

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



**PROPUESTA TÉCNICA QUE PERMITA CANALIZAR
NUEVAS FRECUENCIAS EN LA BANDA DE FM**

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en
Ingeniería de las Telecomunicaciones
que presenta:

Jesús Alexander Yamunaqué Santos

Asesor:

Dr. Carlos Bernardino Silva Cárdenas

Lima, 2024

Informe de Similitud

Yo, CARLOS BERNARDINO SILVA CARDENAS, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: PROPUESTA TÉCNICA QUE PERMITA CANALIZAR NUEVAS FRECUENCIAS EN LA BANDA DE FM del autor: Jesús Alexander Yamunaqué Santos, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 11/06/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 11 junio de 2024

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apellidos y nombres del asesor: SILVA CARDENAS, CARLOS BERNARDINO | |
| DNI: 08014721 | Firma:  |
| ORCID: 0000-0003-4653-0915 | |

Dedicatoria

A mis padres,

Por el gran sacrificio que hicieron para lograr que mi sueño de ser profesional se haga realidad.

Y esposa,

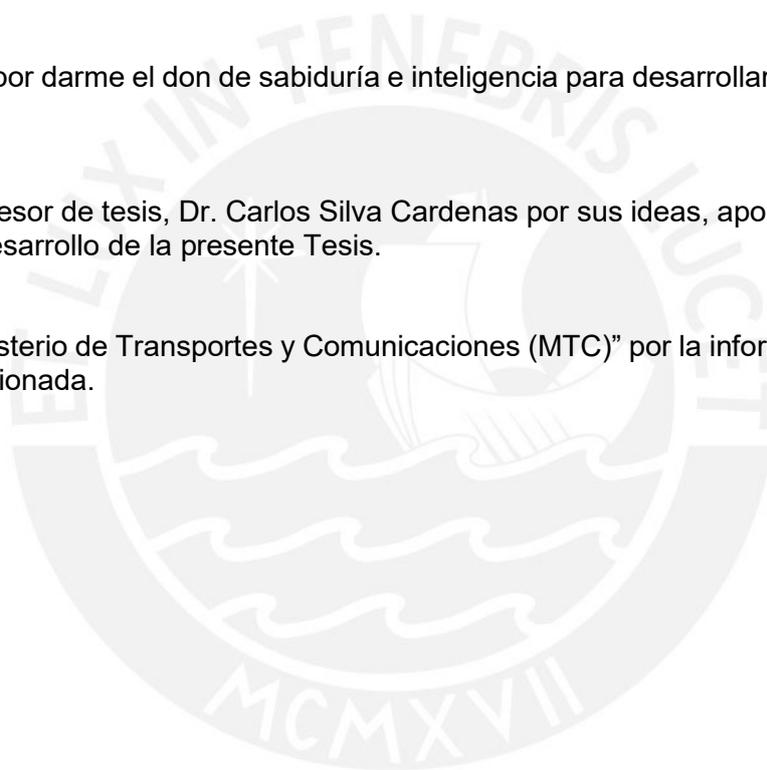
Por su apoyo constante y motivación para lograr este objetivo de terminar la presente tesis.

Agradecimiento

A Dios por darme el don de sabiduría e inteligencia para desarrollar el proyecto de tesis.

A mi asesor de tesis, Dr. Carlos Silva Cardenas por sus ideas, aportes y consejos en el desarrollo de la presente Tesis.

Al “Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)” por la información técnica proporcionada.



RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo desarrollar una propuesta técnica que permita canalizar nuevas frecuencias para el servicio de radio FM en los planes de canalización (en adelante, canalizaciones) de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao; toda vez que, existe poca o nula disponibilidad de frecuencias en las localidades mencionadas, lo que conlleva a que los radiodifusores ilegales que operan alguna estación de radio FM y desean formalizarse solicitando la asignación o autorización de alguna frecuencia ante el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)”, esta sea declarada improcedente debido a que en dichas localidades no existe frecuencias disponibles.

Para ello, se realizará un análisis de la norma técnica del servicio de radio FM aprobada en nuestro país, comparándola con la normativa de países vecinos, y también teniendo en cuenta las recomendaciones de la “Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)”, con el fin de proponer nuevos parámetros técnicos que permitan reducir la separación de canales en la banda de FM, y reducir la separación de la asignación de frecuencias entre las estaciones del servicio primario y secundario, permitiendo así hacer un mejor uso del espectro radioeléctrico, y con ello obtener nuevas frecuencias que puedan ser canalizadas para el servicio de radio FM de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to develop a technical proposal that allows new frequencies to be channeled for the FM radio service in the channeling plans (hereinafter, channeling) of the secondary service locations of Lima and Callao; since there is little or no availability of frequencies in the aforementioned locations, which means that illegal broadcasters who operate an FM radio station and wish to formalize themselves by requesting the assignment or authorization of a frequency before the "Ministry of Transportation and Communications (MTC)", this is declared inadmissible because in said locations there are no available frequencies.

For this, an analysis of the technical standard of the FM radio service approved in our country will be carried out, comparing it with the regulations of neighboring countries, and also taking into account the recommendations of the "International Telecommunications Union (ITU)", with the in order to propose new technical parameters that allow reducing the separation of channels in the FM band, and reduce the separation of frequency assignment between primary and secondary service stations, thus allowing better use of the radio spectrum, and thereby obtain new frequencies that can be channeled for the FM radio service of the secondary service locations of Lima and Callao.

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1. CAPITULO 1. LA ILEGALIDAD DE LAS ESTACIONES DE RADIO FM..... | 13 |
| 1.1 Descripción del Problema..... | 13 |
| 1.2 Propuesta de Solución | 18 |
| 1.3 Objetivos | 19 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 19 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 19 |
| 1.4 Metodología | 20 |
| 1.4.1 Etapa de análisis de información | 20 |
| 1.4.2 Etapa de desarrollo de estudio técnico..... | 21 |
| 1.4.3 Etapa de simulación..... | 21 |
| 1.5 Antecedentes..... | 21 |
| 1.5.1 Tesis de titulación – Escuela Politécnica Nacional | 21 |
| 1.5.2 Tesis de doctorado – Universidad Cesar Vallejo | 23 |
| 1.6 Alcance de la tesis..... | 24 |
| 1.7 Limitaciones de la tesis | 24 |
| 2. CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO | 25 |
| 2.1. Definiciones | 25 |
| 2.2. Normativa técnica peruana en radiodifusión sonora en FM..... | 27 |
| 2.3. Normativa técnica internacional | 32 |
| 2.4. Parámetros técnicos indicados por la UIT | 39 |
| 2.5. Normativa Legal que regula los servicios de radiodifusión | 40 |
| 2.6. Partes involucradas..... | 42 |
| 2.7. Análisis de las canalizaciones aprobadas en las localidades de Lima y Callao | 43 |
| 3. CAPITULO 3. ESTUDIO TÉCNICO PARA DETERMINAR NUEVAS FRECUENCIAS FM | 52 |
| 3.1. Propuesta de reducir la separación de canales en la banda de FM | 52 |
| 3.2. Propuesta de reducir la separación en la asignación de frecuencias ... | 57 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3. Propuesta de incluir la relación de protección para frecuencias portadoras separadas a 300 kHz..... | 58 |
| 3.4. Distribución actual de las frecuencias en Lima y Callao..... | 59 |
| 3.5. Análisis de Intermodulación..... | 59 |
| 3.5.1. Producto de intermodulación de la forma $2f_2-f_1$ | 60 |
| 3.5.2. Producto de intermodulación de la forma $f_1 + f_2 - f_3$ | 63 |
| 3.6. Posibles frecuencias que podrían ser canalizadas..... | 64 |
| 4. CAPITULO 4. SIMULACIONES DE COBERTURA | 66 |
| 4.1. Cálculo de radio de cobertura | 66 |
| 4.2. Simulaciones con el Radio Mobile | 69 |
| 4.3. Estaciones ilegales FM incautadas en la localidad de Lima | 75 |
| 5. CAPITULO 5. MODALIDADES PARA LA ASIGNACIÓN DE LAS NUEVAS FRECUENCIAS EVALUADAS | 77 |
| 5.1. Modalidad de solicitud de parte o concurso público | 77 |
| 5.2. Costos al obtener la autorización de una frecuencia FM | 79 |
| 5.3. Mecanismo de incentivo para que los radiodifusores se formalicen | 80 |
| CONCLUSIONES | 82 |
| RECOMENDACIONES | 84 |
| BIBIOGRAFIA | 85 |
| ANEXO 1.- Resumen de las entrevistas realizadas a expertos | 88 |
| ANEXO 2.- Información y documentación proporcionada por el MTC | 91 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | Identificación de una estación ilegal de radio FM. | 15 |
| Figura 2 | Incautación de equipos de una estación ilegal de radio FM..... | 16 |
| Figura 3 | Ancho de banda de un Canal de Radio FM. | 27 |
| Figura 4 | Excursión máxima de frecuencia es de: +/- 75 kHz..... | 28 |
| Figura 5 | Diferencia entre una estación primaria y secundaria..... | 29 |
| Figura 6 | Designación de Canales en la banda de FM | 30 |
| Figura 7 | Separación en la asignación de frecuencias..... | 31 |
| Figura 8 | Relación de protección cuando la excursión máxima de frecuencia es \pm 75 kHz | 40 |
| Figura 9 | Relación de protección para separación de frecuencias a 300 kHz..... | 40 |
| Figura 10 | Distribución de las frecuencias canalizadas en Lima y Callao..... | 51 |
| Figura 11 | Verificación de operatividad de la estación ilegal 95.2 MHz | 55 |
| Figura 12 | Espectrograma de la estación 95.2 MHz..... | 55 |
| Figura 13 | Verificación de operatividad de la estación ilegal 103.0 MHz | 56 |
| Figura 14 | Espectrograma de la estación 95.2 MHz..... | 56 |
| Figura 15 | Pruebas de recepción de señales FM en la frecuencia 96.2 y 103.0 MHz | 57 |
| Figura 16 | Ancho de banda de un Canal de Radio FM..... | 58 |
| Figura 17 | Productos de Intermodulación..... | 60 |
| Figura 18 | Separación en la asignación de frec. del servicio primario y secundario | 62 |
| Figura 19 | Simulación _ radio de cobertura | 71 |
| Figura 20 | Simulación _ Distancia mínima de separación | 72 |
| Figura 21 | Nuevas frecuencias propuestas en cada localidad..... | 75 |
| Figura 22 | Estaciones FM incautadas por el MTC | 76 |
| Figura 23 | Localidad en restricción que no cuenta con frecuencias disponibles . | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 | Entrevistas realizadas a funcionarios del MTC | 18 |
| Tabla 2 | Comparación de la normativa técnica peruana vs internacional | 39 |
| Tabla 3 | Plan de Canalización de la localidad de Lima | 44 |
| Tabla 4 | Plan de Canalización de la localidad de Ancón..... | 44 |
| Tabla 5 | Plan de Canalización de la localidad de Santa Rosa | 45 |
| Tabla 6 | Plan de Canalización de la localidad de Ventanilla | 45 |
| Tabla 7 | Plan de Canalización de la localidad de “Comas-Carabaylo-Puente Piedra” | 46 |
| Tabla 8 | Plan de Canalización de la localidad de San Juan de Lurigancho..... | 46 |
| Tabla 9 | Plan de Canalización de la localidad de Saracoto | 46 |
| Tabla 10 | Plan de Canalización de la localidad de Vitarte | 47 |
| Tabla 11 | Plan de Canalización de la localidad de Valle Amauta | 47 |
| Tabla 12 | Plan de Canalización de la localidad de Ramiro Prialé..... | 48 |
| Tabla 13 | Plan de Canalización de la localidad de Huaycán-Horacio Zevallos.... | 48 |
| Tabla 14 | Plan de Canalización de la localidad de Chaclacayo | 49 |
| Tabla 15 | Plan de Canalización de la localidad de Chosica-Ricardo Palma..... | 49 |
| Tabla 16 | Plan de Canalización de la localidad de Cieneguilla | 49 |
| Tabla 17 | Plan de Canalización de la localidad de “Villa Maria del Triunfo - Villa El Salvador” | 50 |
| Tabla 18 | Plan de Canalización de la localidad de “San Fernando-Manchay-Lurín- Pachacamac” | 50 |
| Tabla 19 | Propuesta de designación de Canales en la banda de FM..... | 54 |
| Tabla 20 | Distribución de frecuencias en localidades del servicio secundario en Lima y Callao | 59 |
| Tabla 21 | Producto de Intermodulación de la forma $2f_2-f_1$ | 63 |
| Tabla 22 | Producto de Intermodulación de la forma $f_1+f_2-f_3$ | 63 |
| Tabla 23 | Posibles frecuencias que podrían ser canalizadas..... | 65 |
| Tabla 24 | Cálculo de radio de cobertura_ Estaciones Secundarias | 67 |
| Tabla 25 | Cálculo de radio de cobertura _ Estaciones Primarias | 68 |
| Tabla 26 | Ubicación propuesta para las estaciones secundarias | 70 |
| Tabla 27 | Ubicación de las estaciones Primarias | 70 |
| Tabla 28 | Distancia mínima de separación vs distancia real | 73 |
| Tabla 29 | Distribución final de las nuevas frecuencias evaluadas..... | 74 |
| Tabla 30 | Estaciones FM incautadas por el MTC..... | 76 |
| Tabla 31 | Costos de autorización de una frecuencia en la banda FM | 79 |

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un total de 5784 estaciones de radio FM en el Perú, que cuentan con autorización para brindar el servicio de radio de FM; sin embargo, existen muchas estaciones de radio que operan sin contar con autorización del MTC, utilizando frecuencias que no se encuentran agregadas en las canalizaciones del referido servicio, generando así interferencias a los servicios de telecomunicaciones.

Ahora bien, el problema principal es la baja o nula disponibilidad de frecuencias que existe en canalizaciones del servicio de radio FM en varias localidades del País, conllevando ello, a que los radiodifusores ilegales no puedan solicitar una autorización respectiva ante el MTC, debido a que cuando presentan el trámite para obtener la autorización esta es declarada improcedente por no contar con frecuencias disponibles en los planes canalizados; es por ello, que la presente tesis propone realizar un estudio técnico que permita canalizar nuevas frecuencias para el servicio de radio FM en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, y que están pueden ser utilizados para que los radiodifusores ilegales puedan formalizarse.

El **capítulo 1** trata sobre la problemática de la ilegalidad de las estaciones de radio FM que operan en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao. Se presenta la propuesta de solución, objetivos y metodología.

El **capítulo 2** desarrolla el análisis de la norma técnica aprobada para el servicio de radio FM en nuestro país, comparándola con la normativa de los países vecinos, y también analizando las recomendaciones de la UIT.

El **capítulo 3** desarrolla el estudio técnico determinando las frecuencias que podrían ser asignadas en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.

En el **capítulo 4** se realizan cálculos de radio de cobertura y simulaciones verificándose que las nuevas frecuencias que se determinen para cada localidad no afecten la zona de servicio de las estaciones que ya se encuentran autorizadas.

En el **capítulo 5** se evaluarán mecanismos viables para el otorgamiento de las autorizaciones de las nuevas frecuencias que se logren determinar en la presente tesis, con el fin de incentivar a los radiodifusores ilegales a formalizarse.



1. CAPITULO 1. LA ILEGALIDAD DE LAS ESTACIONES DE RADIO FM

El presente capítulo, expondrá la problemática que vive el MTC con las estaciones ilegales de radio FM, y cómo afecta este tema en los servicios públicos y privados de telecomunicaciones; asimismo, se planteará una propuesta técnica que dé solución a esta problemática.

1.1 Descripción del Problema

Al respecto, el servicio de radio FM es un medio de acceso gratuito a la información para la mayoría de la población, incluso para las comunidades más alejadas de nuestro País, donde hoy existe una gran brecha de acceso a internet y donde otros medios de comunicación no son accesibles, jugando así la radio FM un papel muy relevante en el desarrollo de la población, a nivel cultural, educativo, y comercial, y también donde los usuarios pueden expresarse libremente para ser escuchados.

Ahora bien, de acuerdo a lo revisado en el Registro Nacional de Frecuencias del MTC, se puede evidenciar que, para las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, se han canalizado un número reducido de frecuencias (promedio de 4 frecuencias por localidad) a diferencia de la localidad del servicio primario de Lima donde se ha canalizado un total de 28 frecuencias, las cuales el MTC ha venido asignando dichas frecuencias a las personas que desean prestar del servicio de radio FM.

Asimismo, se ha identificado que, hoy no existe disponibilidad de frecuencias para el servicio de radio FM, en las localidades del servicio primario y secundario de Lima y Callao, no siendo posible al MTC asignar nuevas frecuencias a las personas (naturales o jurídicas) que deseen operar una estación de radio FM, afectando así, principalmente a los usuarios del distrito de Ventanilla, San Juan de Lurigancho, Puente Piedra, Comas, Carabaylo, Chaclacayo, Chosica, Pachacamac, Lurín, entre otros, donde hoy existen muy pocas estaciones de radio FM y donde las condiciones económicas de la población son adversas para acceder a un medio de comunicación de paga (como la TV por cable, el internet, entre otros); además, las personas de estos distritos que desean realizar publicidad de sus pequeños negocios en dichos medios se ven perjudicados por los elevados montos en publicidad, a

diferencia si existiera más estaciones autorizadas de radio FM, la competencia haría que los costos de publicidad sean accesible a todos los usuarios.

La no disponibilidad de frecuencias para el servicio de radio FM, ha motivado de alguna forma la existencia de radiodifusores ilegales a operar estaciones de radio FM, las cuales ocasionan interferencias a los servicios públicos y privados de telecomunicaciones; toda vez que, operan en frecuencias que no han sido canalizadas por el MTC. Respecto a ello, el MTC, en los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023¹, a través de la “Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones (DGFSC)”, ha logrado incautar 259 estaciones de radio FM sin la debida autorización, que operaban en Lima y la provincia Constitucional del Callao; siendo ello, un problema constante para el MTC debido a que a pesar de incautar los equipos de transmisión de estas estaciones ilegales, vuelven a instalar nuevos equipos para seguir operando.

