Referencias

- ADVICOM. (2021). Informe de mantenimiento anual para Radio Vigía. Audio Video y Comunicaciones CIA LTDA.
- ADVICOM. (2021). Normativa de instalación de estaciones repetidoras de FM. Audio Video y Comunicaciones CIA LTDA.
- Aguilar, C. (2015). Infraestructura: Instalaciones y equipos de una emisora de radio. Prezi.com. Recuperado el 24 de mayo de 2023, de <https://prezi.com/9ismofdqxmy/infraestructura-instalaciones-y-equipos-de-una-emisora-de-radio/>
- Ahola, J., Hamalainen, A., & Ylianttila, M. (2011). LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced. John Wiley & Sons.
- Alapont. (2022). Calculadora de muestra. Recuperado el 23 de diciembre de 2022, de <https://www.alapont.com/muestra>
- Albouq, S., Adnan Ahmed, A. S., Almashf, N., Yamin, M., Alshanjiti, A., & Bahbouh, N. M. (2022). A Survey of Interoperability Challenges and Solutions for Dealing With Them in IoT Environment. IEEE Access, 10, 36416-36426. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3162219>
- ARCOTEL. (2021). Listado completo de estaciones RTV. Infraestructura. Obtenido de Estadísticas de Telecomunicaciones : https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/8.1.3.-Listado_RTV-Noviembre-2021.xls
- ARCOTEL. (2022). Estaciones concesionadas de Radiodifusión Sonora AM, FM. Infraestructura. Obtenido de Estadísticas de Telecomunicaciones : <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/8.1.1-Concesiones-Radiodifusion-Sonora-AM-y-FM-October-2022.xlsx>
- ARCOTEL. (2022). Listado completo de estaciones RTV. Infraestructura. Obtenido de Estadísticas de Telecomunicaciones : https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/8.1.3.-Listado_RTV-October-2022.xls
- ARCOTEL. (2022). Radiobases por prestador y tecnología. Servicio Móvil Avanzado (SMA). Obtenido de Estadísticas de Telecomunicaciones :

https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/1.2-Radiobases-por-operador-y-tecnologia-nivel-provincial_Oct-2022.xlsx

- ARCOTEL. (2022). Servicio móvil avanzado. Registros administrativos ARCOTEL.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. (2016). *The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. River Publishers.
- Aulestia, S. (2023). *Negocios electrónicos y marketing digital [Diapositivas de PowerPoint]*. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Blasco, L. (05 de Septiembre de 2016). Cuáles son las diferencias entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G y esas otras redes a las que se conecta tu celular (y cómo te afectan tu conexión a internet). Obtenido de BBC Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37247130>
- Bonavolontà, F., Tedesco, A., Moriello, R., & Tufano, A. (2017). Enabling wireless technologies for industry 4.0: State-of-the-art. *IEEE Int. Workshop Measurement and Networking (M&N)*, 1-5.
- Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.
- Bröring, A., Schmid, S., Schindhelm, C.-K., Khelil, A., Käbisch, S., Kramer, D., . . . Teniente, E. (2017). Enabling IoT Ecosystems through Platform Interoperability. *IEEE Software*, 34(1), 54-61. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.2>
- Calabro, D. J. (2014). *Satellite Communications Systems Engineering: Atmospheric Effects, Satellite Link Design and System Performance*. John Wiley & Sons.
- Campuseducacion, E. P. (2020). *Taxonomía de Bloom*. BLOG Noticias Oposiciones y bolsas Trabajo Interinos. Campuseducacion.com.

<https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/articulos-campuseducacion/taxonomia-de-bloom/>

- Castrejón, N. (2022). Introducción IoT (Fundamentos Red y RF) [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Caulfield, J. (2021, 29 abril). Cómo citar un PowerPoint en formato APA. Scribbr. Recuperado 22 de mayo de 2023, de <https://www.scribbr.es/normas-apa/ejemplos/powerpoint/>
- Centenaro, M., Costa, C. E., Granelli, F., Sacchi, C., & Vangelista, L. (2021). A Survey on Technologies, Standards and Open Challenges in Satellite IoT. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 23(3), 1693-1693. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3078433>
- Collins, R. (2018). *Broadcast Journalism: A Critical Introduction*. Routledge.
- Crisell, A. (2002). *An Introduction to Radio Broadcasting*. Routledge.
- Davis, C., & Comeau, J. (2020). Enterprise integration in business education: Design and outcomes of a capstone ERP-based undergraduate e-business management course. *Journal of Information Systems Education*, 15(3), 8.
- Dohler, M., Cattoni, A., Mohanty, A., & Sastry, N. (2016). Wireless Communication Systems in Smart Cities: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(1), 535-561.
- Drake, R. P. (2019). *Television and Radio Announcing*. Focal Press.
- Evans, B. G. (2008). *Satellite Communication Systems*. IET.
- Fernández-Caramés, T., & Fraga-Lamas, P. (2018). A review on human-centered IoT-connected smart labels for the industry 4.0. *IEEE*, 6, 25939–25957.
- Fink, D. G., & Fink, D. A. G. (2017). *Electronics for Radio, Television, and Sound*. McGraw-Hill Education.
- Fondamenti, M. (2019). *Introduction to Microwave Links and Wireless Communications*. Recuperado de: <https://www.link-microwave.com/introduction-to-microwave-links-and-wireless-communications/>