El proceso que realiza el MTC para ubicar estas estaciones ilegales de radio FM, se da inicio con los profesionales del MTC que hace un monitoreo de la banda de frecuencias² de 88-108 MHz, a través del “Sistema Nacional de Gestión y Control de Espectro Radioeléctrico (SNGCER)”, identificándose las frecuencias que son utilizadas por estas estaciones, las mismas que no se encuentran dentro de los planes canalizados³ aprobados por el MTC. Luego de ello, se realiza la búsqueda de la ubicación de la planta transmisora (transmisor y sistema irradiante) de dichas estaciones, a través de un radiogoniómetro móvil, siendo encontradas, en su mayoría, en las cimas de los cerros, permitiéndoles desde allí una mayor cobertura de su servicio.

¹ La información proporcionada por el MTC del año 2023, es solo hasta septiembre del año mencionado.

² Banda atribuida al servicio de radio FM, según el PNAF (P11) del MTC.

³ Página web del “Registro Nacional de Frecuencias (RNF)”: <https://rnf.mtc.gob.pe/>

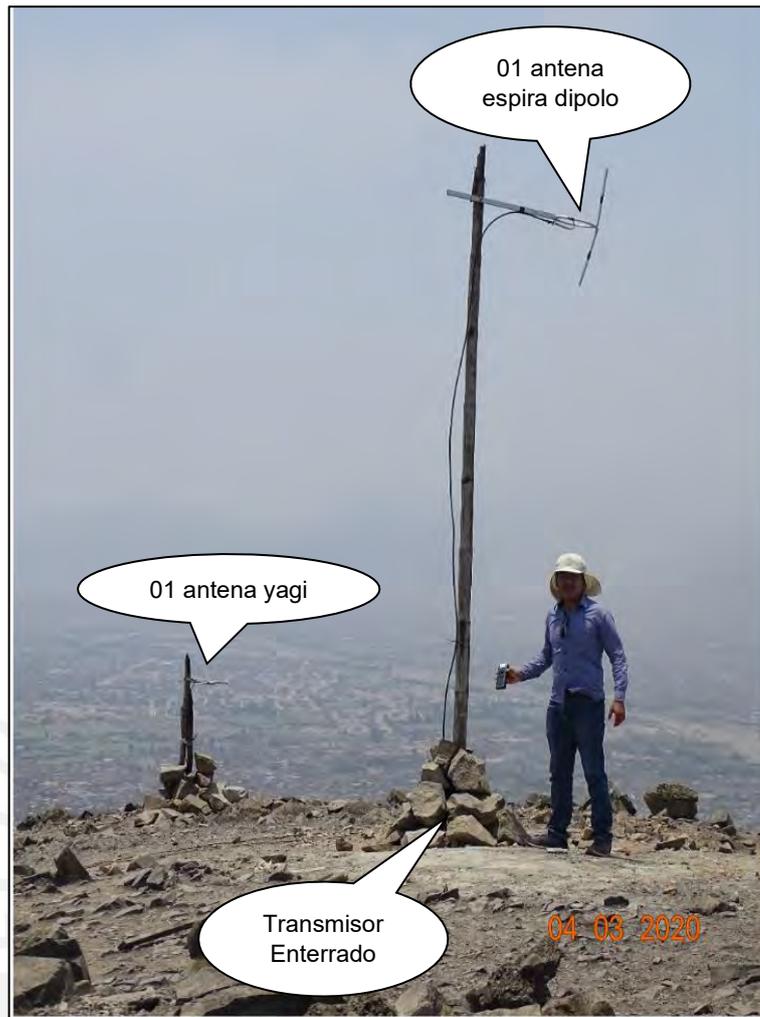


Figura 1 Identificación de una estación ilegal de radio FM.

Fuente: Informe de inspección técnica del MTC

Una vez identificadas las ubicaciones de las estaciones ilegales de radio FM, el MTC informa al Ministerio Público sobre la operatividad de dichas estaciones a fin de que realice una investigación sobre el delito que cometen estos radiodifusores ilegales, entre ellos el hurto del espectro radioeléctrico; posterior a ello, el Ministerio Público, Fiscalía, la Policía Nacional y el MTC se apersonan en el lugar donde se encuentran ubicadas dichas estaciones, a fin de adoptar la medida cautelar de incautación de los equipos que conforman estas estaciones de radio FM (transmisor y sistema irradiante), lográndose así el apagado de dichas estaciones. No obstante, a pesar de las acciones que realiza del Estado, estos radiodifusores vuelven a instalar nuevos equipos para continuar operando y prestando el servicio de radio FM, generando así al MTC una constante en realizar, más de una vez, el proceso de identificación, comunicación al Ministerio Público e incautación de equipos de una misma estación.



Figura 2 Incautación de equipos de una estación ilegal de radio FM.

Fuente: Informe de inspección técnica del MTC

Por lo tanto, estas estaciones ilegales, causan muchos problemas en los servicios de telecomunicaciones, ocasionando interferencias en los servicios de radionavegación aeronáutica⁴, telefonía móvil y en las estaciones de radio FM autorizadas⁵. La banda de frecuencias atribuida al servicio de radionavegación aeronáutica⁶, es de 108-136 MHz., la cual se encuentra muy cercana a la banda atribuida para el servicio de radio FM (88-108 MHz); por lo que; es importante que los equipos que operan el servicio de radiodifusión sonora en FM, estén debidamente homologados, a fin de evitar que estos emitan espurias o armónicos, que puedan interferir a la banda de radionavegación aeronáutica, siendo esta banda primordial en la seguridad de la vida de las personas en el transporte aéreo. No obstante, los equipos que utilizan las estaciones ilegales de radio FM, no están debidamente homologados, lo que conlleva a que emiten constantemente espurias y

⁴ Con Informe N° 4431-2009-MTC/29.02 del 15 de agosto de 2009 la DGFSC del MTC concluyó que varias estaciones de radio FM no autorizadas, interfieren a los equipos de ayuda a la navegación de aeronaves en el espacio aéreo de la ciudad de Cusco.

⁵ En atención a la denuncia formulada por una empresa contra una estación no autorizada que venía operando en la frecuencia 95.2 MHz., y que venía interfiriendo con su estación autorizada, la DGFSC del MTC realizó la inspección técnica correspondiente, concluyéndose en el Informe N° 0090-2020-MTC/29.01.Lima.F del 5 de marzo de 2020, que la estación 95.2 MHz operaba el servicio de radio FM sin autorización del MTC, en el distrito de Puente Piedra de la provincia y departamento de Lima.

⁶ Banda atribuida al servicio de radionavegación aeronáutica, según el PNAF (P32 y P34) del MTC.

armónicos, causando interferencias al servicio de radionavegación aeronáutica.

Asimismo, dichas estaciones operan con frecuencias portadoras que se encuentran a una separación menor a 200 kHz. de las frecuencias canalizadas, generando intermodulación de señales con las estaciones autorizadas que operan el servicio de radio FM. Cabe mencionar que, según las normas técnicas aprobadas por el MTC para el servicio de radio FM, establece que la separación entre las frecuencias asignadas a las estaciones de radio FM del servicio primario no debe ser menor de 600 kHz, en la misma localidad.

Precisar que, el Estado, como administrador del recurso del espectro radioeléctrico tiene entre sus funciones velar por el correcto funcionamiento de dicho recurso, a fin de que la inversión realizada por las empresas privadas, en implementar una estación radio FM debidamente autorizada, no sea afectada por las estaciones ilegales de radio FM; por lo que, ante el hurto del espectro radioeléctrico para la emisión de señales ilegales, el Estado tiene la facultad de imponer sanciones, acorde a lo establecido con el artículo 186 del código Penal. Asimismo, el MTC tiene entre sus funciones, la administración, asignación de frecuencias y control del espectro radioeléctrico; por lo que, ante la operatividad de las estaciones ilegales de radio FM, el MTC debe monitorear el espectro para identificar dichas estaciones y adoptar las medidas que correspondan para la incautación de los equipos con los que estos operan; en ese sentido, el Estado y el MTC podrían evaluar propuestas normativas que permitan hacer un uso eficiente del espectro atribuido para el servicio de radio FM y de esa manera hacer frente a la ilegalidad del servicio de radio FM, siendo este un tema muy importante que debe ser atendido de manera prioritaria, y en conjunto con los radiodifusores ilegales, donde todos puedan velar por un correcto desempeño de los servicios públicos y privados de telecomunicaciones.

Recolección de información respecto a la problemática identificada

Se realizaron entrevistas a diferentes funcionarios del MTC involucrados en el sector de telecomunicaciones. Las entrevistas contribuyeron a evaluar el impacto que se tiene de no contar con disponibilidad de frecuencias en las

canalizaciones del servicio de radio FM y de no hacer un uso eficiente del espectro atribuido para dicho servicio, y como ello afecta en el desarrollo de las comunicaciones; así también conocer algunas ideas y propuestas con la que se realizó el estudio técnico desarrollado en la presente tesis. El resultado de las entrevistas se detalla en el Anexo 1.

| N° | Entrevistado | Profesión | Procedencia |
|----|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Cesar Santiago Nieves Yzaguirre | Ingeniero Electrónico | Director de la Dirección Fiscalización de Cumplimiento Normativo en Comunicaciones del MTC. |
| 2 | Mario Nolberto Angulo Reyes | Ingeniero Electrónico Magister en Gestión Pública | Director de la Dirección de Fiscalizaciones de Cumplimiento de Títulos Habilitantes en Comunicaciones del MTC. |
| 3 | Miguel Ángel Ontiveros Dueñas | Ingeniero Electrónico Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones y Networking | Ex-Director de la Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones. |

Tabla 1 Entrevistas realizadas a funcionarios del MTC

Fuente: Elaboración propia

Precisar que, las entrevistas realizadas a los funcionarios mencionados fueron de manera presencial, en el que se les comentó la propuesta de tesis y se les solicitó opinión sobre la problemática identificada, obteniéndose diversas opiniones, cada uno desde su visión y experiencia en el tema.

1.2 Propuesta de Solución

El MTC viene luchando constantemente por erradicar a los radiodifusores ilegales; para ello realiza constantes operativos a fin de incautar los equipos (transmisor y sistema irradiante) que son utilizados para operar el referido servicio; sin embargo, después de haber realizado la incautación de los equipos, estos radiodifusores ilegales persisten en seguir operando; por lo que, vuelven a instalar nuevos equipos.

Ahora bien, la interrogante que surge a este problema es; ¿Por qué los radiodifusores ilegales no solicitan la autorización de una frecuencia ante el MTC para operar una estación de radio FM?, y de esta manera poder formalizarse. Ante esta interrogante, se hicieron algunas consultas a estos radiodifusores y manifestaron que cuando presentan su solicitud para obtener la autorización

correspondiente, ante la entidad competente, esta es declarada improcedente debido a que no existe disponibilidad de frecuencias en los planes canalizados⁷.

En virtud a ello, la presente tesis desarrollará una propuesta técnica que permita canalizar nuevas frecuencias para el servicio de radio FM en las canalizaciones de las localidades secundarias de Lima y Callao, y que los radiodifusores que no cuentan con una autorización puedan formalizarse. Ello ayudará a tener un control y un orden del espectro radioeléctrico, brindando así mejores servicios de telecomunicaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Para desarrollar el presente proyecto tesis se ha considerado establecer el siguiente objetivo general:

“Desarrollar una propuesta técnica que permita canalizar nuevas frecuencias para el servicio de radio FM en los planes canalizados de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao”

1.3.2 Objetivos Específicos

A raíz del objetivo principal se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis de la distribución de las frecuencias asignadas en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.
- Analizar la normativa técnica aprobada para los servicios de radiodifusión en nuestro país, comparándola con la normativa de otros países, para determinar parámetros técnicos que permitan la canalización de nuevas frecuencias.

⁷ Mediante R.D. N° 2502-2022-MTC/28 del 27 de octubre del 2022, se declaró **IMPROCEDENTE** la solicitud, presentada por un administrado respecto al otorgamiento de una autorización para prestar el servicio de radio FM, debido a no existir frecuencias disponibles para su asignación.

- Realizar un estudio técnico para determinar nuevas frecuencias que podrían formar parte de las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.
- Delimitar zonas geográficas para la ubicación de las estaciones de radio que operen las frecuencias determinadas en la presente tesis, a fin de no afectar la zona de servicio de las estaciones autorizadas.
- Realizar cálculos de radio de cobertura y simulaciones que permita verificar que las nuevas frecuencias que se determinen en la presente tesis, no ocasionaran interferencias perjudiciales a las frecuencias que se encuentran autorizadas.

1.4 Metodología

La metodología que utilizaremos para cumplir con los objetivos de la tesis, consta de tres etapas, las cuales son:

1.4.1 Etapa de análisis de información

En esta etapa se analizará la estructura de cada uno de canalizaciones aprobadas para el servicio de radio FM de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, a fin de determinar los criterios técnicos que se utilizaron para la distribución de frecuencias en los referidos planes.

Asimismo, se analizará lo establecido en las “Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión, aprobado con R.M. N° 358-2003-MTC/03” (en adelante, Norma de Radiodifusión), para determinar la factibilidad de modificaciones de parámetros técnicos, como reducir la separación de los canales asignados en la banda de frecuencias de 88-108 MHz., reducir la separación de asignación de frecuencias de las estaciones secundarias, entre otros, con el fin de tener más espacio libre en la referida banda.

1.4.2 Etapa de desarrollo de estudio técnico

Una vez finalizada la etapa de análisis de información, se realizará un estudio para determinar que frecuencias podrían formar parte de canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, acorde con los criterios establecidos en la Norma de Radiodifusión o propuesta de nuevos parámetros técnicos teniendo en cuenta lo implementado en países vecinos de Perú y también en el país de España.

1.4.3 Etapa de simulación

Una vez identificado las frecuencias, se realizarán simulaciones de cobertura, con ayuda del software de Radio Mobile y Google Earth, para verificar que las nuevas frecuencias determinadas en la presente tesis no afectarían la zona de servicio de las frecuencias autorizadas; así mismo, realizar el cálculo de radio de cobertura para verificar la distancia mínima de separación que deben existir entre las estaciones del servicio secundario y primario.

1.5 Antecedentes

Entre los trabajos publicados se tiene:

1.5.1 Tesis de titulación – Escuela Politécnica Nacional

Tesis de Titulación denominada “*Estudio y Análisis de la Tecnología de Redes de Frecuencia Única (Isofrecuencia), y su aplicación en la radiodifusión en las bandas de AM y FM para la optimización del espectro electromagnético en la Ciudad Quito*” de Héctor Javier Erazo Chulde [1], cuyo objetivo es proponer una alternativa de solución a la saturación del espectro de frecuencias para la radiodifusión en las bandas de AM y FM, enfocado en un sistema de radiodifusión digital, a través de las redes de frecuencias única. Entre sus conclusiones más resaltantes señala que:

- i) El estándar DRM se presenta como propuesta de solución para la implementación de la radiodifusión digital en el país, y es compatible con la distribución de frecuencias en las bandas de Onda Corta (OC),

Amplitud Modulada y Frecuencia Modulada del espectro radioeléctrico [1].

- ii) Dicho estándar permite un uso eficiente del espectro a través de la implementación de **redes de frecuencia única (SFN)**, y presenta muchas ventajas debido a que la suma de las señales que recibe el receptor de dos o más transmisores, permite generar una ganancia en la red, infraestructura de radiodifusión más barata y menos consumo de potencia de los transmisores para una mejor cobertura [1].
- iii) La implementación de la radio digital obligaría a los radiodifusores a cambiar los equipos de transmisión, inicialmente hacia un sistema híbrido (analógico-digital) y luego a un sistema totalmente digital [1].

De acuerdo a lo revisado en la tesis mencionada, la radiodifusión digital trae grandes beneficios, como mejorar las zonas de cobertura de una estación FM utilizando redes de frecuencia única, es decir un radiodifusor podría instalar varias estaciones (transmisores) en una misma área local, y transmitir su programación en dichas estaciones con una misma frecuencia y al mismo tiempo sin causar interferencias entre sí, permitiéndole ello cubrir toda su área que le corresponde con transmisores de baja potencia y una misma frecuencia.

No obstante, dicha solución sería **a largo plazo** ya requiere un plan de migración de la radio FM analógica a la digital, lo que conlleva a que los radiodifusores tengan que realizar una inversión en cambiar su equipamiento de transmisión de sus estaciones y por parte de los usuarios adquirir receptores digitales; además, que esta propuesta estaría **enfocada solo en los radiodifusores autorizados**. Ahora bien, a diferencia con la propuesta de la presente tesis es dar una solución a corto plazo proponiendo canalizar nuevas frecuencias en la banda de FM ante la poca o nula disponibilidad de frecuencias que existen en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, enfocada en los radiodifusores ilegales con el fin de que estos tengan la posibilidad de formalizarse y así evitar las interferencias que estas ocasionan.

1.5.2 Tesis de doctorado – Universidad Cesar Vallejo

Tesis de Doctorado titulada “*La Piratería de las señales de radiodifusión sonora FM en los servicios de telecomunicaciones en la provincia de Lima*” del Mg. Miguel Angel Arce Trujillo [2], cuyo objetivo principal es plantear mecanismos tecnológicos, normativos y operativos actualizados, que ayuden al Estado a erradicar la piratería de la radio FM en la ciudad de Lima, el cual afecta el correcto funcionamiento de los servicios públicos y privados de telecomunicaciones, como la radiodifusión autorizada, la telefonía móvil y los servicios de radionavegación aeronáuticos. Entre sus conclusiones más resaltantes señala que:

- i) Propone disminuir la separación de frecuencias que han sido asignadas en el servicio de FM, con el propósito de contar con espectro disponible que pueda ser asignado, y complementar dichos estudios con un plan de realización de pruebas, en varios escenarios, a fin de determinar la viabilidad de su aplicación [2].
- ii) Propone implementar mecanismos de intervenciones electrónicas a fin de bloquear las señales de radiodifusión no autorizadas en el Perú. Además, propone que el MTC sea equipado con tecnología moderna que le permita la detección y bloqueo de las señales provenientes de las estaciones de radio FM informales, así contar con profesionales capacitados y especializados que permitan la implementación de operativos [2].

De acuerdo a lo revisado en la tesis mencionada, esta realiza un análisis de las consecuencias de la radiodifusión ilegal que operan en nuestro país, proponiendo varias alternativas para erradicar las estaciones ilegales de radio FM, una de ellas, disminuir la separación de frecuencias que han sido asignadas a las estaciones de radio FM, a fin de contar con espectro disponible que pueda ser asignado; sin embargo, dicha propuesta no presenta un análisis técnico que permita concluir la viabilidad de reducir la separación de frecuencias de las estaciones de radio FM en la misma localidad. Ahora bien, a diferencia con la propuesta de la presente tesis es realizar un estudio técnico donde se determine la viabilidad de disponer de nuevas frecuencias en las canalizaciones de las localidades del servicio

secundario de Lima y Callao, y que estas frecuencias puedan ser utilizadas para que las radiodifusiones ilegales puedan formalizarse.

1.6 Alcance de la tesis

Las emisiones de las estaciones ilegales de radio FM, no permite una adecuada y correcta operación de los servicios públicos y privados de telecomunicaciones; toda vez que, generan interferencias en el servicio de radionavegación aeronáutica, telefonía móvil y en la radiodifusión autorizada, siendo esto una problemática que existe en todo el país. No obstante, los lugares donde se tiene la mayor cantidad de estaciones ilegales de radio FM, es en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, donde precisamente no existe disponibilidad frecuencias, que permita a los radiodifusores de estas estaciones, obtener una autorización.

En ese sentido, la presente tesis se enfocará, en realizar el estudio técnico a los planes canalizados en la banda de FM de las **localidades secundarias de Lima y Callao**, con la finalidad de proponer la canalización de nuevas frecuencias, y que los radiodifusores que no cuentan con una autorización puedan formalizarse. Ello ayudará a tener un control y un orden del espectro radioeléctrico, permitiendo así, brindar mejores servicios de telecomunicaciones.

1.7 Limitaciones de la tesis

En esta tesis, solo se realizará el estudio técnico que permita proponer la canalización de nuevas frecuencias para el servicio de radio FM en los planes canalizados de las localidades secundarias de Lima y Callao, mas no se aprobará la modificación de los referidos planes, debido a que la entidad encargada para aprobar y/o modificar las canalizaciones ya aprobadas para el servicio de radiodifusión, es el despacho del Viceministerio de Comunicaciones del MTC. En ese sentido, quedara a disposición de la referida entidad, tomar en consideración la propuesta técnica, para canalizar y agregar las nuevas frecuencias a identificarse, en las canalizaciones ya aprobados por el MTC.

2. CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la presente tesis, se requerirá entender algunos conceptos relacionados a los parámetros y aspectos técnicos, así como las normas legales por las cuales se rigen las estaciones del servicio de radio FM; asimismo, se realizará una comparativa de las normas técnicas que se aplican en Perú con la normativa aplicada en otros países, con la finalidad de hacer algunas mejoras en los parámetros técnicos que permitan ampliar las frecuencias en la banda de FM (88-108 MHz.) en nuestro país; además, se identificará a las partes involucradas que ayudarían a que la propuesta de esta tesis se pueda aplicar en la formalización de las estaciones ilegales de radio FM y finalmente se realizará el análisis de los planes canalizados, aprobados en las localidades secundarias del departamento de Lima y Callao.

2.1. Definiciones

A fin de poder entender mejor la terminología que existe en los servicios de radiodifusión, se explicara el concepto de los más utilizados, ellos son:

➤ **Servicio de Radiodifusión**

Es el servicio de radiocomunicación que abarca emisiones sonoras (FM, OM y OC) y de TV (modalidad VHF y UHF). No obstante, la presente tesis se enfocará en el servicio de radio FM, porque es el servicio más operado por los radiodifusores ilegales.

➤ **Estación de radiodifusión**

Una estación de radiodifusión está compuesta de Transmisor (planta transmisora), antenas (sistema irradiante), radioenlaces y centro de transmisión (estudios), los cuales brindar el servicio de radio FM. Cada estación de radio FM requiere de una autorización del MTC para su operación.

➤ **Radiodifusor**

Es aquella persona (natural o jurídica) que brinda el servicio de radio FM con la debida autorización del MTC. No obstante, existen muchos

radiodifusores que prestan el referido servicio sin contar con la autorización respectiva. A ellos, en adelante, se les denominara radiodifusores ilegales.

➤ **Localidad**

Se entiende por localidad, al lugar donde se receptiona una buena calidad de señal emitida por una estación de radio FM, utilizando receptores de radio comerciales. Este término, será muy utilizado en el desarrollo de la tesis, ya que las canalizaciones del servicio de radio FM, son aprobados por localidad.

➤ **Plan de canalización**

Permite la identificación de frecuencias que puedan ser asignados en una localidad. Los planes de canalización son aprobados mediante resoluciones viceministeriales.

➤ **Asignación de frecuencias**

La asignación de frecuencias del servicio de radio FM se efectúa en base al “Plan Nacional de atribución de frecuencias (PNAF)”, el cual comprende las canalizaciones correspondientes a cada localidad y banda de frecuencias atribuida al servicio de FM, y determina las frecuencias técnicamente disponibles.

➤ **Registro Nacional de Frecuencias**

Es una base de datos que administra y actualiza la “Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones (DGAT)” del MTC, donde se visualiza las frecuencias de los servicios de radiodifusión que han sido autorizadas y las que aún se encuentran disponibles. Dicha base se puede visualizar en el portal web del MTC: <https://rnf.mtc.gob.pe/>.

➤ **Estaciones Primarias**

Estaciones que pueden cubrir o brindar el servicio de radio FM, en áreas muy grandes, pudiendo incluir uno o más distritos.

➤ Estaciones secundarias

Estaciones dedicadas a cubrir un área de dimensiones limitadas, y calificadas de baja potencia con parámetros técnicos restringidos; además, se ubican fuera de la zona de cobertura de las estaciones primarias.

2.2. Normativa técnica peruana en radiodifusión sonora en FM

Las estaciones de radio FM que cuentan con autorización por parte del MTC, se rigen bajo ciertos parámetros técnicos para brindar un servicio de calidad. Estas se encuentran establecidas en la norma de radiodifusión [3], las cuales son:

➤ Principios Técnicos

Entre los principios técnicos, definidos para el servicio de radio FM, tenemos: i) La *banda atribuida* para el referido servicio, que según el PNAF, está comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz, ii) el ancho de banda asignado a un canal de radio FM, es de 256 kHz. (Ver Figura 3), ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia es de: +/- 75 kHz con respecto a la portadora (Ver Figura 4); los mismos que deben ser tomados en consideración al momento de calibrar los equipos que utilizarán para operar las estaciones de radio FM.

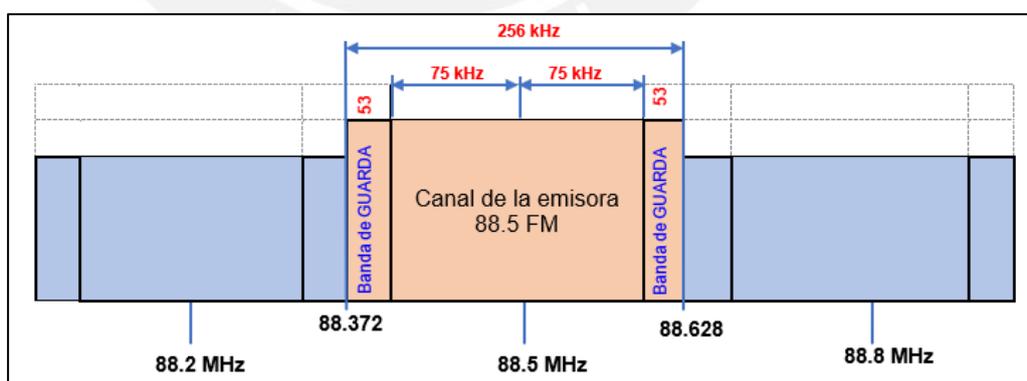


Figura 3 Ancho de banda de un Canal de Radio FM.

Fuente: <https://elcajondelectronico.com/radio-fm/>

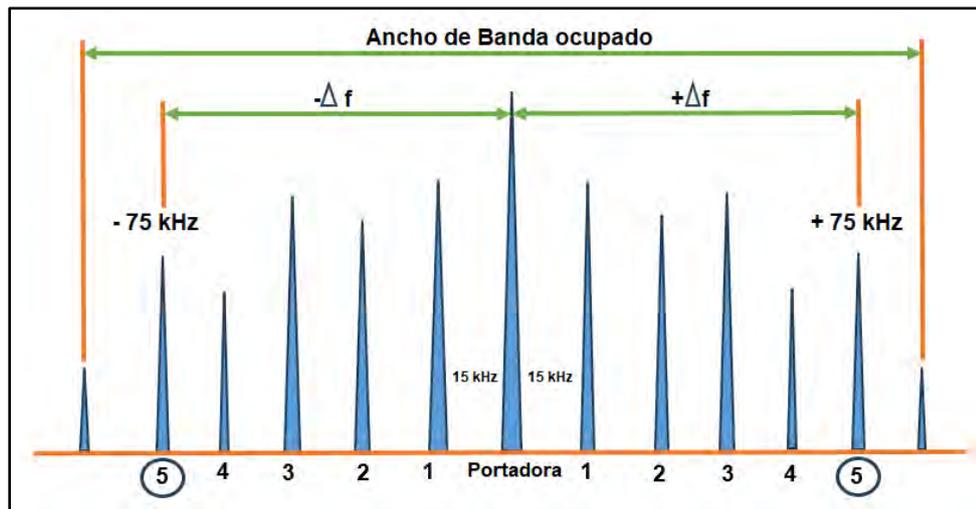


Figura 4 Excursión máxima de frecuencia es de +/- 75 kHz.

Fuente: <http://j-rpm.com/tag/l-r/>

➤ Clasificación de Estaciones

Las estaciones de radio FM, están clasificadas en dos categorías:

a) **Estaciones primarias:** son aquellas estaciones cuyas emisiones abarcan áreas muy grandes, pudiendo incluir uno o más distritos, y se clasifican de acuerdo a la potencia efectiva radiada (e.r.p.) con la que operan, tal como se describe a continuación:

“**Estación Clase A**”: mayor a 50 Kw. y máximo 150 Kw. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena y una máxima altura efectiva de 300 m [3].

“**Estación Clase B**”: mayor a 15 Kw. y máximo de 50 Kw. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena y una máxima altura efectiva de 150 m [3].

“**Estación Clase C**”: mayor a 1 Kw. y máximo de 15 Kw de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena y a una máxima altura efectiva de 90 m.

“**Estación Clase D**”: hasta 1 Kw. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena y una máxima altura efectiva de 90 m [3].

b) **Estaciones secundarias:** son aquellas cuyas emisiones son de baja potencia y cubren áreas de dimensiones limitadas con parámetros técnicos restringidos y determinada por la norma de radiodifusión [3]. Asimismo, dichas estaciones se ubican fuera de

la zona de cobertura de las estaciones primarias. Se clasifican de acuerdo a la potencia efectiva radiada (e.r.p.) con la que operan, tal como se describe a continuación:

“**Estación Clase E1**”: hasta 100 w. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena.

“**Estación Clase E2**”: Mayor a 100 w. y hasta 250 w. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena.

“**Estación Clase E3**”: Mayor a 250 w. y hasta 500 w. de e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena.

En ese sentido, las estaciones secundarias están destinadas a servir áreas pequeñas, con ciertas restricciones técnicas, a diferencia de las estaciones primarias. En la **figura 5** se describe la diferencia entre una estación primaria y secundaria.

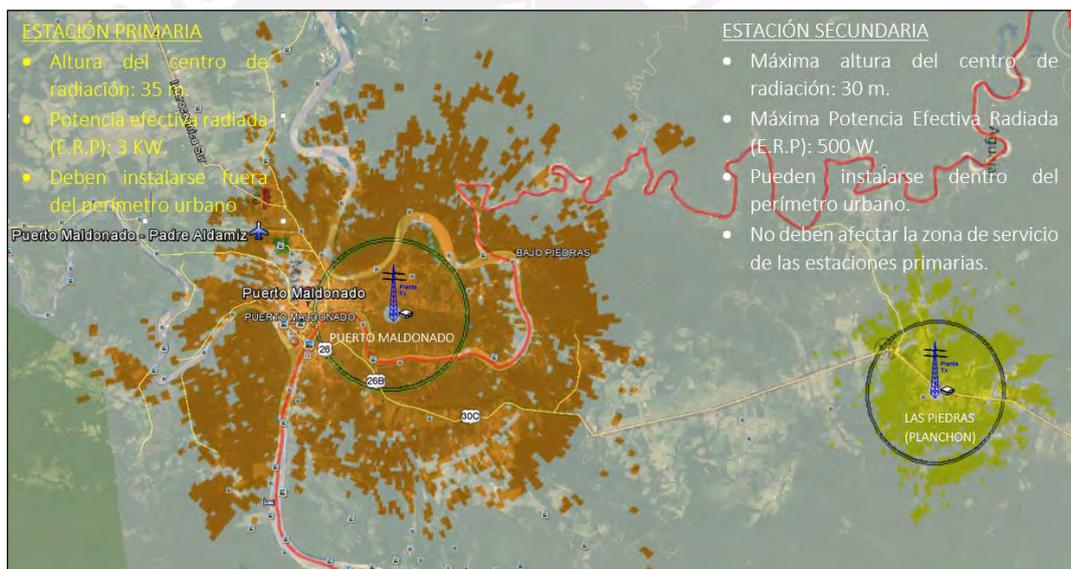


Figura 5 Diferencia entre una estación primaria y secundaria

Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Separación de Canales**

La separación de canales, de la banda de frecuencias del servicio de radio FM, es de 200 kHz., empezando en el extremo de la banda desde 88.1 MHz. hasta 107.9 MHz., teniendo un total de 100 canales designados, según Anexo II de las Normas Técnicas [3]; por lo que, en la presente tesis se analizará reducir dicha separación (de 200 kHz.) para obtener un número mayor de canales designados, teniendo en consideración la normativa técnica de los países vecinos de Perú.

| N° Canal | F (MHz) | N° Canal | F (MHz) |
|----------|----------|----------|----------|
| 201 | 88.1 | 251 | 98.1 |
| 202 | 88.3 | 252 | 98.3 |
| 203 | 88.5 | 253 | 98.5 |
| 204 | 88.7 | 254 | 98.7 |
| 205 | 88.9 | 255 | 98.9 |
| 206 | 89.1 | 256 | 99.1 |
| 207 | 89.3 | 257 | 99.3 |
| 208 | 89.5 | 258 | 99.5 |
| 209 | 89.7 | 259 | 99.7 |
| 210 | 89.9 | 260 | 99.9 |
| 211 | 90.1 | 261 | 100.1 |
| 212 | 90.3 | 262 | 100.3 |
| 213 | 90.5 | 263 | 100.5 |
| 214 | 90.7 | 264 | 100.7 |
| 215 | 90.9 | 265 | 100.9 |
| 216 | 91.1 | 266 | 101.1 |
| 217 | 91.3 | 267 | 101.3 |
| 218 | 91.5 | 268 | 101.5 |
| 219 | 91.7 | 269 | 101.7 |
| 220 | 91.9 | 270 | 101.9 |
| 221 | 92.1 | 271 | 102.1 |
| 222 | 92.3 | 272 | 102.3 |
| 223 | 92.5 | 273 | 102.5 |
| 224 | 92.7 | 274 | 102.7 |
| 225 | 92.9 | 275 | 102.9 |
| 226 | 93.1 | 276 | 103.1 |
| 227 | 93.3 | 277 | 103.3 |
| 228 | 93.5 | 278 | 103.5 |
| 229 | 93.7 | 279 | 103.7 |
| 230 | 93.9 | 280 | 103.9 |
| 231 | 94.1 | 281 | 104.1 |
| 232 | 94.3 | 282 | 104.3 |
| 233 | 94.5 | 283 | 104.5 |
| 234 | 94.7 | 284 | 104.7 |
| 235 | 94.9 | 285 | 104.9 |
| 236 | 95.1 | 286 | 105.1 |
| 237 | 95.3 | 287 | 105.3 |
| 238 | 95.5 | 288 | 105.5 |
| 239 | 95.7 | 289 | 105.7 |
| 240 | 95.9 | 290 | 105.9 |
| 241 | 96.1 | 291 | 106.1 |
| 242 | 96.3 | 292 | 106.3 |
| 243 | 96.5 | 293 | 106.5 |
| 244 | 96.7 | 294 | 106.7 |
| 245 | 96.9 | 295 | 106.9 |
| 246 | 97.1 | 296 | 107.1 |
| 247 | 97.3 | 297 | 107.3 |
| 248 | 97.5 | 298 | 107.5 |
| 249 | 97.7 | 299 | 107.7 |
| 250 | 97.9 | 300 | 107.9 |

Figura 6 Designación de Canales en la banda de FM

Fuente: Norma de Radiodifusión [3]

➤ Zona de Servicio

Es aquella zona que está delimitada dentro de un contorno de intensidad de campo eléctrico dado, respetando la relación de protección en radiofrecuencia (RF) y en la cual la estación es recepcionada con un buen nivel de calidad de servicio [3].

La zona de servicio se cubre con una intensidad de campo de 2000 $\mu\text{V/m}$ (66 dB μ), suficiente para brindar un servicio de calidad y corresponde para a las estaciones de servicio primario (Clase A, B, C y D) y secundario (E1, E2, y E3).

➤ **Relación de Protección en Radiofrecuencia (RF)**

Para las estaciones del servicio primario (Clase A, B, C y D), se establecen los siguientes valores de relación de protección en RF [3]:

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 37 dB |
| 1er. Canal Adyacente (a 200 kHz). | 7 dB |
| 2do. Canal Adyacente (a 400 kHz). | - 20 dB |

Para las estaciones servicio secundario (Clase E1, E2 y E3), se establecen los siguientes valores de relación de protección en RF [3]:

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 3 dB |
| Canales Adyacentes | 0 dB |

➤ **Separación de Frecuencia**

La asignación de frecuencias no debe ser menor de 600 kHz. para las *estaciones de servicio primario* en la misma localidad, y para las asignaciones de las *estaciones de servicio secundario* deberán realizarse a 400 kHz de las frecuencias de las estaciones primarias [3].