- Foster, L., Carpenter, T., Morgan, P., & Ramoul, D. (2020). *Wireless IoT Connectivity Solutions*. Certitrek Publishing.
- Framingham, M. (18 de Junio de 2018). Business Wire. Obtenido de <https://www.businesswire.com/news/home/20180618005142/en/IDC-Forecasts-Worldwide-Technology-Spending-Internet-Things>
- Framingham, M. (18 de Junio de 2018). Business Wire. Obtenido de IDC Forecasts Worldwide Technology Spending Internet Things: <https://www.businesswire.com/news/home/20180618005142/en/IDC-Forecasts-Worldwide-Technology-Spending-Internet-Things>
- Freire, J. (2022). Enfoque de la Investigación Científica [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Freire, J. (2022). La industria de telecomunicaciones y sus necesidades [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Freire, J. (2022). Las citas y las referencias bibliográficas, Introducción a normativa APA y gestores bibliográficos [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Freire, J. (2022). Tipos de investigación [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Freire, J. (2022). Variables e Hipótesis de la investigación [Diapositivas de PowerPoint]. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Friedman, M., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2010). Regularization paths for generalized linear models via coordinate descent. *Journal of Statistical Software*, 33(1), 1-22.
- Ghosh, A., & Terry, J. E. (2004). *OFDM Baseband Receiver Design for Wireless Communications*. Wiley-IEEE Press.

- GlobalVSATForum. (2023). VSAT Technology and Applications. Recuperado de: <https://gvf.org/resource-center/technology-applications/vsat-technology-and-applications/>
- Globecom. (2017). Comparative Analysis of LEO and GEO Satellite Communication Systems for IoT Applications. 2017 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), 1-7. DOI: 10.1109/GLOCOM.2017.8254809
- Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communications*. Cambridge University Press.
- Gómez, J. (27 de Septiembre de 2021). Matriz de Pugh: Cómo tomar una decisión de forma objetiva. Obtenido de El laboratorio de las TI: <https://definicionesyconceptos.com/metodo-pugh-infoschool/>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Griffiths, F., & Ooi, M. (2018). The fourth industrial revolution-Industry 4.0 and IoT [Trends in Future I&M]. *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, 21(6), 29-39.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- Gurtov, A., Souza, R. D., de Sousa Jr., A. T., & Vinel, A. (2017). Satellite Communications in the IoT Era: System Design Challenges. *IEEE Communications Magazine*, 55(2), 70-76.
- Haleem Khan, I., & Javaid, M. (2021). Role of Internet of Things (IoT) in Adoption of Industry 4.0. *Journal of Industrial Integration and Management*, 6(2), 1-11. <https://doi.org/10.1142/S2424862221500068>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer Science & Business Media.
- Hendee, W. R., & Boone, D. R. (2018). *Telemetry and Remote Control: A Comprehensive Handbook*. American Institute of Physics.
- Holma, H., & Toskala, A. (2009). *LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*. John Wiley & Sons.

- iDirect. (2023). Satellite IoT. Recuperado de: <https://www.idirect.net/solutions/satellite-iot/>
- Inmarsat. (2023). BGAN Services. Recuperado de: <https://www.inmarsat.com/service/bgant/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (2017). Perú: Características Económicas y Financieras de las empresas de servicios. Encuesta económica anual 2015. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Perú: Características Económicas y Financieras de las empresas de Servicios. Resultados de la encuesta económica anual 2016. Lima: INEI 2017.
- Jaehyeon, J., Mi-Seon, K., & Jae-Hyeon, A. (2016). Prototyping Business Models for IoT Service. *Procedia Computer Science*, 91, 882 – 890.
- Jaehyeon, J., Mi-Seon, K., & Jae-Hyeon, A. (2016). Prototyping Business Models for IoT Service. *Procedia Computer Science*, 91, 882 – 890.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. Springer Science & Business Media.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. Springer.
- Jesús, S. (2021, febrero 9). Van y TIR: Concepto, diferencias y cómo calcularlos. *Economía3*; *Economía* 3. <https://economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/>
- Kaler, M. (2016). *Television and Cable Factbook*. S&P Global Market Intelligence.
- Kulkarni, A. D., & Sridharan, K. (2019). Satellite Communications for the Internet of Things (IoT): Opportunities, Challenges and Solutions. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 34(5), 18-25.
- Lee, W. C. Y. (1993). *Mobile Communications Design Fundamentals*. John Wiley & Sons.
- Lesly, P. (2008). *Broadcasting & Cable Yearbook*. CQ Press.
- Li, S., Da Xu, L., & Zhao, S. (2015). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.

- Li, Y., Zhang, Y., Zhong, R., & Xiang, W. (2017). Satellite Communications for IoT. *IEEE Communications Magazine*, 55(1), 42-47.
- López, T. (2022). Equipos necesarios para una emisora de radio – En la cabina. *Radionotas.com*. <https://radionotas.com/2022/08/19/equipos-necesarios-para-una-emisora-de-radio-parte-1/>
- Lu, Y. (2020). Security in 6G: The Prospects and the Relevant Technologies. *Journal of Industrial Integration and Management*, 5(3), 273–288.
- Lucero, S. (13 de Marzo de 2020). Satellite IoT Market Report - 2020. Obtenido de OMDIA: <https://omdia.tech.informa.com/OM006664/Satellite-IoT-Market-Report---2020>
- Luglio, M., Ferrari, G., & Verdone, R. (2019). *Satellite Communications in the 5G Era*. Springer.
- Maral, D., & Bousquet, M. (2013). *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology*. John Wiley & Sons.
- Martens, D. H. (2008). *Satellite Communications*. IET.
- McKnight, M. (2017). IoT, Industry 4.0, Industrial IoT Why connected devices are the future of design. *KnE Engineering*, 198-201.
- Molisch, A. (2011). *Wireless Communications*. Wiley-IEEE Press.
- Morales Ferre, R., & Simona Lohan, E. (2021). Comparison of MEO, LEO, and Terrestrial IoT Configurations in Terms of GDOP and Achievable Positioning Accuracies. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 5(3), 287-299. <https://doi.org/10.1109/JRFID.2021.3079475>
- Mountain, C. P. (2018). *Television Operation and Production*. Focal Press.
- Müller, J. (2018). Business model innovation in small- and medium-sized enterprises: Strategies for industry 4.0 providers and users. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(8), 1127-1142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2018-0008>
- Navarro, D. (2022). Medios de comunicación también deben avanzar hacia la transformación digital. *DPLNews*. <https://dplnews.com/medios-de-comunicacion-tambien-deben-avanzar-hacia-la-transformacion-digital/>
- ORBCOMM. (2001). System Overview. *ORBCOMM(F)*, 1-54. <https://doi.org/Document No. A80TD0008>

- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers* (The Strategyzer series).
- Pigneur, Y., & Osterwalder, A. (2011). An ontology for e-business models. *Information Systems and e-Business Management*, 9(1), 59-82. <https://doi.org/10.1007/s10257-010-0144-z>
- Plevyak, T. R., & Reed, J. H. (1996). *Wireless Personal Communications: Emerging Technologies for Enhanced Communications*. Springer.
- Prasad, R. (2004). *OFDM for Wireless Communications Systems*. Artech House Publishers.
- Prather, W. L. (2009). *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology*. John Wiley & Sons.
- Pratt, T. C., & Bostian, M. (2017). *Satellite Communications*. John Wiley & Sons.
- Pratt, T., Bostian, C., & Allnut, J. (2002). *Satellite Communications*. John Wiley & Sons.
- Proakis, J. G., & Salehi, M. (2007). *Digital Communications*. McGraw-Hill Education.
- Qiu, X., Li, M., & Duan, W. (2018). "Narrowband IoT: From Physical Layer to Network Layer." John Wiley & Sons.
- Qu, Z., Zhang, G., Cao, H., & Xie, J. (2017). LEO Satellite Constellation for Internet of Things. *IEEE Access*, 5, 18391-18401. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2735988>
- Rappaport, T. S. (2001). *Wireless Communications: Principles and Practice*. Pearson Education.
- REPETIDORES.MOVI. (26 de Julio de 2019). ¿Cuáles son las diferencias entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G?. Recuperado de: <https://blog.repetidoresmoviles.com/cuales-son-las-diferencias-entre-e-gprs-3g-4g-5g/>
- Richharia, M., & Westbrook, L. (2000). *Satellite Systems for Personal and Broadband Communications*. Artech House Publishers.
- Roberge, W. A. (2017). *Television Remote Control: Its Theory and Application*. Newnes.