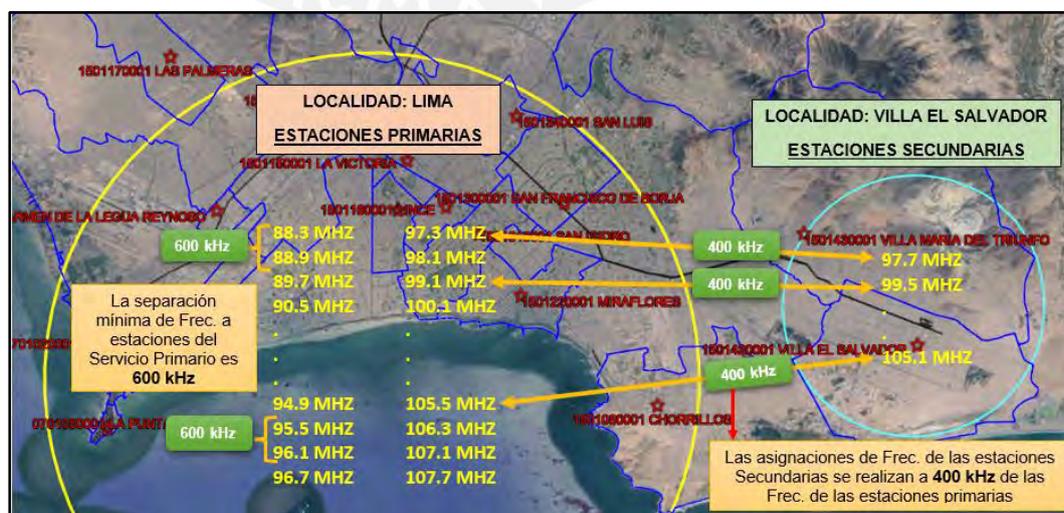


Figura 7 Separación en la asignación de frecuencias

Fuente: Elaboración propia

➤ **Restricción en asignaciones de frecuencias:**

En los casos, cuya intensidad de campo supere los 100,000 $\mu\text{V/m}$ (100 dB μ) en el punto de coordenadas correspondiente a un Aeropuerto provisto de instrumental de ayuda a la navegación aeronáutica (ILS-VOR) no se realizará asignaciones en la frecuencia de 107.9 MHz (Canal 300). Asimismo, no se admitirán frecuencias por debajo de 91.9 MHz (Canal 220) en aquellas localidades donde se haya asignado el Canal 6 TV (82-88 MHz) [3].

2.3. Normativa técnica internacional

Si bien todos los países, deben establecer su normativa técnica para la implementación (instalación) y operación de las estaciones del servicio de radio FM, de acuerdo a la UIT; sin embargo, algunos países han establecido su normativa de acuerdo a su realidad nacional. A continuación, analizaremos la normativa técnica de algunos países, para los servicios de radio FM.

➤ **Ecuador:**

Este país, mediante su “Norma Técnica de Radiodifusión” [4], establece que, la banda para el Servicio de Radiodifusión Sonora en FM, estará comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz., ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 220 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz. Entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

La banda de FM, lo divide en cien (100) canales (CH), **separadas a 200 kHz cada uno**, numeradas del 1 al 100, empezando desde la frecuencia 88.1 MHz. hasta la frecuencia 107.9 MHz [4].

Zona de Servicio

Zona principal de servicio comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 500 $\mu\text{V/m}$ (54 dB μ) [4].

Relación de Protección en Radiofrecuencia (RF)

La señal deseada con la señal no deseada deberá tener las siguientes relaciones de protección [4]:

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 37 dB |
| 1er. Canal Adyacente (a 200 kHz). | 7 dB |
| 2do. Canal Adyacente (a 400 kHz). | - 20 dB |
| 3er. Canal Adyacente (a 600 kHz). | - 30 dB |

Separación de Frecuencia

Para la asignación de frecuencias consecutivas (adyacentes) deberá tener una separación mínima de 400 kHz entre las frecuencias portadoras de cada estación, destinadas a servir a una misma área de operación independiente o zonal (Resolución ARCOTEL-2015-0061, 2015, numeral 5) [4].

➤ Venezuela:

Este país, mediante su “Reglamento sobre la operación de las estaciones de Radiodifusión Sonora” [5], establece que, la banda para el servicio de radio FM, estará comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz, ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 200 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz. (Decreto N.º 1521, 2001, Artículo 36) [6]. Entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

La banda de FM, lo divide en cien (100) canales, **separadas a 200 kHz cada uno**, numeradas del 1 al 100, empezando en lado de la banda desde la frecuencia 88.1 MHz. hasta la frecuencia 107.9 MHz (Decreto N.º 2771, 1993, Artículo 102) [5].

Zona de Servicio

Establece que la zona principal de servicio estará comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 3160 $\mu\text{V}/\text{m}$ (70 $\text{dB}\mu$).

Separación de Frecuencia

Establece distancias mínimas requeridas (en Kilómetros) para las estaciones con una separación de frecuencias de 0, 200, 400 y 600 kHz.

➤ **Bolivia:**

Este país, mediante su “Reglamento de Operación y Funcionamiento Técnico de Estaciones de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada en la Banda de 88 a 108 MHz” [7], establece que, la banda del servicio de radio FM, estará comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz, ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 300 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz. (R.M. N.º 46, 1998, Artículo 10) [7], entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

Establece 98 frecuencias, 49 frecuencias para el departamento de la Paz, con una separación de canales de 400 kHz, numeradas del 1 al 49, empezando en el lado de la banda desde la frecuencia 88.5 MHz. y hasta la frecuencia 107.7 MHz, y 49 frecuencias para el resto de departamentos, con una separación de canales de 400 kHz, numeradas del 1 al 49, empezando en el lado de la banda desde la frecuencia 88.3 MHz. y hasta la frecuencia 107.5 MHz (R.M. N.º 46, 1998, Artículo 3) [7].

Zona de Servicio

Establece que la zona principal de servicio estará comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 500 y 1000 $\mu\text{V}/\text{m}$ (54 y 60 $\text{dB}\mu$) (R.M. N.º 46, 1998, Artículo 3) [7].

Relación de Protección en Radiofrecuencia (RF)

Establece distancias mínimas (en Kilómetros) requeridas para las estaciones que operen en el mismo canal (co-canal) [7].

Separación de Frecuencia

Establece que las estaciones que operen en una misma localidad deberán tener una separación de 400 kHz. entre sus frecuencias portadoras (R.M. N.º 46, 1998, Artículo 36) [7].

➤ Argentina:

Este país, mediante su “Reglamento General del Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia” [8], establece que, la banda para el Servicio de Radiodifusión Sonora en FM, estará comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz., ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 200 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz. (Resolución N.º 142/96, 1996, Capítulo 1) [8], entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

La banda de FM, lo divide en cien (100) canales, **separadas a 200 kHz cada uno**, numeradas del doscientos y uno (201) al trescientos (300), siendo la frecuencia inicial para el 1er. canal de 88.1 MHz., y el último 107.9 MHz (Resolución N.º 142/96, 1996, Capítulo1) [8].

Zona de Servicio

Establece que la zona principal de servicio estará comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 250 $\mu\text{V/m}$ (48 dB μ) (Resolución N.º 142/96, 1996, Capítulo3) [8].

Relación de Protección en Radiofrecuencia (RF)

La señal deseada con la señal no deseada deberá tener las siguientes relaciones de protección (Resolución N.º 142/96, 1996, Capítulo 5) [8]:

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 26 dB |
| 1er. Canal Adyacente (a 200 kHz). | 6 dB |
| 2do. Canal Adyacente (a 400 kHz). | - 20 dB |

Separación de Frecuencia

No establece una separación mínima de frecuencias para las estaciones que operan en una misma localidad; la asignación de frecuencias se realiza por el tipo de categoría de cada estación (A, B, C, D, E, F y G) en una zona determinada [8].

➤ **Colombia:**

Este país, mediante la actualización de su “Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada (FM)” [10], establece que, la banda para el Servicio de Radiodifusión Sonora en FM, estará comprendida entre las frecuencias de 88 – 108 MHz., ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 256 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz. (Resolución N.º 719, 2019, numeral 5.8) [10], entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

La banda de FM, lo divide en ciento noventa y nueve (199) canales, **separadas a 100 kHz cada uno**, numeradas del 1 al 199, siendo la frecuencia inicial 88.1 MHz., y el ultimo la frecuencia 107.9 MHz (Resolución N.º 719, 2019, numeral 3.15) [10].

Zona de Servicio

Establece que la zona principal de servicio estará comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 2000 $\mu\text{V}/\text{m}$ (66 dB μ) (Resolución N.º 719, 2019, numeral 5.12) [10].

Relación de Protección en Radiofrecuencia (RF)

La señal deseada con la señal no deseada deberá tener las siguientes relaciones de protección (Resolución N.º 719, 2019, numeral 7) [10]:

Para las estaciones de clase A, B y C (operan con e.r.p. de 0.25 Kw. hasta 100 Kw.)

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 37 dB |
| 1er. Canal Adyacente (a 100 kHz). | 25 dB |
| 2do. Canal Adyacente (a 200 kHz). | 7 dB |
| 3er. Canal Adyacente (a 300 kHz). | - 7 dB |
| 4to. Canal Adyacente (a 400 kHz). | - 20 dB |

Para las estaciones de clase D (operan con e.r.p. de hasta 0.25 Kw.)

| <u>Separación de canales</u> | <u>Relación de Protección</u> |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Co-Canal | 6 dB |
| 1er. Canal Adyacente (a 100 kHz). | 3 dB |
| 2do. Canal Adyacente (a 200 kHz). | 0 dB |
| 3er. Canal Adyacente (a 300 kHz). | - 7 dB |
| 4to. Canal Adyacente (a 400 kHz). | - 20 dB |

Separación de Frecuencia

No establece una separación mínima de frecuencias para las estaciones que operan en una misma localidad; la asignación de frecuencias en su plan nacional se realiza por departamento, estableciendo parámetros técnicos para las estaciones (como distancia, potencia y altura máxima sobre el nivel del mar).

➤ **España:**

Este país, mediante la actualización de su “Plan técnico nacional de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia” [11], establece que, el servicio de radio FM, se realizará en la banda de 87.5 – 108 MHz., excluidos ambos extremos, ii) el ancho de banda para un canal de radio FM, será de 256 kHz., ii) la tolerancia de la frecuencia de operación puede variar entre: +/- 2 kHz., y la excursión máxima de frecuencia será de: +/- 75 kHz (Resolución N.º 80/1993, 1993, numeral 5.1.2) [12], entre otros parámetros técnicos importantes establece:

Separación de Canales

Establece que el Servicio de Radiodifusión Sonora en FM, se realizara en la banda de 87.5–108 MHz., excluidos ambos extremos, con canalizaciones de 100 kHz., teniendo disponible un total de doscientos cuatro (204) frecuencias disponibles en la referida banda [12].

Zona de Servicio

Establece que la zona principal de servicio estará comprendida dentro del contorno de intensidad de campo de 2000 $\mu\text{V}/\text{m}$ (66 dB μ), para brindar un servicio de calidad estereofónica [12].

Separación de Frecuencia

No establece una separación mínima de frecuencias para las estaciones que operan en una misma localidad; la asignación de frecuencias en su plan nacional se realiza por comunidades autónomas.

De acuerdo a lo analizado a la normativa técnica de Perú y la normativa aplicada en otros países, relacionada a los servicios de radio FM, se ha observado que los países de Colombia y España han dividido la banda de FM, con una separación de 100 kHz. entre cada frecuencia, a diferencia de los demás países (a 200 kHz.), teniendo así un mayor número de frecuencias para ser canalizadas, de acuerdo a su demanda en cada ciudad o localidad.

| | BANDA FM (MHz) | SEPARACIÓN DE CANALES | ANCHO DE BANDA | RELACIÓN DE PROTECCIÓN ENTRE CANALES | | ZONA DE SERVICIO | SEPARACIÓN DE FREQ. EN UNA MISMA LOC. |
|-----------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | SEPARACIÓN DE CANALES | RELACIÓN DE PROTECCIÓN | | |
| PERÚ | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 201 88.1 202 88.3 ... 300 107.9 TOTAL 100 CH 200 kHz | 256 kHz | (A,B,C y D) (E) CO-CANAL 37 dB 3 dB A200 KHZ 7 dB 0 dB A400 KHZ -20 dB | 66 dBμ | EST. PRIMARIA 600 kHz EST. SECUNDARIA 400 kHz | |
| ECUADOR | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 1 88.1 2 88.3 ... 100 107.9 TOTAL 100 CH 200 kHz | 220 kHz | CO-CANAL 37 dB A200 KHZ 7 dB A400 KHZ -20 dB A600 KHZ -30 dB | 54 dBμ | 400 kHz | |
| VENEZUELA | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 1 88.1 2 88.3 ... 100 107.9 TOTAL 100 CH 200 kHz | 200 kHz | ESTABLECE DISTANCIAS MINIMAS | 70 dBμ | ESTABLECE DISTANCIAS MINIMAS | |
| BOLIVIA | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 1 88.5 49 107.7 ... 49 107.5 TOTAL 98 CH 400 kHz | 300 kHz | ESTABLECE DISTANCIAS MINIMAS PARALAS ESTACIONES QUE OPEREN EN EL MSMO CANAL | 54 y 60 dBμ | 400 kHz | |
| ARGENTINA | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 201 88.1 202 88.3 ... 300 107.9 TOTAL 100 CH 200 kHz | 200 kHz | (A,B,C y D) (E,F y G) CO-CANAL 26 dB 20 dB A200 KHZ 6 dB 6 dB A400 KHZ -20 Db | 60 y 80 dBμ | SU NORMATIVO NO ESPECIFICA | |
| COLOMBIA | 88 - 108 | CANAL F(MHz) 1 88.1 2 88.2 ... 199 107.9 TOTAL 199 CH 100 kHz | 256 kHz | (A, B y C) (D) CO-CANAL 37 dB 6 dB A100 KHZ 25 dB 3 dB A200 KHZ 7 dB 0 dB A300 KHZ -7 dB -7dB A400 KHZ -20 dB -20dB | 66 dBμ | ESTABLECE DISTANCIAS MINIMAS | |
| ESPAÑA | 87.5-108 | F(MHz) 87.6 87.7 ... 107.9 TOTAL DE 204 FRECUENCIAS 100 kHz | 256 kHz | SU NORMATIVA NO ESPECIFICA | 66 dBμ | HADISTRIBUIDO SUS FREQ. POR COMUNIDADES | |

Tabla 2 Comparación de la normativa técnica peruana vs internacional
Fuente: Elaboración Propia

2.4. Parámetros técnicos indicados por la UIT

La UIT ha indicado dentro de la Recomendación UIT-R BS.412-9 “Recomendaciones “Normas para la planificación de la radiodifusión sonora con Modulación de frecuencias en ondas métricas” [13] que, en la planificación para la distribución de frecuencias en la banda de FM, los canales deben asignarse de manera que las frecuencias portadoras (que definen la posición nominal de los canales de RF dentro de la banda) **sean múltiplos de 100 kHz**. De ello se colige que, los canales de la banda de frecuencias en FM pueden tener una separación cada 100 kHz, es decir, tendría la siguiente distribución la frecuencia 88.1 MHz, 88.2 MHz, 88.3 MHz, etc.

De otro lado, en la Normativa Técnica de nuestro país, solo establece relaciones de protección cuando la separación de frecuencias portadoras es de: **0 kHz** (Co-Canal) a 37 dB, **200 kHz** (1er. Canal Adyacente) a 7 dB, y **400 kHz** (2do. Canal Adyacente) a 20 dB; sin embargo, la UIT también establece la relación de

protección para la radiodifusión estereofónica (máxima excursión de frec. de ± 75 kHz), cuando existe una separación de frecuencias portadoras de: **300 kHz** a -7 dB, conforme a siguiente Figura N° 8 y 9:

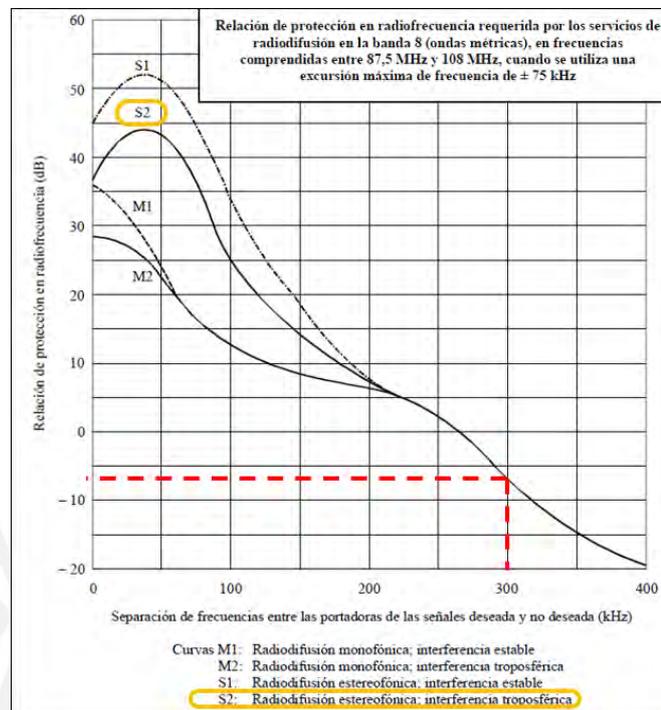


Figura 8 Relación de protección cuando la excursión máxima de frecuencia es ± 75 kHz

Fuente: Recomendación UIT-R BS.412-9 [13]

| Separación entre las frecuencias portadoras (kHz) | Relación de protección en radiofrecuencia (dB) con una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz | | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | Monofonía | | Estereofonía | |
| | Interferencia estable | Interferencia troposférica | Interferencia estable | Interferencia troposférica |
| 0 | 36,0 | 28,0 | 45,0 | 37,0 |
| 25 | 31,0 | 27,0 | 51,0 | 43,0 |
| 50 | 24,0 | 22,0 | 51,0 | 43,0 |
| 75 | 16,0 | 16,0 | 45,0 | 37,0 |
| 100 | 12,0 | 12,0 | 33,0 | 25,0 |
| 125 | 9,5 | 9,5 | 24,5 | 18,0 |
| 150 | 8,0 | 8,0 | 18,0 | 14,0 |
| 175 | 7,0 | 7,0 | 11,0 | 10,0 |
| 200 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 7,0 |
| 225 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 250 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 275 | -2,0 | -2,0 | -2,0 | -2,0 |
| 300 | -7,0 | -7,0 | -7,0 | -7,0 |
| 325 | -11,5 | -11,5 | -11,5 | -11,5 |
| 350 | -15,0 | -15,0 | -15,0 | -15,0 |
| 375 | -17,5 | -17,5 | -17,5 | -17,5 |
| 400 | -20,0 | -20,0 | -20,0 | -20,0 |

Figura 9 Relación de protección para separación de frecuencias a 300 kHz

Fuente: Recomendación UIT-R BS.412-9 [13]

2.5. Normativa Legal que regula los servicios de radiodifusión

El Reglamento de la Ley de Radio y Televisión [14] (en adelante, el Reglamento de Radio), es aquella que establece la normativa legal para la

prestación de servicios de radiodifusión, en ella se establece, entre otros, las modalidades para el otorgamiento de las autorizaciones para el servicio de radiodifusión. A continuación, detallaremos las normas principales que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la presente tesis:

➤ **Modalidades para el otorgamiento de las autorizaciones:**

Existen dos modalidades para otorgamiento de autorizaciones, ellas son:

- a) **A solicitud de parte:** Cuando el solicitante presenta su solicitud para el otorgamiento de la autorización de una frecuencia para prestar el servicio de radio FM, en una localidad determinada, y esta **se otorgará si en la canalización de dicha localidad existen frecuencias disponibles y la localidad no se encuentre en restricción.**

Se entiende por “localidad en restricción”, cuando la cantidad de solicitudes ingresadas al MTC para obtener una autorización en una localidad determinada, es mayor a la cantidad de frecuencias disponibles en la localidad solicitada; por lo tanto, al tener más solicitudes en trámites y menos frecuencias disponibles, estas se otorgarán por concurso público. Para ello, la DGAT del MTC, mediante RD declara la restricción de la localidad y establece que las frecuencias disponibles solo se otorgarán por concurso público.