- Roddy, R. (2015). *Satellite Communications*. McGraw-Hill Education.
- Roldán, P. N. (2017, abril 7). Valor futuro. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/valor-futuro.html>
- Romero, X. (2023). *Matemática financiera [Diapositivas de PowerPoint]*. Maestría en Telecomunicaciones con mención en gestión en las telecomunicaciones, Universidad de las Américas.
- Samuel, A. L. (1959). Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210-229.
- Sarch, R. E., & Wacker, P. C. (2015). *Broadcasting: Cable the Internet and Beyond*. McGraw-Hill Education.
- Sauter, M. (2017). *From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband*. Academic Press.
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Computer Networks*, 76, 146-164.
- Sigfox. (2021). Ultra Narrow Band Technology (UNB). Recuperado de: <https://www.sigfox.com/en/technology/unb>
- Slade, R. E. (2016). *Introduction to Radio and Television Broadcasting*. Focal Press.
- Stein, R. M., & Crouch, J. E. (2019). *Television Engineering Handbook*. McGraw-Hill Education.
- Stevens, R. (2022, octubre 4). ¿Qué es el Valor presente y Valor futuro?: Fórmulas, Ejemplos. Rankia. <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3632678-que-valor-presente-futuro-formulas-ejemplos>
- Tay, D. B. H. (2014). *Satellite Communications: Principles and Applications*. Wiley-IEEE Press.
- Teko Broadcast. High End FM Transmitters and Professional Equipment for Radio Stations. Recuperado el 24 de mayo de 2023, de <https://www.tekobroadcast.com/es/equipo-para-estacion-de-radio-teko-broadcast>
- Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 58(1), 267-288.

- Torrent-Sellens, J. (2019). Industria 4.0 y resultados empresariales en España: un primer escaneado. *Oikonomics* [en línea], 2339-9546(no. 12), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.7238/o.n12.1910>
- Universidad Internacional de Valencia. (10 de Octubre de 2018). ¿Qué es GSM y cómo funciona? Obtenido de Universidad Internacional de Valencia: <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-gsm-y-como-funciona>
- Walter, H., Prasad, S., & Springer, A. (2008). *Satellite Communications and Navigation Systems*. Springer.
- Wi-Fi Alliance. (2021). Wi-Fi 6 (802.11ax) Technology. Recuperado de: <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-6>
- Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233–2248.
- Yang, S., Han, B., & Leung, V. C. M. (2015). A Survey on the Internet of Things (IoT) in the 5G Era: Architecture, Technologies, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(3), 1637-1665.
- Zettl, H. (2013). *Television Production Handbook*. Cengage Learning.
- Zhang, C., & Chen, Y. (2020). A Review of Research Relevant to the Emerging IndustryTrends: Industry 4.0, IoT, BlockChain, and Business Analytics. *Journal of IndustrialIntegration and Management*, 5(1), 165-178.
- Zhang, Y., Yang, L., & Song, H. (2012). *Satellite Communications and Networking: Principles and Applications*. John Wiley & Sons.
- Zou, H., & Hastie, T. (2005). Regularization and variable selection via the elastic net. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Statistical Methodology)*, 67(2), 301-320.

11. Anexos

Anexo 1 – Encuesta

- Pregunta 1: ¿Cuánto gasta aproximadamente por mantenimiento de cada estación repetidora?
- Pregunta 2: En atenciones técnicas correctivas, ¿Cuánto es el tiempo aproximado tardan en brindar atención técnica a las estaciones repetidoras?
- Pregunta 3: En atenciones técnicas correctivas, ¿Cuántos reprocesos de atenciones técnicas (varias visitas) aproximadamente se requieren en estaciones repetidoras?

Respuestas:

Nota: Por confidencialidad de información, no se publican los nombres de los concesionarios.

Concesionario	Costo Mantenimiento	Tiempo atención técnica	Reprocesos promedio
Concesionario 1	\$100 a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 2	mayor a \$150	mayor a 3 días	2
Concesionario 3	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 4	\$50 a \$100	60 min a 3h	1
Concesionario 5	mayor a \$150	30 a 60 min	2
Concesionario 6	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 7	mayor a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 8	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 9	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 10	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 11	mayor a \$150	mayor a 3 días	2
Concesionario 12	mayor a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 13	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 14	mayor a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 15	\$100 a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 16	mayor a \$150	30 a 60 min	1
Concesionario 17	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 18	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 19	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 20	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 21	mayor a \$150	mayor a 3 días	2
Concesionario 22	\$100 a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 23	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 24	\$50 a \$100	60 min a 3h	1
Concesionario 25	mayor a \$150	1 a 3 días	2

Concesionario	Costo Mantenimiento	Tiempo atención técnica	Reprocesos promedio
Concesionario 26	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 27	mayor a \$150	30 a 60 min	1
Concesionario 28	mayor a \$150	mayor a 3 días	2
Concesionario 29	\$100 a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 30	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 31	\$100 a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 32	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 33	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 34	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 35	mayor a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 36	mayor a \$150	1 a 3 días	2
Concesionario 37	mayor a \$150	mayor a 3 días	2
Concesionario 38	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 39	mayor a \$150	3h a 1 día	2
Concesionario 40	mayor a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 41	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 42	\$100 a \$150	3h a 1 día	2
Concesionario 43	mayor a \$150	3h a 1 día	1
Concesionario 44	\$50 a \$100	60 min a 3h	1
Concesionario 45	mayor a \$150	mayor a 3 días	3
Concesionario 46	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 47	mayor a \$150	30 a 60 min	1
Concesionario 48	mayor a \$150	1 a 3 días	2
Concesionario 49	\$100 a \$150	1 a 3 días	1
Concesionario 50	mayor a \$150	30 a 60 min	1
Concesionario 51	mayor a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 52	mayor a \$150	1 a 3 días	2
Concesionario 53	\$100 a \$150	mayor a 3 días	1
Concesionario 54	\$100 a \$150	1 a 3 días	1

Anexo 2 – Listado de Concesionarios

Nota: Se han excluido a los concesionarios que cuentan con una estación matriz y ninguna repetidora, por tal razón, no se incluye ninguna estación AM.

FM	
Concesionario	# Repetidoras
AGURTO MOROCHO KAREN LECCY	2
ALFONSO LENIN VELASTEGUI DELGADO REPESENTANTE DE HEREDEROS	1
ALMORAN S.A.	2
ANDIVISION S.A.	4
ANDRADE ENDARA GINA MAGALI	1
ANDRADE MINGA JAIME CESAR	1
ANDRADE RODAS CHRISTOPHER	1
ANTENA UNO RADIOVIDEO CIA. LTDA.	2
APONTE APONTE FREDI VIDAL	1
ARCO IRIS COMMUNICATION IRISRTCOMM S.A.	1
ARROBA SORIA CARLOS ENRIQUE	2
ASAMBLEA NACIONAL	24
ASOCIACION DE COMUNIDADES INDIGENAS DE ARAJUNO "ACIA"	1
ASOCIACION DE PRODUCTORES Y COMERCIALIZADORES DE CEREALES DEL CENTRO DE ACOPIO CHUQUIRAHUA	1
BADILLO SILVA MARIANA DE JESÚS	3
BARREZUETA PINEDA WASHINGTON BOLIVAR	1
BENEDETI RIPALDA JUAN XAVIER	1
BIBLE BROADCASTING NETWORK	1
BRITO MONTERO RENE	2
BRITO ZUÑIGA MARIO WASHINGTON	2
BURBANO PUERTAS JULIO JORDANO	1
CABLEMAR S.A.	2
CABRERA MENA ANGEL JAVIER	10
CADENA RADIAL PANAMERICANA LAPANA S.A	2
CALVA JIMENEZ JIMMY ALFONSO	1
CALVOPIÑA TIPAN STEVE ALEXANDER	1
CAMPOVERDE LEMA MILTON GIOVANNY	1
CANELA CENTRAL SIERRA SIENPALTÍ S.A.	1
CARDOSO FAICAN MARTHA BEATRIZ (REP. HRDOS)	2
CARDOSO MARTINEZ GUIDO ESTEBAN	2
CARRILLO ESPIN WILLIAN ALFREDO	2
CASTILLO OCHOA OVAR ALIBERT	1
CBVISION S.A.	1
COMPAÑIA CARACOL RADIO FM COMCARF S.A.	1
COMPAÑIA DE RADIO LA VOZ DEL TROPICO DE QUEVEDO RVTQUEVE S.A.	1
COMPAÑIA MANABITA DE RADIO PRENSA Y TELEVISION TELEMABABI S.A.	1
COMSOLTV S.A.	1