- b) **Por concurso público:** Cuando el MTC dispone la realización de una licitación para ofrecer las frecuencias disponibles que existen en los planes canalizados de las localidades que se encuentran en restricción; y, donde los administrados podrán participar y dependiendo de la propuesta económica que realicen podrán hacerse acreedor de una frecuencia concursada.

En muchas ocasiones existen personas inescrupulosas que presentan más de una solicitud, en una misma localidad, a fin de restringir la localidad; por lo que, el MTC debería tener por no presentada las otras solicitudes por parte del mismo radiodifusor, en una misma localidad.

De otro lado, en varias oportunidades los concursos públicos realizados por el MTC, son declarados desierto, debido a que nadie se presenta para la subasta de frecuencias. Esto se debe a muchas razones, una de ellas es el precio base establecido para la frecuencia a concursar, siendo muy

elevado sin que nadie pueda acceder; por lo que, la localidad restringida quedara así por varios años, hasta que haya un nuevo concurso público, y no es posible que existiendo muchos radiodifusores ilegales, con el deseo de formalizarse, no puedan acceder a una frecuencia, en la modalidad a solicitud de parte.

En ese sentido, en la presente tesis se hará la propuesta de que las localidades que se encuentren en restricción y que ya han pasado por un concurso público, queden libres, a fin de que las frecuencias disponibles sean otorgadas a solicitud de parte, y de esta manera contribuir a la formalización de las estaciones ilegales de radio FM.

2.6. Partes involucradas

Según el “Reglamento de Organización y Funciones (ROF)” del MTC [15], existe dos direcciones y un viceministerio involucradas directamente con el otorgamiento de las autorizaciones y la operación de las estaciones de radio, ellas son:

- 1) La **DGAT**, que es la encargada del otorgamiento de autorizaciones⁸ para la prestación de los servicios de radiodifusión, así como también proponer las canalizaciones de frecuencias de las localidades a nivel nacional.
- 2) La **DGFSC**, que es la encargada de inspeccionar a las estaciones de radiodifusión autorizadas por MTC, con la finalidad de verificar que estén operando de acuerdo a los parámetros técnicos señalados en su resolución autoritativa y conforme a lo establecido en la norma de radiodifusión. Asimismo, se encarga de controlar el uso espectro radioeléctrico; por lo que, constantemente, está monitoreando el espectro para identificar a las estaciones que operan sin autorización y proceder con la respectiva incautación de los equipos.
- 3) El **Despacho de Viceministerial de comunicaciones**; entre sus funciones, está la de expedir la Resoluciones Viceministeriales en el ámbito de su competencia; por lo tanto, es la encargada de aprobar las propuestas realizadas por la DGAT relacionadas a la aprobación y/o modificación de los planes de canalización y asignación de frecuencias.

⁸ Según lo dispuesto en el artículo 19 del “Reglamento de la Ley de Radio y Televisión”, aprobado por D.S N° 005-2005-MTC, modificado por D.S. N° 09-2021-MTC [14].

En ese sentido, en caso el MTC tome en consideración la propuesta de la presente tesis, se requerirá de la aprobación del despacho viceministerial de comunicaciones, para modificar los planes canalizados en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.

2.7. Análisis de las canalizaciones aprobadas en las localidades de Lima y Callao

Al respecto, cabe indicar que, las canalizaciones para el servicio de radio FM son aprobadas por localidad; por lo tanto, de acuerdo a lo revisado en el RNF del MTC, se advierte que en la provincia de Lima y la provincia Constitucional del Callao se tiene un total de 16 planes canalizados para el servicio de radio FM, de las cuales la localidad de Lima (involucra en su mayoría a distritos que corresponden a la provincia de Lima y Callao) está clasificada para estaciones del servicio primario, y las otras están clasificadas para estaciones de servicio secundario. A continuación, detallaremos cada uno de los planes de canalización, a fin de conocer que frecuencias han sido asignadas en cada una de ellas y cuantas se encuentran disponibles:

- 1) **Localidad de Lima:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M.⁹ N.º 251-2004-MTC/03 de fecha 8 de noviembre de 2004, en la cual se asignaron veintiocho (28) frec. para brindar el servicio de radio FM, las mismas que ya fueron autorizadas, no encontrándose ninguna frecuencia disponible. Precisar que, si bien la frecuencia 91.9 MHz, se encuentra disponible, esta se encuentra en un proceso judicial, según lo que se consigna en el Registro Nacional de Frecuencias.

Asimismo, es pertinente indicar que las estaciones de esta localidad, en su mayoría, se encuentran instaladas en el cerro Marcavilca, dando cobertura al distrito de “Callao, Bellavista, La Perla, La Punta, , Carmen de La Legua, Barranco, Breña, Chorrillos, El Agustino, Independencia, Lima, Lince, Los Olivos, , San Juan de Miraflores, Magdalena del Mar, Miraflores, Jesús María, Pueblo Libre, Rímac, San Borja, San Isidro, San Luis, San Martín de Porres, San Miguel, Santa Anita, Santiago de Surco, Surquillo, La Molina y La Victoria”.

⁹ “Resolución Viceministerial (R.V.M.)”

| LOCALIDAD DE LIMA (PRIMARIA) | | | |
|------------------------------|-------------|-------------------------------------------|------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | PROVINCIAS | DISTRITOS |
| 1 | 88.3 MHZ | PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO | BELLAVISTA |
| 2 | 88.9 MHZ | | CALLAO |
| 3 | 89.7 MHZ | | CARMEN DE LA LEGUA |
| 4 | 90.5 MHZ | | LA PERLA |
| 5 | 91.1 MHZ | | LA PUNTA |
| 6 | 91.9 MHZ | | |
| 7 | 92.5 MHZ | LIMA | BARRANCO |
| 8 | 93.1 MHZ | | BREÑA |
| 9 | 93.7 MHZ | | CHORRILLOS |
| 10 | 94.3 MHZ | | EL AGUSTINO |
| 11 | 94.9 MHZ | | INDEPENDENCIA |
| 12 | 95.5 MHZ | | JESUS MARIA |
| 13 | 96.1 MHZ | | LA MOLINA |
| 14 | 96.7 MHZ | | LA VICTORIA |
| 15 | 97.3 MHZ | | LIMA |
| 16 | 98.1 MHZ | | LINCE |
| 17 | 99.1 MHZ | | LOS OLIVOS |
| 18 | 100.1 MHZ | | MAGDALENA DEL MAR |
| 19 | 101.1 MHZ | | MIRAFLORES |
| 20 | 102.1 MHZ | | PUEBLO LIBRE |
| 21 | 102.7 MHZ | | RIMAC |
| 22 | 103.3 MHZ | | SAN BORJA |
| 23 | 103.9 MHZ | | SAN ISIDRO |
| 24 | 104.7 MHZ | | SAN JUAN DE MIRAFLORES |
| 25 | 105.5 MHZ | | SAN LUIS |
| 26 | 106.3 MHZ | | SAN MARTIN DE PORRES |
| 27 | 107.1 MHZ | | SAN MIGUEL |
| 28 | 107.7 MHZ | | SANTA ANITA |
| | | SANTIAGO DE SURCO | |
| | | SURQUILLO | |

Tabla 3 Plan de Canalización de la localidad de Lima

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 2) **Localidad de Ancón:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 de fecha 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron tres (03) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales dos fueron autorizadas, **encontrándose una (01) frecuencia disponible**. Es pertinente indicar que, mediante R.D. N.° 2778-2010-MTC/28 del 21/07/2016, se estableció que las autorizaciones en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE ANCON (SECUNDARIA) | | |
|---------------------------------|-------------|----------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITO |
| 1 | 90.1 MHZ | ANCON |
| 2 | 91.5 MHZ | |
| 3 | 97.7 MHZ | |

Tabla 4 Plan de Canalización de la localidad de Ancón

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 3) **Localidad de Santa Rosa:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.º 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron dos (02) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE SANTA ROSA (SECUNDARIA) | | |
|--------------------------------------|-------------|------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITO |
| 1 | 99.5 MHZ | SANTA ROSA |
| 2 | 101.7 MHZ | |

Tabla 5 Plan de Canalización de la localidad de Santa Rosa

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 4) **Localidad de Ventanilla:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.º 166-2009-MTC/03 de fecha 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron cinco (05) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE VENTANILLA (SECUNDARIA) | | | |
|--------------------------------------|-------------|-----------|------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | PROVINCIA | DISTRITOS |
| 1 | 90.1 MHZ | CALLAO | MI PERU |
| 2 | 91.5 MHZ | | |
| 3 | 97.7 MHZ | | |
| 4 | 98.7 MHZ | | VENTANILLA |
| 5 | 100.7 MHZ | | |

Tabla 6 Plan de Canalización de la localidad de Ventanilla

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 5) **Localidad de “Comas-Carabayllo-Puente Piedra”:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.º 868-2011-MTC/03 del 25 de septiembre de 2011, en la cual se asignaron cuatro (04) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS (SECUNDARIA) | | |
|----------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS |
| 1 | 89.3 MHZ | CARABAYLLO COMAS PUENTE PIEDRA |
| 2 | 99.5 MHZ | |
| 3 | 101.7 MHZ | |
| 4 | 105.1 MHZ | |

Tabla 7 Plan de Canalización de la localidad de “Comas-Carabayllo-Puente Piedra”

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 6) **Localidad de San Juan de Lurigancho:** el plan de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 601-2010-MTC/03 del 10 de septiembre de 2010, en la cual se asignaron seis (06) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO (SECUNDARIA) | | |
|--------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITO |
| 1 | 89.3 MHZ | SAN JUAN DE LURIGANCHO |
| 2 | 90.1 MHZ | |
| 3 | 91.5 MHZ | |
| 4 | 97.7 MHZ | |
| 5 | 101.7 MHZ | |
| 6 | 105.1 MHZ | |

Tabla 8 Plan de Canalización de la localidad de San Juan de Lurigancho

Fuente: RNF del MTC [16]

- 7) **Localidad de Saracoto:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignó una (01) frecuencia para brindar el servicio de radio de FM, la misma que ya fue autorizada, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE SARACOTO (SECUNDARIA) | | | | |
|------------------------------------|------------|-----------|-------------|------------------|
| ITEM | FRECUENCIA | PROVINCIA | DISTRITO | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 91.5 MHZ | HUAROCHRI | SAN ANTONIO | JICAMARCA |
| | | | | SARACOTO |
| | | LIMA | LURIGANCHO | JICAMARCA |

Tabla 9 Plan de Canalización de la localidad de Saracoto

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 8) **Localidad de Vitarte:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignó una (01) frecuencia para brindar el servicio de radio de FM, la misma que ya fue autorizada, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible.**

| LOCALIDAD DE VITARTE (SECUNDARIA) | | | |
|-----------------------------------|-------------|------------|------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 98.7 MHZ | ATE | ATE VITARTE |
| | | LURIGANCHO | CAJAMARQUILLA |
| | | | CARAPONGO |
| | | | HUACHIPA |
| | | | LA CAPITANA |
| | | | ÑAÑA |

Tabla 10 Plan de Canalización de la localidad de Vitarte

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 9) **Localidad de Valle Amauta:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 460-2009-MTC/03 del 26 de octubre de 2009, en la cual se asignaron cuatro (04) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales tres (03) ya fueron autorizadas, **encontrándose actualmente una (01) frecuencia disponible.** Es pertinente indicar que, mediante R.D. N.° 1555-2012-MTC/28 del 7/11/2012, se estableció que las autorizaciones en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE VALLE AMAUTA (SECUNDARIA) | | | |
|----------------------------------------|-------------|-----------|------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 90.1 MHZ | ATE | AMAUTA |
| 2 | 97.7 MHZ | | |
| 3 | 99.5 MHZ | | |
| 4 | 101.7 MHZ | | |

Tabla 11 Plan de Canalización de la localidad de Valle Amauta

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 10) **Localidad de Ramiro Prialé:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 798-2014-MTC/03 de fecha 03 de enero de 2014, en la cual se asignaron tres (03) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales una (01) ya fue autorizada, **encontrándose actualmente dos (2) frecuencias disponibles.** Es

pertinente indicar que, mediante R.D. N.° 1982-2016-MTC/28 del 06/12/2016, se estableció que las autorizaciones en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE RAMIRO PRIALE (SECUNDARIA) | | | |
|-----------------------------------------|-------------|-----------|------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 104.3 MHZ | ATE | RAMIRO PRIALE |
| 2 | 105.9 MHZ | | |
| 3 | 106.7 MHZ | | |

Tabla 12 Plan de Canalización de la localidad de Ramiro Prialé

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 11) **Localidad de Huaycán-Horacio Zevallos:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron cinco (05) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales cuatro (04) ya fueron autorizadas, **encontrándose actualmente una (1) frecuencia disponible**. Es pertinente indicar que mediante R.D. N.° 1109-2017-MTC/28 del 26 de mayo de 2017, se estableció que las frecuencias disponibles en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE HUAYCAN-HORACIO ZEVALLOS (SECUNDARIA) | | | |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 91.5 MHZ | ATE | HORACIO ZEVALLOS HUAYCAN |
| 2 | 97.7 MHZ | | |
| 3 | 99.5 MHZ | | |
| 4 | 100.7 MHZ | | |
| 5 | 105.1 MHZ | | |

Tabla 13 Plan de Canalización de la localidad de Huaycán-Horacio Zevallos

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 12) **Localidad de Chacacayo:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 805-2010-MTC/03 del 30 de octubre de 2010, en la cual se asignaron cuatro (04) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible**.

| LOCALIDAD DE CHACLACAYO (SECUNDARIA) | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITO | CENTRO POBLADO |
| 1 | 89.3 MHZ | CHAACLACAYO | CHAACLACAYO EL CUADRO |
| 2 | 91.5 MHZ | | |
| 3 | 99.5 MHZ | | |
| 4 | 101.7 MHZ | | |

Tabla 14 Plan de Canalización de la localidad de Chaclacayo

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 13) **Localidad de Chosica-Ricardo Palma:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron cuatro (04) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales tres (03) ya fueron autorizadas, **encontrándose actualmente una (1) frecuencia disponible**. Es pertinente indicar que, mediante R.D. N.° 1227-2016-MTC/28 del 21/07/2016, se estableció que las autorizaciones en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE CHOSICA-RICARDO PALMA (SECUNDARIA) | | | | |
|-------------------------------------------------|-------------|------------|---------------|------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | PROVINCIAS | DISTRITOS | CENTROS POBLADOS |
| 1 | 90.1 MHZ | HUAROCHIRI | RICARDO PALMA | RICARDO PALMA |
| 2 | 97.7 MHZ | LIMA | LURIGANCHO | CHOSICA |
| 3 | 100.7 MHZ | | | |
| 4 | 105.1 MHZ | | | |

Tabla 15 Plan de Canalización de la localidad de Chosica-Ricardo Palma

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 14) **Localidad de Cieneguilla:** el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.° 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron ocho (08) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible**.

| LOCALIDAD DE CIENEGUILLA (SECUNDARIA) | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITO |
| 1 | 90.1 MHZ | CIENEGUILLA |
| 2 | 91.5 MHZ | |
| 3 | 97.7 MHZ | |
| 4 | 98.7 MHZ | |
| 5 | 99.5 MHZ | |
| 6 | 100.7 MHZ | |
| 7 | 101.7 MHZ | |
| 8 | 105.1 MHZ | |

Tabla 16 Plan de Canalización de la localidad de Cieneguilla

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 15) **Localidad de “Villa Maria del Triunfo-Villa El Salvador”**: el plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.º 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron cuatro (04) frec. para brindar el servicio de radio de FM, las mismas que ya fueron autorizadas, **no encontrándose ninguna frecuencia disponible**.

| LOCALIDAD DE VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO (SECUNDARIA) | | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS |
| 1 | 97.7 MHZ | VILLA EL SALVADOR VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| 2 | 99.5 MHZ | |
| 3 | 101.7 MHZ | |
| 4 | 105.1 MHZ | |

Tabla 17 Plan de Canalización de la localidad de “Villa Maria del Triunfo - Villa El Salvador”

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

- 16) **Localidad de “San Fernando-Manchay-Lurín-Pachacamac”**: El plan de canalización de esta localidad fue aprobado con R.V.M. N.º 166-2009-MTC/03 del 12 de junio de 2009, en la cual se asignaron ocho (08) frec. para brindar el servicio de radio de FM, de las cuales siete (07) ya fueron autorizadas, **encontrándose actualmente una (1) frecuencia disponible**. Es pertinente precisar que, mediante R.D. N.º 1154-2009-MTC/28 del 17/07/2009, se estableció que las autorizaciones en esta localidad solo se otorgarían por Concurso Público.

| LOCALIDAD DE PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO-MANCHAY (SECUNDARIA) | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ITEM | FRECUENCIAS | DISTRITOS |
| 1 | 90.1 MHZ | LURIN PACHACAMAC PUCUSANA PUNTA HERMOSA PUNTA NEGRA SAN BARTOLO |
| 2 | 91.5 MHZ | |
| 3 | 97.7 MHZ | |
| 4 | 98.7 MHZ | |
| 5 | 99.5 MHZ | |
| 6 | 100.7 MHZ | |
| 7 | 101.7 MHZ | |
| 8 | 105.1 MHZ | |

Tabla 18 Plan de Canalización de la localidad de “San Fernando-Manchay-Lurín-Pachacamac”

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias [16]

De acuerdo al análisis efectuado, se puede verificar que solo existen seis (06) frecuencias disponibles en los planes canalizados para el servicio de radio FM, de las localidades secundarias de Lima y Callao, uno (1) en localidad de Valle Amauta, dos (2) en la localidad de Ramiro Prialé, uno (1) en localidad de Huaycán-Horacio Zevallos, uno (1) en localidad de Chosica-Ricardo Palma, y uno (1) en localidad de Pachacamac-Lurín-San Fernando-Manchay, siendo ello una problemática para los radiodifusores ilegales que desean formalizarse, ya que al existir pocas frecuencias disponibles y estas solo pueden ser otorgadas por concurso público, se ven en la necesidad de operar con frecuencias que no se encuentran dentro de los referidos planes de canalización, ocasionando interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones.