FM	
Concesionario	# Repetidoras
CONFEDERACION DE PUEBLOS ORGANIZACIONES COMUNIDADES E IGLESIAS INDIGENAS EVANGELICAS DE CHIMBORAZO	4
CONGREGACION MISIONEROS OBLATOS SACRATISIMOS CORAZONES JESUS Y MARIA	1
CONSEJO GUBERNATIVO DE LOS BIENES ARQUIDIOCESANOS	3
CONTINENTAL RADIO CONTIRADIO S.A.	1
CORONEL VELEZ EDGAR FABIAN	2
CORPORACION 961 CIA LTDA	2
CORPORACION ALAS DEL SOCORRO DEL ECUADOR	2
CORPORACION INTERNACIONAL CORINT S.A.	1
CORPORACION RADIO Y TELEVISION RIOSENSE CORATVRIOS S.A.	1
CORPRADIOQ S.A.	3
COSTA RADIO COSRADI CIA. LTDA.	2
CRESPO GUILLEN GALO EDUARDO	2
DELGADO GUTIERREZ CESAR ANTONIO	1
DIAZ SOLANO JOSE ANIBAL	1
DIOCESIS DE AZOGUES	3
DIOCESIS DE LATACUNGA	2
DISTRIBUCION Y REPRESENTACIONES YOMAR S.A	1
ECUADORADIO S.A.	5
ECUAENLACE S.A.	1
EDITORES MMA ASOCIADOS CIA. LTDA.	1
EMPRESA AZUAYA DE RADIODIFUSION Y TELEVISION CIA. LTDA. EMART	2
EMPRESA PUBLICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE ANTONIO ANTE EPAA.AA	1
EMPRESA PUBLICA DE COMUNICACION E INFORMACION MUNICIPAL DE CATAMAYO COMMUNICATE EP	1
EMPRESA PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	1
EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA - ETAPA EP	2
EMPRESA PUBLICA PROVINCIAL COMUNICACION DEL GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIA PICHINCHA "PICHINCHA COMUNICACIONES E.P"	2
EMPRESA PUBLICA PROVINCIAL RADIO CULTURAL IDENTIDAD EP	2
EMPRESA PÚBLICA DE COMUNICACIÓN DEL ECUADOR EP	65
ESPINOZA REBOLLEDO CARLOS GILBERTO	1
ESTACION ALEGRIA ESTALSA S.A.	1
EXTRA RADIO S.A. EXTRADIO	1
FARRAMAN S.A.	1
FIGUEROA CANO HECTOR BENIGNO	1
FIGUEROA GOMEZ EMILIANO	1
FOREVER MUSIC S.A. FOREMUSIC	1
FRANCISCO STEREO - EL GOBIERNO Y ADMINISTRACION DE LOS BIENES DE LA ORDEN FRANCISCANA EN EL ECUADOR	1

FM	
Concesionario	# Repetidoras
FUNDACION ECUATORIANA JUAN PABLO II	6
FUNDACION FAMILIA SALESIANA SALINAS	2
FUNDACION LORENTEANA	3
FUNDACION RADIO MARIA	22
FUNDACION RUNACUNAPAC YACHANA	1
FUNDACION SOCIEDAD INTERNACIONAL MISIONERA	2
GAIBOR DE LA PARED JORGE IGNACIO	1
GAMBOA COMUNICACION TOTAL CIA. LTDA.	3
GARCIA PALMA HECTOR OSWALDO	1
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI	3
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTON PALANDA	3
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL NABON	1
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PALTAS	1
GRANDA ORTIZ ROSA OBDULIA	3
GRUPO RADIAL GAVILANES GRG S.A.S.	1
GRUPO RADIAL OLIMPICA GRUPOLIMPICA S.A.	1
GUALAN CHALAN MANUEL VICENTE	1
GUAMANI CHICAIZA MARIA GEORGINA	1
GUARANGA CARRILLO SEGUNDO RAMON	5
GUIJARRO GARCIA ANGEL GABRIEL (REP. HRDOS)	1
HERCONSLAC COMUNICACIONES CIA. LTDA.	2
JCBRUJA BACKLIKE S.A.	8
JMAV TELECOMUNICACIONES S.A.	4
K&P RTV PRODUCTIONS C.A.	4
KREARTE-COMUNICACION C.L.	1
LEON MELO JAIME FERNANDO	2
LLAMBO CHALAN GLADYS NATIVIDAD	2
MANARENACOM S.A.	2
MATUTE DELGADO CESAR NORBERTO	6
MENDOZA LLERENA ANA PATRICIA	3
MENDOZA REYES ANTHONY DICK	1
MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL	3
MINISTERIO DE GOBIERNO ¿ COMANDANCIA GENERAL DE LA POLICIA NACIONAL	10
MISION HCJB LA VOZ DE LOS ANDES ECUADOR	3
MUNICIPIO DE LOJA	2
MURILLO MOREIRA OSCAR ADRIAN	1
NAVARRETE BURBANO HUGO RAMIRO	1
NOGUERA MADERO BLANCA ELVIA	1
OCHOA TORRES CANDIDA JANET	1
ONCE Q RADIO ONCEQ S.A.	1
ORCKA CIA. LTDA.	4

FM	
Concesionario	# Repetidoras
ORDEN FRANCISCANA EN EL ECUADOR	1
ORDOÑEZ PEREZ ANTONIO HERNAN	1
ORTEGA CASTRO WILSON OMAR	1
ORTEGA MANCERO RAMIRO ANTONIO	1
ORTIZ BAEZ DIEGO ANDRE	1
ORTIZ ELIZALDE PAUL MARCELO	2
PERMOVE S.A.	1
PIEDRA CARDOSO HERMANOS CIA. LTDA.	2
PRODUCTORA RADIAL CASTRO TORRES TOQUILLARADIO CIA. LTDA.	1
PRODUCTORA RADIAL RODAS SERRANO PRORAVISROSE S.A.	2
PROVINCIA SANTA CATALINA DE SIENA ORDEN DE PREDICADORES DEL ECUADOR RADIO LA VOZ DEL SANTUARIO DE BAÑOS	1
PUMAGUALLE LEMA JUAN PATRICIO	2
QUIMERA ENTERPRISE SERVICIOS-COMUNICACIONALES S.A.S.	1
RADIAL SU AMIGO RADIAMI C.A.	1
RADIO BBN CIA. LTDA.	3
RADIO CARAVANA S.A.	8
RADIO CENTRO F.M. CIA. LTDA.	3
RADIO COBERTURA FM RAPCOFMA S.A.	1
RADIO COLON C.A.	10
RADIO CONCIERTO GUAYAQUIL S.A. CONCERTQUIL	1
RADIO CUMBRES PACHECO ORDOÑEZ CUPAOR S.A.	2
RADIO DIFUSORA MONTERO-VARGAS C.L.	1
RADIO IBARRA FACTUALTI S.A.	1
RADIO MAREJADA ELPODERMUSICAL S.A.	5
RADIO PODOCARPUS PODOCARADIO ESTEREO FM S.A	5
RADIO ROMANCE RADIROMASA S.A	1
RADIO VISION DE QUITO S.A.	1
RADIO ZARACAY FMZARACAY C.A.	3
RADIOACTIVA FM 88 CIA LTDA.	3
RADIODIFUSORA AYAX DEL ECUADOR S.A.	4
RADIODIFUSORA DEL SUR CRISUR CIA. LTDA.	2
RADIODIFUSORA KASHMIR DEL ECUADOR S.A.	1
RADIODIFUSORA LA VOIX MAGNA GRANVOZRADIO S.A.	1
RADIODIFUSORA MASCANDELA S.A.	1
RADIODIFUSORA ONDACERO S.A.	2
RADIODIFUSORA PARAISO RADIALPA S.A.	1
RADIODIFUSORA SABORMIX S.A.	1
RADIODIFUSORA TRAFALGAR DEL ECUADOR S.A.	3
RADIOK1 CIA.LTDA.	4
RAMBER COMUNICACIONES C.L.	1
RIVERA PINOS KLEVER HOMERO	2
ROCK & POP FM YAVA S.A.	7

FM	
Concesionario	# Repetidoras
ROJAS RIVERA ALEXA JANINA	1
ROMERO CHIMBO DIANA LORENA	2
ROSERO CHAVEZ LUIS GONZALO	1
RSTV C.L.	2
SAGUMA ROGEL LEONIDAS EDGARDO	1
SAHIAN COMPAÑIA S.A.	1
SANDOVAL VIZCAINO CATALINA ARACELY	2
SECRETARIA NACIONAL DE COMUNICACION SECOM	4
SEMUVEX C.L.	3
SERVICIO DE RADIODIFUSION ALMEIDA & BENITEZ S.A	1
SERVICIOS COMUNICACIONALES LIDER LIDERFM S.A.	1
SERVICIOS COMUNICACIONALES TURBAM S.A.	2
SERVICIOS DE COMUNICACION RADILATINA CIA. LTDA.	2
SERVICIOS DE COMUNICACION RADIO MATIAVI S.A.	1
SERVICIOS DE COMUNICACION RADPRINT S.A.	1
SERVICIOS DE COMUNICACION SONORITMO S.A.	2
SERVICIOS DE COMUNICACIONES AUMALA FERNANDEZ S.A.	1
SERVICIOS DE COMUNICACIONES MONAR & CAMACHO S.A.	1
SERVICIOS DE RADIO Y TELEVISION RODALFE CIA. LTDA.	1
SERVICIOS DE RADIODIFUSION ALBORADIO 90.3 CIA. LTDA.	1
SERVICIOS DE RADIODIFUSION ONDAS DEL RIO FM BALCARRDIAZ S.A.	2
SERVICIOS, PROYECTOS E INSTALACIONES ELECTRONICAS (SPIN) S.A.	2
SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE CHONE	1
SISTEMA DE RADIO ESTELAR SISTECOMESETELAR S.A.	3
SOCIEDAD COMUNICACIONAL VIZUETE DELGADO SOCOVIDE SOCIEDAD ANONIMA	2
SONIDO Y ENERGIA SONOENERGIA CIA. LTDA.	3
SONORAMA S.A.	17
STEREO FAMILIAR PINO&DIAZ CIA LTDA	2
SUPER MELODIA SUPERMELODI S.A.	1
SUPERS&HCOMUNICACIONES C.L.	1
SUPERTROPICANA CIA.LTDA.	1
TELEFICAZ S.A.	1
TELEONDA MUSICAL FM. CIA. LTDA.	2
TELEVISION INDEPENDIENTE INDETTEL S.A.	4
TELEVISION Y EDITORA DE PRENSA ASOCIADA TELEDPRES S.A.	1
THE WORLD RADIO MISSIONARY FELLOWSHIP INC. (HCJB LA VOZ DE LOS ANDES)	1
TILLAGUANGO ROSILLO WUILMAN FRANCISCO	2
TITO ALVARADO JUAN CARLOS	2
TOALA SUAREZ DIGNA PRISILA	1
TORRES ANDRADE MARCO TULIO	2