Figura 10 Distribución de las frecuencias canalizadas en Lima y Callao

Fuente: Elaboración Propia.

3. CAPITULO 3. ESTUDIO TÉCNICO PARA DETERMINAR NUEVAS FRECUENCIAS FM

Luego de revisar la Norma de Radiodifusión aprobada por el MTC, comparando con la normativa técnica de otros países vecinos y teniendo en cuenta las recomendaciones por la UIT, se evaluará proponer modificaciones a la normativa peruana con el fin de que permita canalizar nuevas frecuencias en las canalizaciones del servicio de radio FM de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.

Ello permitiría, al MTC incentivar a los Radiodifusores que operan estaciones de FM sin una autorización, pueden formalizarse, evitando así que estos radiodifusores sigan causando interferencias al servicio aeronáutico, a las estaciones de radio FM autorizadas, y generando pérdidas económicas al Estado, en desplegar personal para identificar y ubicar estas estaciones ilegales para su posterior incautación del equipamiento (antenas, transmisor, entre otros).

Ahora bien, a continuación, se evaluará la propuesta de modificar e incluir algunos parámetros técnicos a la Norma de Radiodifusión, aprobado por el MTC; por lo que, dicho ministerio de tomar en consideración la presente tesis para su aplicación deberá aprobar mediante la resolución correspondiente dichas modificaciones dentro de la Normativa Técnica. Los parámetros a modificar e incluir son:

3.1. Propuesta de reducir la separación de canales en la banda de FM

En el Perú, la banda atribuida al servicio de radiodifusión sonora en FM, es de 88 a 108 MHz., el cual ha sido dividido en 100 canales, numeradas del 201 al 300, con separación de 200 kHz. cada uno, empezando en el lado de la banda desde la frecuencia 88.1 MHz. y hasta la frecuencia 107.9 MHz. (Figura 6), siendo un número reducido de frecuencias, ya que para distribuirlos y asignarlos en cada localidad hay que respetar la separación de frecuencias que debe existir con las estaciones del servicio primario y las estaciones del servicio secundario.

Ahora bien, de acuerdo a la data revisada en el capítulo 2, el país vecino de Colombia, ha dividido, su banda del servicio de radio FM, en ciento noventa y nueve (199) canales, numeradas del uno (1) al ciento noventa y nueve (199), con una separación de 100 kHz., empezando en el lado de la banda desde la frecuencia 88.1 MHz. y hasta la frecuencia 107.9 MHz., permitiéndole hacer uso de las frecuencias pares (88.2, 88.4, 88.6, ..., y 107.8 MHz,) y de esa manera canalizar más frecuencias en cada localidad; por ejemplo, en su plan de adjudicación de canales para el área de metropolitana de Bogotá se han adjudicado un **total de 42 frecuencias**, a diferencia de nuestro País, que en la localidad de Lima metropolitana solo se han canalizado un **total de 28 frecuencias**.

Asimismo, precisar que, las frecuencias pares, en nuestro país no son utilizadas debido a que, la separación de canales establecida para la banda de radio FM es 200 kHz, iniciándose desde la frecuencia de 88.1, 88.3, 88.5, ... hasta la frecuencia 107.9 MHz; por tal motivo, no es posible la utilización de las frecuencias pares en nuestro País; sin embargo, en la recomendación de la UIT (UIT-R BS.412-9) señala que en la planificación para la distribución de frecuencias en la banda de FM, los canales deben asignarse de manera que las frecuencias portadoras (que definen la posición nominal de los canales de RF dentro de la banda) **sean múltiplos de 100 kHz** [13].

Por lo tanto, teniendo en cuenta la recomendación de la UIT y a lo implementado por el país de Colombia y el país de España, se propone reducir la separación de canales en la banda de FM de 200 kHz a 100 kHz, obteniendo un total de 199 canales en dicha banda (Tabla 18), permitiendo ello, hacer uso de las frecuencias pares en nuestro país.

| N° CANAL | F (MHz) |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 201 | 88.1 | 241 | 92.1 | 281 | 96.1 | 321 | 100.1 | 361 | 104.1 |
| 202 | 88.2 | 242 | 92.2 | 282 | 96.2 | 322 | 100.2 | 362 | 104.2 |
| 203 | 88.3 | 243 | 92.3 | 283 | 96.3 | 323 | 100.3 | 363 | 104.3 |
| 204 | 88.4 | 244 | 92.4 | 284 | 96.4 | 324 | 100.4 | 364 | 104.4 |
| 205 | 88.5 | 245 | 92.5 | 285 | 96.5 | 325 | 100.5 | 365 | 104.5 |
| 206 | 88.6 | 246 | 92.6 | 286 | 96.6 | 326 | 100.6 | 366 | 104.6 |
| 207 | 88.7 | 247 | 92.7 | 287 | 96.7 | 327 | 100.7 | 367 | 104.7 |
| 208 | 88.8 | 248 | 92.8 | 288 | 96.8 | 328 | 100.8 | 368 | 104.8 |
| 209 | 88.9 | 249 | 92.9 | 289 | 96.9 | 329 | 100.9 | 369 | 104.9 |
| 210 | 89.0 | 250 | 93.0 | 290 | 97.0 | 330 | 101.0 | 370 | 105.0 |
| 211 | 89.1 | 251 | 93.1 | 291 | 97.1 | 331 | 101.1 | 371 | 105.1 |
| 212 | 89.2 | 252 | 93.2 | 292 | 97.2 | 332 | 101.2 | 372 | 105.2 |
| 213 | 89.3 | 253 | 93.3 | 293 | 97.3 | 333 | 101.3 | 373 | 105.3 |
| 214 | 89.4 | 254 | 93.4 | 294 | 97.4 | 334 | 101.4 | 374 | 105.4 |
| 215 | 89.5 | 255 | 93.5 | 295 | 97.5 | 335 | 101.5 | 375 | 105.5 |
| 216 | 89.6 | 256 | 93.6 | 296 | 97.6 | 336 | 101.6 | 376 | 105.6 |
| 217 | 89.7 | 257 | 93.7 | 297 | 97.7 | 337 | 101.7 | 377 | 105.7 |
| 218 | 89.8 | 258 | 93.8 | 298 | 97.8 | 338 | 101.8 | 378 | 105.8 |
| 219 | 89.9 | 259 | 93.9 | 299 | 97.9 | 339 | 101.9 | 379 | 105.9 |
| 220 | 90.0 | 260 | 94.0 | 300 | 98.0 | 340 | 102.0 | 380 | 106.0 |
| 221 | 90.1 | 261 | 94.1 | 301 | 98.1 | 341 | 102.1 | 381 | 106.1 |
| 222 | 90.2 | 262 | 94.2 | 302 | 98.2 | 342 | 102.2 | 382 | 106.2 |
| 223 | 90.3 | 263 | 94.3 | 303 | 98.3 | 343 | 102.3 | 383 | 106.3 |
| 224 | 90.4 | 264 | 94.4 | 304 | 98.4 | 344 | 102.4 | 384 | 106.4 |
| 225 | 90.5 | 265 | 94.5 | 305 | 98.5 | 345 | 102.5 | 385 | 106.5 |
| 226 | 90.6 | 266 | 94.6 | 306 | 98.6 | 346 | 102.6 | 386 | 106.6 |
| 227 | 90.7 | 267 | 94.7 | 307 | 98.7 | 347 | 102.7 | 387 | 106.7 |
| 228 | 90.8 | 268 | 94.8 | 308 | 98.8 | 348 | 102.8 | 388 | 106.8 |
| 229 | 90.9 | 269 | 94.9 | 309 | 98.9 | 349 | 102.9 | 389 | 106.9 |
| 230 | 91.0 | 270 | 95.0 | 310 | 99.0 | 350 | 103.0 | 390 | 107.0 |
| 231 | 91.1 | 271 | 95.1 | 311 | 99.1 | 351 | 103.1 | 391 | 107.1 |
| 232 | 91.2 | 272 | 95.2 | 312 | 99.2 | 352 | 103.2 | 392 | 107.2 |
| 233 | 91.3 | 273 | 95.3 | 313 | 99.3 | 353 | 103.3 | 393 | 107.3 |
| 234 | 91.4 | 274 | 95.4 | 314 | 99.4 | 354 | 103.4 | 394 | 107.4 |
| 235 | 91.5 | 275 | 95.5 | 315 | 99.5 | 355 | 103.5 | 395 | 107.5 |
| 236 | 91.6 | 276 | 95.6 | 316 | 99.6 | 356 | 103.6 | 396 | 107.6 |
| 237 | 91.7 | 277 | 95.7 | 317 | 99.7 | 357 | 103.7 | 397 | 107.7 |
| 238 | 91.8 | 278 | 95.8 | 318 | 99.8 | 358 | 103.8 | 398 | 107.8 |
| 239 | 91.9 | 279 | 95.9 | 319 | 99.9 | 359 | 103.9 | 399 | 107.9 |
| 240 | 92.0 | 280 | 96.0 | 320 | 100.0 | 360 | 104.0 | | |

Tabla 19 Propuesta de designación de Canales en la banda de FM

Fuente: Norma de Radiodifusión [3]

Además, mencionar que, en nuestro país existen estaciones ilegales que operan en frecuencias pares, tal como se puede apreciar en los informes de inspección técnica y en los espectrogramas tomados en campo (Figura 12 y 14) realizados por el personal del MTC, en las ubicaciones donde vienen operando dichas estaciones.

| INFORME N° 0090-2020-MTC/29.01.Lima.F | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTACIÓN INSPECCIONADA:</p> | |
| Empresa o denominación | : 95.2 MHz - RADIO ANTENA UNO |
| Propietario o representante | : No identificado |
| Tipo de servicio | : Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada (FM). |
| Banda de Operación | : 88 - 108 MHz |
| Frecuencia detectada | : 95.2 MHz. |
| Potencia de transmisión estimada | : 100 Watts |
| Ubicación planta transmisora | : Cima del Cerro Nuevo Amanecer, distrito de Puente Piedra, provincia y departamento de Lima. Coordenadas geográficas: L.S.: 11° 54' 13.6" y L.O. 77° 05' 30.9" |

Figura 11 Verificación de operatividad de la estación ilegal 95.2 MHz

Fuente: Informe N° 0090-2020-MTC/29.01.Lima.F

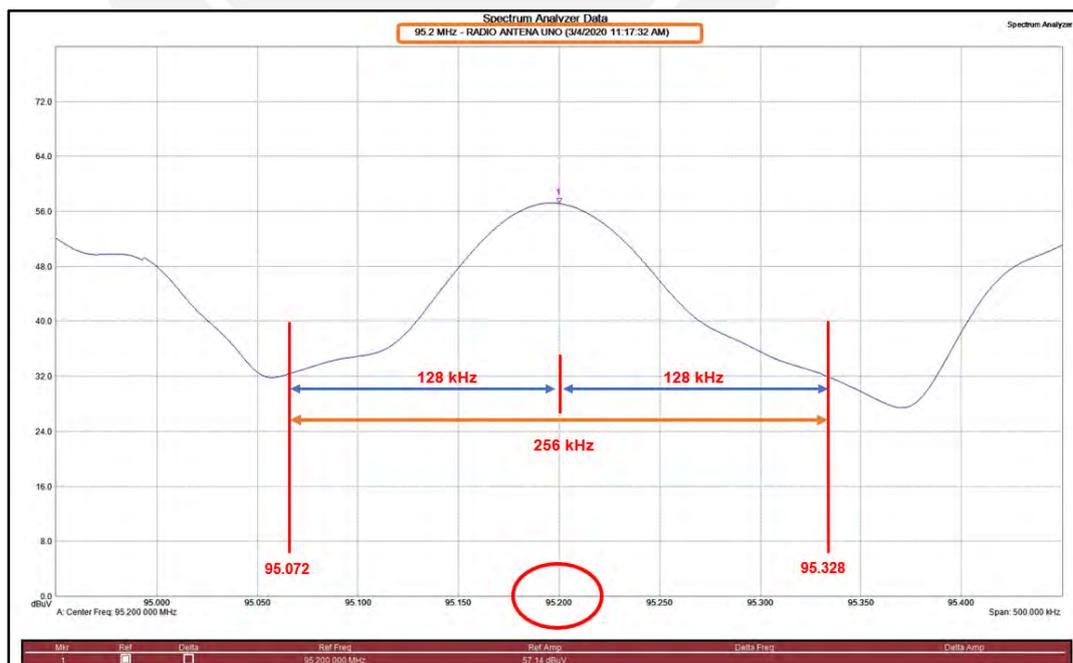


Figura 12 Espectrograma de la estación 95.2 MHz

Fuente: Informe N° 0090-2020-MTC/29.01.Lima.F

| INFORME N° 0212-2023-MTC/29.01.FLIMA | |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTACIÓN INSPECCIONADA: | |
| Empresa o denominación | : 103.0 MHz – RADIO LA PODEROSA |
| Propietario o representante | : No identificado |
| Tipo de servicio | : Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada (FM). |
| Banda de Operación | : 87 - 108 MHz |
| Frecuencia detectada | : 103.0 MHz. |
| Potencia de transmisión estimada | : 100 watts |
| Ubicación de la Estación | |
| Ubicación de estudios | : No verificado. |
| Ubicación planta transmisora | : Cima del Cerro Huascarán, distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Coordenadas geográficas: L.S.: 11° 57' 12.0" y L.O. 77° 01' 16.0" |

Figura 13 Verificación de operatividad de la estación ilegal 103.0 MHz

Fuente: Informe N° 0212-2023-MTC/29.01.FLima

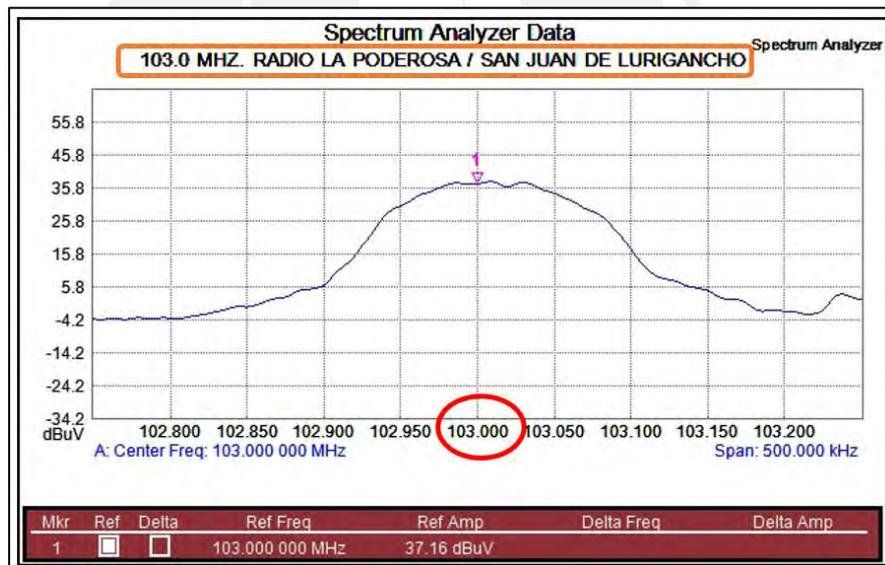


Figura 14 Espectrograma de la estación 95.2 MHz

Fuente: Informe N° 0212-2023-MTC/29.01.FLima

Finalmente, se ha realizado pruebas desde los receptores de radio FM de los teléfonos celulares, teniendo recepción de las señales de las estaciones ilegales que operan en frecuencias pares (Figura 16), ubicadas en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao; por lo que, no existiría inconveniente en que las estaciones de radio FM operen con dichas frecuencias y tampoco con los receptores existentes de radio FM; toda vez

que, estos vienen con la capacidad para recepcionar las señales de radio FM desde el rango de frec. de 88 a 108 MHz.

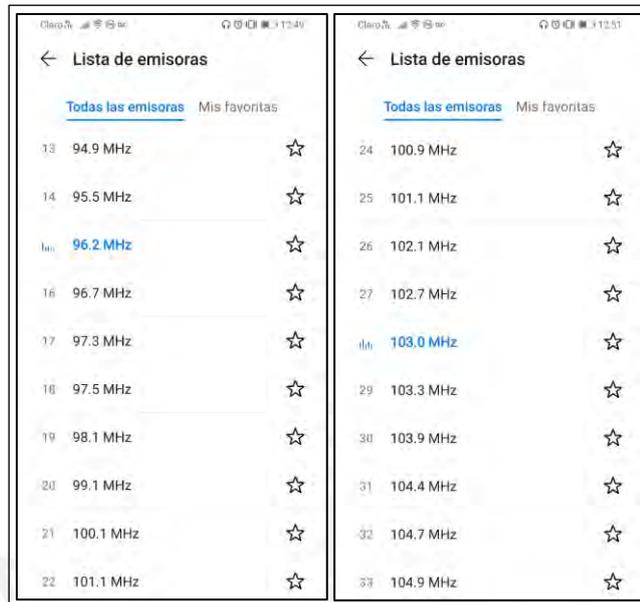


Figura 15 Pruebas de recepción de señales FM en la frecuencia 96.2 y 103.0 MHz

Fuente: Pruebas realizadas en un equipo celular Huawei, modelo STK-LX3

3.2. Propuesta de reducir la separación en la asignación de frecuencias

Al respecto, en la actualidad y según lo establecido en la norma de radiodifusión, la asignación de frecuencia en las localidades del servicio secundario se realiza a una separación de 400 kHz de las frecuencias asignadas en las localidades del servicio primario. Es pertinente mencionar que, las estaciones del servicio secundario operan con bajas potencias, hasta un máximo de 500 W. de e.r.p.; ello con el fin de no afectar la zona de cobertura (o zona de servicio) de las estaciones de radio FM del servicio primario.