FM	
Concesionario	# Repetidoras
TORRES ARIAS MARIA JOSE	2
TORRES MORA ROSA CECILIA	1
TUPANA RADIO S.A.S.	1
ULLOA SALAZAR HOLGER RICARDO	1
UNIONSOBERANA S.A.	2
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA	1
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	3
VALDIVIESO BURNEO ROSA PETRONILA	1
VALDIVIEZO AGUIRRE JOSE RAFAEL	1
VARELA PINCAY JOHANN ARNULFO	1
VASCONEZ MEJIA CARLOS ANDRES	1
VELASTEDIAL CIA. LTDA.	1
VELASTEGUI CEDEÑO TRAJANO GONZALO (REP. HRDOS)	1
VERA VERA SEGUNDO WILFRIDO	1
VICARIATO APOSTOLICO DE GALAPAGOS	2
VICARIATO APOSTOLICO DE MENDEZ -MISION SALESIANA DE ORIENTE	3
VICARIATO APOSTOLICO DE SAN MIGUEL DE SUCUMBIOS MISION CARMELITA	3
VICARIATO APOSTOLICO DEL NAPO - MISION JOSEFINA	1
VILLALTA PACHECO PEDRO GUSTAVO	1
VIRTUDSARADIO S.A.	4
VITERI ZURITA WILSON RUBEN	1
VIVA COMUNICACIONES VIVACOM CIA. LTDA.	3
WRADIO CIA. LTDA.	3
YUNGUILLA RADIO COMPANY S.A. YURACOM	1
YUQUILEMA CASUG EUGENIO HUMBERTO	2
ZAMBRANO URDANIGO LUIS GABRIEL	1
ZHINDON ESPINOZA MIGUEL ANGEL	1
ZUÑIGA TORRES NELSON LENIN	1

TV	
Concesionario	# Repetidoras
ARENA Y MAR SEASANDTV S.A.	1
ASAMBLEA NACIONAL	3
ASOCIACION DE MINISTERIOS ANDINOS ASOMA	2
CADENA ECUATORIANA DE TELEVISION C.A. CANAL 10 CETV	20
CAPITAL TELEVISION CAPITALTV S.A.	2
CENTRO DE RADIO Y TELEVISION CRATEL C.A	29
COMPAÑIA TELEVISION DEL PACIFICO TELEDOS S.A. EN LIQUIDACION	24
CORPORACION ECUATORIANA DE TELEVISION C.LTDA.	9
ECUASERVIPRODU S.A.	16

TV	
Concesionario	# Repetidoras
EMPRESA PUBLICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE ANTONIO ANTE EPAA.AA	1
EMPRESA PÚBLICA DE COMUNICACIÓN DEL ECUADOR EP	92
JUAYATABC TELEVISION S.A.	1
MEJIA ORBE JORGE IVAN	1
MULTI SERVICIOS PRIETO GUILLEN S.A.	2
MULTISISTEMAS ARCO IRIS MULTISISTEMASARCOIRIS S.A.	1
MUNICIPIO DE LOJA	1
MUVESA C.A.	1
ORGANIZACION ECUATORIANA DE TELEVISION ORTEL S.A.	1
PERONE S.A.	1
PEÑAHERRERA MUÑOZ JOSE OSWALDO	1
RADIO HIT S.A.	20
REFERTOP S.A.	1
RELAD S.A.	14
SISTEMAS GLOBALES DE COMUNICACION HCGLOBAL S.A.	12
TELECUATRO GUAYAQUIL C.A.	28
TELEVISION ECUATORIANA TELERAMA S.A.	13
TELEVISIÓN COSTERA COSTEVE S.A.	1
TELEVISORA NACIONAL COMPAÑIA ANONIMA TELENACIONAL C.A.	9
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	25
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	2
VALDIVIESO BURNEO ROSA PETRONILA	3
VICARIATO APOSTOLICO DE GALAPAGOS	1
VICARIATO APOSTOLICO DE ZAMORA CHINCHIPE	1
VILLALTA PACHECO PEDRO GUSTAVO	1

ISDB-T	
Concesionario	# Repetidoras
EMPRESA PÚBLICA DE COMUNICACIÓN DEL ECUADOR EP	2
HERCONSLAC COMUNICACIONES CIA. LTDA.	1