Ahora bien, en las recomendaciones de la UIT se señala que la excursión máxima de una frecuencia deber ser: +/- 75 kHz; sin embargo, de acuerdo a la evaluación técnica que ha realizado cada país, ha establecido un ancho de banda para las frecuencias portadoras; en el caso de Perú, se ha establecido un ancho de banda de cada frecuencia portadora de 256 kHz, es decir +/- 128 kHz a cada lado lateral de la frecuencia portadora; por lo que, de asignarse la frecuencia: 89.5 MHz, y teniendo en cuenta el ancho de banda, su frecuencia inicial (F_i) sería 89.372 MHz y su frecuencia final (F_f) sería

89.628 MHz; por lo que, la siguiente frecuencia portadora que podría asignarse sería la 89.8 MHz, siendo para este caso su frecuencia inicial (F_i) sería 89.672 MHz y su frecuencia final (F_f) sería 89.928 MHz (Figura 16).

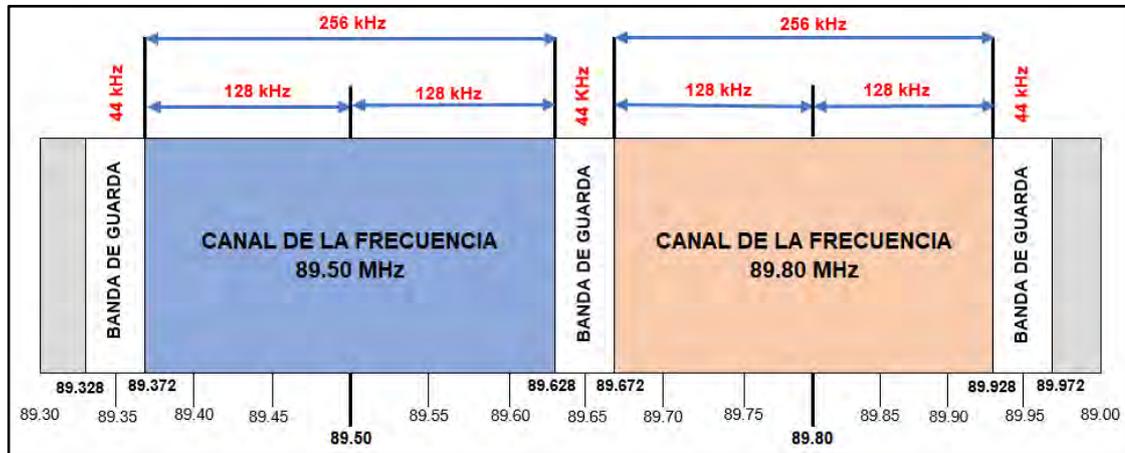


Figura 16 Ancho de banda de un Canal de Radio FM

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, de acuerdo a lo evaluado en la gráfica anterior, se concluye que es posible la asignación de frecuencias portadoras a una separación de 300 kHz., teniendo una banda de guarda entre ambas frecuencias de 44 kHz; en sentido, se propone que las **nuevas asignaciones de frecuencias en las localidades del servicio secundario** se realice de **400 kHz a 300 kHz** de separación de las frecuencias asignadas en las localidades del servicio primario; para lo cual se deberá tener en cuenta la relación de protección que se establecerá en el numeral 3.3 de la presente tesis.

3.3. Propuesta de incluir la relación de protección para frecuencias portadoras separadas a 300 kHz.

En las normas técnicas de nuestro país, solo se ha establecido relaciones de protección para la separación de frecuencias portadoras a 0, 200 y 400 kHz; sin embargo, de acuerdo a las recomendaciones por la UIT, se establece también relación de protección para separación de frecuencias portadoras a 300 kHz (Figura 8 y 9), debiendo ser la relación de protección -7 dB. Precisar que, dicha relación de protección permitirá determinar la distancia de separación a considerar entre las estaciones que operen con frecuencias separadas a 300 kHz; por lo tanto, las frecuencias que se propongan para ser incluidas en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de

Lima y Callao, deben cumplir con la relación de protección establecida por la UIT.

En ese sentido, y en virtud a que en el numeral 3.2 de la presente tesis, se ha propuesto que las nuevas frecuencias del servicio secundario sean asignadas a 300 kHz de las frecuencias del servicio primario, es necesario establecer e incluir dentro de la Normas de Radiodifusión, aprobado por el MTC, que la relación de protección para la separación de frecuencias portadoras a 300 kHz, debe ser -7 dB.

3.4. Distribución actual de las frecuencias en Lima y Callao

Tal como se mencionó en el alcance de la tesis, el estudio técnico se centrará en evaluar que frecuencias podrían incluirse en las canalizaciones de las **localidades del servicio secundario de Lima y Callao**; por ello, es importante saber cómo se realizó la distribución de frecuencias en dichas localidades. Ahora bien, teniendo en cuenta que las frecuencias canalizadas en los planes de canalización de las localidades del servicio secundario han sido asignadas a 400 kHz de las frecuencias del servicio primario, se tiene un total 61 frecuencias distribuidas de la siguiente manera:

| FREC. (MHz) | ANCON | SANTA ROSA | VENTANILLA | PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | SAN JUAN DE LURIGANCHO | VITARTE | SAROCOTO | VALLE AMAUTA | RAMIRO PRIALE | HUAYCAN-HORACIO ZAVALLOS | CHACLACAYO | CHOSICA-RICARDO PALMA | CIENEGUILLA | PACHACAMAC LURIN-SAN FERNANDO DE MANCHAY | VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO | |
|-------------|-------|------------|------------|--------------------------------|------------------------|---------|----------|--------------|---------------|--------------------------|------------|-----------------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
| 89.3 | | | | 89.3 | 89.3 | | | | | | 89.3 | | | | | |
| 90.1 | 90.1 | | 90.1 | | 90.1 | | | 90.1 | | | | 90.1 | 90.1 | 90.1 | | |
| 91.5 | 91.5 | | 91.5 | | 91.5 | | 91.5 | | | 91.5 | 91.5 | | 91.5 | 91.5 | | |
| 97.7 | 97.7 | | 97.7 | | 97.7 | | | 97.7 | | 97.7 | | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 |
| 98.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98.7 | | | 98.7 | | | 98.7 | | | | | | | | | 98.7 | |
| 99.5 | | 99.5 | | 99.5 | | | | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 |
| 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100.7 | | | 100.7 | | | | | | | 100.7 | | 100.7 | 100.7 | 100.7 | | |
| 101.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101.7 | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | | | 101.7 | | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | 101.7 | 101.7 |
| 104.3 | | | | | | | | | 104.3 | | | | | | | |
| 105.1 | | | | 105.1 | 105.1 | | | | | 105.1 | | 105.1 | 105.1 | 105.1 | 105.1 | 105.1 |
| 105.9 | | | | | | | | | 105.9 | | | | | | | |
| 106.7 | | | | | | | | | 106.7 | | | | | | | |
| TOTAL | 3 | 2 | 5 | 4 | 6 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 7 | 8 | 4 | |

Tabla 20 Distribución de frecuencias en localidades del servicio secundario en Lima y Callao

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis de Intermodulación

El producto de intermodulación son señales no deseadas que se generan de la mezcla, suma o resta de dos señales de radiofrecuencias, y se producen fuera de la banda de frecuencias en la que se encuentran las dos señales originales. Al respecto, cabe señalar que, no se deberá asignar frecuencias en una misma localidad, cuya combinación genere **intermodulación de**

tercer orden (Figura 17), dentro de los +/- 200 kHz de las frecuencias que son usadas por el sistema de aterrizaje instrumental (ILS) y el sistema de radionavegación (VOR) del aeropuerto, en un área de cincuenta (50) kilómetros de radio, ello conforme a lo indicado en la Norma de Radiodifusión, aprobado por el MTC.

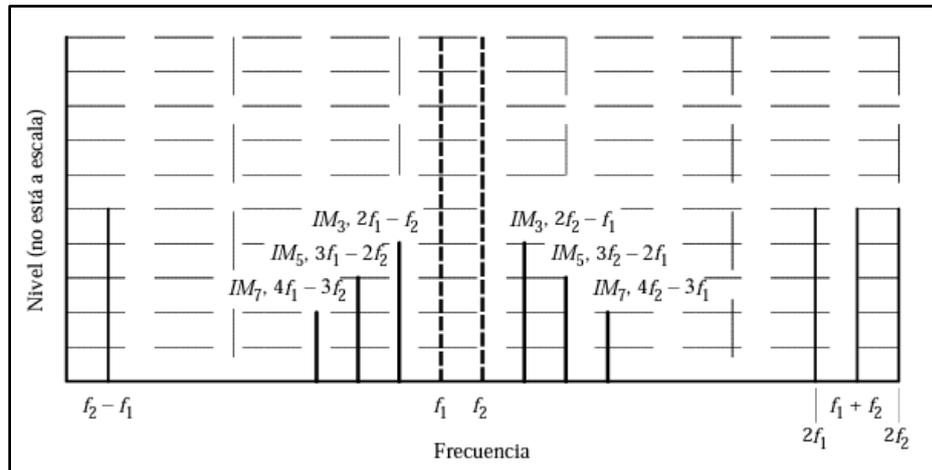


Figura 17 Productos de Intermodulación

Fuente: Recomendación UIT-R SM.1446

Asimismo, de la gráfica anterior, la UIT ha establecido el orden de cada producto de intermodulación; por ejemplo, el producto de tercer orden IM_3 tienen la forma $2f_2 - f_1$, y son los que los diseñadores le toman más relevancia debido a que frecuentemente vienen especificados en las normas; además, se utilizan los productos " $f_1 + f_2 - f_3$ " ya que estos son de mayor magnitud y numerosos cuando existe más de dos (2) señales interferentes.

Ahora bien, como el estudio técnico comprende la evaluación de nuevas frecuencias que puedan ser agregados a canalizaciones **de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao**, se debe tener en cuenta los productos de intermodulación que las nuevas frecuencias puedan generar en las frecuencias del sistema ILS-VOR que comprende el aeropuerto Jorge Chávez, las cuales operan en la frecuencia 109.7 MHz. y 116.9 MHz, según la publicación de información aeronáutica – AIP [17].

3.5.1. Producto de intermodulación de la forma $2f_2 - f_1$

Como se indicó en el párrafo anterior, los sistemas ILS-VOR operan en la frecuencia 109.7 MHz. y 116.9 MHz. respectivamente; por lo que, no se

deben generar en productos de intermodulación en +/- 200 kHz. de dichas frecuencias; por lo tanto, se procede a realizar el análisis y determinar que frecuencias podrían generar intermodulación a dichos sistemas y por ende no deberían asignarse en una misma localidad.

Los rangos de frecuencias donde no se deben generar productos de intermodulación, son:

- ✓ Para el sistema ILS: **F=109.7 MHz +/-200 kHz**

$$109.5 \leq F (109.7) \leq 109.9$$

- ✓ Para el sistema ILS: **F=116.9 MHz +/-200 kHz**

$$116.7 \leq F (116.9) \leq 117.1$$

Ahora bien, las frecuencias que deben analizarse son las que posiblemente podrían incluirse a las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao; por lo tanto, teniendo en cuenta que se ha propuesto asignar las nuevas frecuencias del servicio secundario a 300 kHz de las frecuencias del servicio primario, se tienen un total de 15 frecuencias (casillas de color blanco, Figura 18) del servicio secundario que podrían agregarse en los planes de canalización de las localidades mencionadas; asimismo, debe incluirse en el análisis de los productos de intermodulación las 16 frecuencias (casillas de color naranja, Figura 18) que ya están canalizadas en las localidades del servicio secundario.

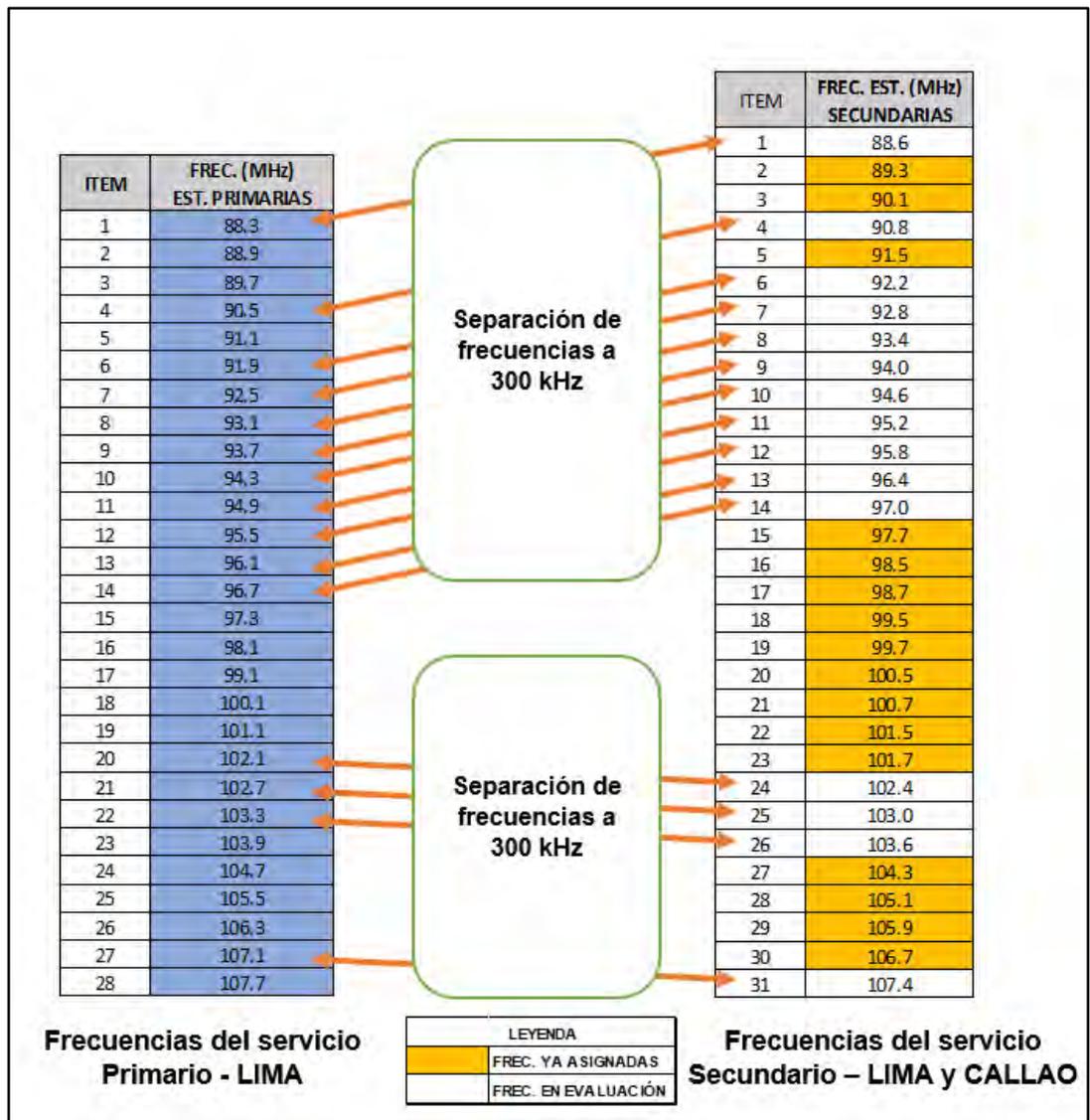


Figura 18 Separación en la asignación de frec. del servicio primario y secundario

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, con ayuda del Excel, se determinó que frecuencias podrían generar productos de intermodulación en las frecuencias de los sistemas ILS-VOR, obteniéndose un total de 18 productos de intermodulación (Tabla 20); ello, implica que no podría asignar las frecuencias F_1 y F_2 en una misma localidad; sin embargo, podría asignar una de ellas en una localidad.

| ITEM | F1 | F2 | 2F2-F1 |
|------|-------|-------|--------|
| 1 | 89.3 | 99.5 | 109.7 |
| 2 | 91.5 | 100.5 | 109.5 |
| 3 | 91.5 | 100.7 | 109.9 |
| 4 | 93.4 | 101.5 | 109.6 |
| 5 | 95.2 | 102.4 | 109.6 |
| 6 | 96.4 | 103.0 | 109.6 |
| 7 | 97.7 | 103.6 | 109.5 |
| 8 | 98.7 | 104.3 | 109.9 |
| 9 | 100.5 | 105.1 | 109.7 |
| 10 | 100.7 | 105.1 | 109.5 |
| 11 | 103.6 | 106.7 | 109.8 |
| 12 | 105.1 | 107.4 | 109.7 |
| 13 | 89.3 | 103.0 | 116.7 |
| 14 | 90.1 | 103.6 | 117.1 |
| 15 | 91.5 | 104.3 | 117.1 |
| 16 | 93.4 | 105.1 | 116.8 |
| 17 | 96.4 | 106.7 | 117.0 |
| 18 | 97.7 | 107.4 | 117.1 |

Tabla 21 Producto de Intermodulación de la forma 2f2-f1

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Producto de intermodulación de la forma f1 + f2 – f3

De la misma forma, con ayuda del Excel, se determinó que frecuencias podrían generar productos de intermodulación de la forma “f1 + f2 – f3” en las frecuencias de los sistemas ILS-VOR, obteniéndose un total de 400 productos de intermodulación (Tabla 21); ello, implica que no podría asignar las frecuencias F₁, F₂ y F₃ en una misma localidad; sin embargo, podría asignar dos de ellas en una misma localidad.

| ITEM | F1 | F2 | F3 | F1+F2-F3 |
|-------|-------|-------|------|----------|
| 1 | 90.8 | 107.4 | 88.6 | 109.6 |
| 2 | 91.5 | 106.7 | 88.6 | 109.6 |
| 3 | 91.5 | 107.4 | 89.3 | 109.6 |
| 4 | 92.2 | 105.9 | 88.6 | 109.5 |
| 5 | 92.2 | 106.7 | 89.3 | 109.6 |
| 6 | 92.2 | 107.4 | 90.1 | 109.5 |
| 7 | 93.4 | 105.1 | 88.6 | 109.9 |
| 8 | 94.0 | 104.3 | 88.6 | 109.7 |
| 9 | 94.0 | 105.1 | 89.3 | 109.8 |
| 10 | 94.0 | 105.9 | 90.1 | 109.8 |
| (...) | | | | |
| 395 | 107.4 | 103.6 | 94.0 | 117.0 |
| 396 | 107.4 | 104.3 | 94.6 | 117.1 |
| 397 | 107.4 | 105.1 | 95.8 | 116.7 |
| 398 | 107.4 | 105.9 | 96.4 | 116.9 |
| 399 | 107.4 | 106.7 | 97.0 | 117.1 |
| 400 | 107.4 | 107.4 | 97.7 | 117.1 |

Tabla 22 Producto de Intermodulación de la forma f1+f2-f3

Fuente: Elaboración propia

3.6. Posibles frecuencias que podrían ser canalizadas

Ahora bien, se ha evaluado las posibles frecuencias que se podrían agregar a canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, teniendo en cuenta cada uno de los parámetros técnicos anteriormente evaluados, entre las cuales se define: i) utilizar las frecuencias pares, debido a lo propuesto de reducir la separación de canales de banda de FM a 100 kHz, ii) asignar las nuevas frecuencias del servicio secundario a 300 kHz de las frecuencias asignadas en la localidades del servicio primario, iii) respetar una relación de protección - 7dB para las frecuencias portadoras que operen con una separación de 300 kHz; además, que iv) no se asignarán frecuencias en una misma localidad cuya combinación genere intermodulación de tercer orden, dentro de los +/- 200 kHz de las frecuencias que son usadas por los sistemas ILS-VOR (109.7 y 116.9 MHz), y ii) en las localidades donde se tenga asignado el Canal 6 TV (82-88 MHz) no se realizará asignación de frecuencias por debajo de 91.9 MHz.

De acuerdo a la Tabla 22, se había determinado 15 posibles frecuencias las cuales se distribuirían en las 15 localidades del servicio secundario de Lima y Callo, teniendo como resultado un total de 71 nuevas frecuencias distribuidas en las localidades mencionadas; sin embargo, aun corresponde realizar las simulaciones de cobertura y calcular las distancias mininas de separación que debe existir entre las estaciones del servicio primario y secundario, con la finalidad de evitar posibles interferencias entre ambas estaciones.

| ITEM | FREC. EST. SECUNDARIAS | ANCON | SANTA ROSA | VENTANILLA | PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | SAN JUAN DE LURIGANCHO | SAROCOTO | VITARTE | VALLE AMAUTA | RAMIRO PRIALE | HUAYCAN-HORACIO ZAVALLLOS | CHACLACAYO | CHOSICA-RICARDO PALMA | CIENEGUILLA | PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO DE MANCHAY | VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO | |
|---------------------------|------------------------|-------|------------|------------|--------------------------------|------------------------|----------|---------|--------------|---------------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
| 1 | 88.6 | | | | | 88.6 | | | 88.6 | | | | | | | | 88.6 |
| 2 | 89.3 | | | | 89.3 | 89.3 | | | | | | 89.3 | | | | | |
| 3 | 90.1 | 90.1 | | 90.1 | | 90.1 | | | 90.1 | | | | 90.1 | 90.1 | 90.1 | | |
| 4 | 90.8 | | | | | 90.8 | | | 90.8 | | | | | | | | 90.8 |
| 5 | 91.5 | 91.5 | | 91.5 | | 91.5 | 91.5 | | | | 91.5 | 91.5 | | 91.5 | 91.5 | | |
| 6 | 92.2 | 92.2 | | 92.2 | | 92.2 | | | 92.2 | | 92.2 | | 92.2 | | | | 92.2 |
| 7 | 92.8 | 92.8 | | 92.8 | | 92.8 | | | 92.8 | | 92.8 | | 92.8 | | | | |
| 8 | 93.4 | 93.4 | | 93.4 | | | 93.4 | | 93.4 | | | | | | | | |
| 9 | 94.0 | 94.0 | | 94.0 | | | 94.0 | | 94.0 | | 94.0 | | 94.0 | | | | 94.0 |
| 10 | 94.6 | 94.6 | | | 94.6 | | 94.6 | | 94.6 | | | 94.6 | | | | | 94.6 |
| 11 | 95.2 | 95.2 | | | 95.2 | | 95.2 | | 95.2 | | 95.2 | | 95.2 | | 95.2 | | |
| 12 | 95.8 | 95.8 | | 95.8 | | 95.8 | | | 95.8 | | 95.8 | | 95.8 | | 95.8 | | |
| 13 | 96.4 | 96.4 | | | 96.4 | | 96.4 | | 96.4 | | 96.4 | | 96.4 | | 96.4 | | |
| 14 | 97.0 | 97.0 | | 97.0 | | | 97.0 | | 97.0 | | | 97.0 | | | | | |
| 15 | 97.7 | 97.7 | | 97.7 | | 97.7 | | | 97.7 | | 97.7 | | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 |
| 16 | 98.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 98.7 | | | 98.7 | | | | 98.7 | | | | | | 98.7 | 98.7 | | |
| 18 | 99.5 | | 99.5 | | 99.5 | | | | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 |
| 19 | 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 100.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 100.7 | | | 100.7 | | | | | | | 100.7 | | 100.7 | 100.7 | 100.7 | | |
| 22 | 101.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 101.7 | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | | | 101.7 | | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | 101.7 | 101.7 |
| 24 | 102.4 | | 102.4 | | | | | 102.4 | | 102.4 | | | | | | | |
| 25 | 103.0 | | 103.0 | | | | | 103.0 | | | | | | 103.0 | | | |
| 26 | 103.6 | | 103.6 | | | | | 103.6 | | | | 103.6 | | | | | |
| 27 | 104.3 | | | | | | | | | 104.3 | | | | | | | |
| 28 | 105.1 | | | | 105.1 | 105.1 | | | | | 105.1 | | 105.1 | 105.1 | 105.1 | 105.1 | 105.1 |
| 29 | 105.9 | | | | | | | | | 105.9 | | | | | | | |
| 30 | 106.7 | | | | | | | | | 106.7 | | | | | | | |
| 31 | 107.4 | | | | | | | 107.4 | | | | | | | | | |
| CANALIZADAS | | 3 | 2 | 5 | 4 | 6 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 7 | 8 | 4 | 61 |
| NUEVAS FRECUENCIAS | | 9 | 3 | 6 | 3 | 5 | 6 | 4 | 10 | 1 | 6 | 3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 71 |
| TOTAL | | 12 | 5 | 11 | 7 | 11 | 7 | 5 | 14 | 4 | 11 | 7 | 10 | 8 | 11 | 9 | 132 |

Tabla 23 Posibles frecuencias que podrían ser canalizadas

Fuente: Elaboración propia

| LEYENDA | |
|---------|----------------------|
| | FREC. YA CANALIZADAS |
| | FREC. EN EVALUACIÓN |

4. CAPITULO 4. SIMULACIONES DE COBERTURA

Con la finalidad de evitar interferencias a las estaciones del servicio primario ubicadas en la localidad de Lima, se realizará el cálculo del radio de cobertura y simulaciones de las estaciones que utilizarían las nuevas frecuencias en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, y determinar las distancias mínimas de separación que debe existir entre las estaciones del servicio primario y secundario.

4.1. Cálculo de radio de cobertura

Es importante calcular el radio de cobertura de cada frecuencia a fin de determinar la distancia mínima de separación que debe existir con las estaciones FM que ya se encuentran instaladas en la localidad de Lima. Para ello se utilizarán las fórmulas establecidas en el Manual del Plan de Frecuencia en el Servicio de Radiodifusión [16], entre las cuales tenemos:

| Fórmulas para el cálculo de Radio de cobertura | | |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| E(V/m) | $\frac{88 \cdot 10^6 \cdot H_t \cdot H_r \cdot \sqrt{P \cdot G}}{\lambda \cdot d^2}$ |(I) |
| E(dB) | E-La-Lc-Lr |(II) |
| Factor de Ciudad (Lc) | $35 - 8 \cdot \log(d)$ |(III) |
| Factor de Ruido (Lr) | 1.50 |(VI) |

Donde:

E(V/m): Intensidad de campo

Ht: Altura de Torre (m)

Hr: Altura de recepción (m)

P: Potencia del Transmisor (W)

G: Ganancia del arreglo de antenas (dBi)

λ : Longitud de onda (m)

d: Radio de cobertura (Km)

E(dB): Zona de servicio: 66 dB μ

La: Pérdidas (cables, conectores, etc)

Lc: Factor de ciudad

Lr: Factor de ruido

Primero se debe reemplazar los datos de la estación FM en la fórmula de intensidad de campo E (V/m) – fórmula I, para luego convertir todos los datos en decibelios (dB), y reemplazar en la fórmula II. Precisar que, a través de la fórmula I, permite realizar un cálculo ideal sin pérdidas del radio de cobertura o distancia de propagación; sin embargo, en toda propagación de señales existen pérdidas por diversos factores; por tal motivo, para el cálculo de radio de cobertura de las estaciones FM se consideraran las pérdidas producido por el hombre y el ruido atmosférico los cuales, influyen en la relación señal/ruido y que se materializa como un factor de atenuación más conocido como factor de ruido (L_r).

Además, en la propagación de las señales FM también se producen fenómenos de atenuación debido a los obstáculos que presentan los edificios, cerros, entre otros, los cuales se le añaden en la trayectoria de reflexión de las señales que llegan a la antena receptora y que se manifiestan en una reducción de la amplitud de la señal receptionada, considerándose todo ello como un factor de atenuación denominado factor de ciudad (L_c).

Ahora bien, del estudio técnico realizado en el capítulo 3 del desarrollo de la propuesta de tesis, se obtuvo un total de 15 nuevas frecuencias, distribuidas en cada uno de las 15 localidades del servicio secundario de Lima y Callao; por lo que, a fin de calcular la distancia mínima de separación que debe existir entre las estaciones del servicio primario de la localidad de Lima, el primer paso será calcular el radio de cobertura de las nuevas frecuencias. Para ello, se utilizará las fórmulas indicadas en el párrafo anterior y con ayuda del Excel se tienen los siguientes valores:

| NUEVAS ESTACIONES FM (SERVICIO SECUNDARIO) | | | |
|--------------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ITEM | FREC. EST. SECUNDARIAS | RADIO DE COBERTURA (Km) | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS |
| 1 | 88.6 | 2.44 | *POTENCIA Tx: 500 W *GANANCIA ANT: 3.5 dBi. *PERDIDAS: 1.5 dB. *ALTURA DE ANT: 27 m. *ZONA DE SERVICIO: 66 dB μ *RELACIÓN DE PROTECCIÓN: - 7 dB |
| 2 | 90.8 | 2.48 | |
| 3 | 92.2 | 2.50 | |
| 4 | 92.8 | 2.51 | |
| 5 | 93.4 | 2.51 | |
| 6 | 94.0 | 2.53 | |
| 7 | 94.6 | 2.54 | |
| 8 | 95.2 | 2.55 | |
| 9 | 95.8 | 2.56 | |
| 10 | 96.4 | 2.57 | |
| 11 | 97.0 | 2.58 | |
| 12 | 102.4 | 2.67 | |
| 13 | 103.0 | 2.68 | |
| 14 | 103.6 | 2.69 | |
| 15 | 107.4 | 2.75 | |

Tabla 24 Cálculo de radio de cobertura_Estaciones Secundarias

Fuente: Elaboración propia

Precisar que, los datos de las características técnicas de la Tabla 24, fueron tomados acorde a lo señalado en la norma de radiodifusión para las estaciones del **servicio secundario**, como, por ejemplo, se consideró el valor de la máxima potencia establecida para dichas estaciones (500 W.); además, se consideró una relación de protección de -7 dB.

Asimismo, se realizó el cálculo del radio de cobertura de las estaciones de radio FM del servicio primario, comprendidas en la localidad de Lima que operan con una separación de frecuencias a 300 kHz de las nuevas frecuencias que serán distribuidas en la localidad del servicio secundario de Lima y Callao. Para ello, se utilizó los valores de las estaciones ya aprobadas por el MTC, información que fue proporcionada por dicha entidad, mediante el Memorando N.º 3206-2023-MTC/28.01, obteniéndose los siguientes valores:

| ESTACIONES FM AUTORIZADAS_LOCALIDAD DE LIMA (SERVICIO PRIMARIO) | | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ITEM | FREC. EST. PRIMARIAS | RADIO DE COBERTURA (Km) | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS |
| 1 | 88.3 | 13.68 | *POTENCIA Tx: 25 KW *GANANCIA ANT: 3.15 dBi. *PERDIDAS: 1.5 dB. *ALTURA DE ANT: 27 m. *ZONA DE SERVICIO: 66 dBμ |
| 2 | 88.9 | 13.74 | |
| 3 | 90.5 | 13.89 | |
| 4 | 91.1 | 13.95 | |
| 5 | 91.9 | 14.02 | |
| 6 | 92.5 | 14.08 | |
| 7 | 93.1 | 14.14 | |
| 8 | 93.7 | 14.19 | |
| 9 | 94.3 | 14.25 | |
| 10 | 94.9 | 14.31 | |
| 11 | 95.5 | 14.36 | |
| 12 | 96.1 | 14.42 | |
| 13 | 96.7 | 14.48 | |
| 14 | 97.3 | 14.53 | |
| 15 | 102.1 | 14.98 | |
| 16 | 102.7 | 15.03 | |
| 17 | 103.3 | 15.09 | |
| 18 | 103.9 | 15.14 | |
| 19 | 107.1 | 15.43 | |
| 20 | 107.7 | 15.49 | |

Tabla 25 Cálculo de radio de cobertura _ Estaciones Primarias

Fuente: Elaboración propia

Precisar que, si bien cada una de las estaciones del servicio primario operan con una potencia de transmisión específica, para el análisis del presente caso, se utilizará el valor máximo de potencia de todas las estaciones, siendo esta 25 Kw; por lo que, con dicho valor se obtendrá el mayor radio de cobertura para cada una de las estaciones del servicio primario, permitiendo ello realizar

la evaluación de la distancia mínima de separación que debe existir con las estaciones del servicio secundario.

En ese sentido, tomando el mayor radio de cobertura, tanto para las estaciones del servicio secundario (2.75 Km) y primario (15.49 Km), tenemos que la distancia mínima de separación que debería haber entre ambas estaciones es de 18.24 Km; por lo tanto, se deberá verificar si dicha distancia se cumple para las nuevas frecuencias distribuidas en las localidades del servicio secundario de Lima y Callao.

4.2. Simulaciones con el Radio Mobile

Las simulaciones de cobertura permitirán evaluar y/o determinar posibles interferencias que las nuevas estaciones que utilicen las frecuencias evaluadas en la presente tesis, ocasionen o afecten la zona de servicio de las estaciones del servicio primario. De darse el caso, no se tomarían en cuenta las nuevas frecuencias evaluadas para ser consideradas en las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima o Callao; por lo tanto, las simulaciones se realizarán con ayuda del Software Radio Mobile y el Google Earth.

Ahora bien, para las simulaciones de cobertura es necesario saber las ubicaciones de las estaciones tanto del servicio primario y secundario. Para el caso de las estaciones del servicio primario, estas se encuentran ubicadas en el Cerro denominado "Morro Solar", en el distrito de Chorrillos, departamento de Lima; sin embargo, para las estaciones del servicio secundario que utilizarían las nuevas frecuencias, se ha tomado como referencia las ubicaciones de las estaciones que ya se encuentran instaladas o también se han propuesto coordenadas donde estas podrían ubicarse, teniendo en cuenta que las estaciones del servicio secundario no pueden instalarse en el límite de la localidad y tampoco en la zona alta (cima) de los cerros, de conformidad con lo señalado en la norma de radiodifusión. Las coordenadas geográficas de las estaciones son las siguientes:

| NUEVAS ESTACIONES FM (SERVICIO SECUNDARIO) | | | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|----------------|
| ITEM | DISTRITO | COORDENADAS GEOGRAFICAS | |
| | | LONGITUD | LATITUD |
| 1 | ANCON | 77° 08' 27.7" | 11° 44' 00.1" |
| 2 | SANTA ROSA | 77° 10' 28.3" | 11° 47' 59.8" |
| 3 | VENTANILLA | 77° 07' 37.4" | 11° 54' 04.4" |
| 4 | PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | 77° 01' 12.3" | 11° 53' 12.2" |
| 5 | SAN JUAN DE LURIGANCHO | 76° 59' 44.6" | 11° 58' 52.9" |
| 6 | SAROCOTO | 76° 56' 13.12" | 11° 58' 9.27" |
| 7 | VITARTE | 76° 54' 12.8" | 12° 01' 47.9" |
| 8 | VALLE AMAUTA | 76° 54' 12.8" | 12° 01' 47.9" |
| 9 | RAMIRO PRIALE | 76° 53' 32.82" | 12° 02' 33.94" |
| 10 | HUAYCAN-HORACIO ZEVALLOS | 76° 49' 36.4" | 12° 00' 48.9" |
| 11 | CHACLACAYO | 76° 45' 44.5" | 11° 58' 37.7" |
| 12 | CHOSICA-RICARDO PALMA | 76° 42' 00.6" | 11° 56' 38.0" |
| 13 | CIENEGUILLA | 76° 48' 57.2" | 12° 06' 54.0" |
| 14 | PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO DE MANCHAY | 76° 47' 42.2" | 12° 21' 55.7" |
| 15 | VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 76° 56' 52.10" | 12° 11' 44.70" |

Tabla 26 Ubicación propuesta para las estaciones secundarias

Fuente: Elaboración propia

| ESTACIONES FM AUTORIZADAS_LOCALIDAD DE LIMA (SERVICIO PRIMARIO) | | | |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|
| ITEM | DISTRITO | COORDENADAS GEOGRAFICAS | |
| | | LONGITUD | LATITUD |
| 1 | LOCALIDAD DE LIMA - ESTACIONES UBICADAS EN EL MORRO SOLAR 88.3 MHz 88.9 MHz 90.5 MHz 91.1 MHz 91.9 MHz 92.5 MHz 93.1 MHz 93.7 MHz 94.3 MHz 94.9 MHz 95.5 MHz 96.1 MHz 96.7 MHz 97.3 MHz 102.1 MHz 102.7 MHz 103.3 MHz 103.9 MHz 107.1 MHz 107.7 MHz | 77° 01' 18.9" | 12° 10' 52.7" |

Tabla 27 Ubicación de las estaciones Primarias

Fuente: Información proporcionada por el MTC

Teniendo la información de las ubicaciones y las características técnicas de dichas estaciones, se procede con las simulaciones de cobertura, tanto de las estaciones del servicio primario y secundario, verificándose que la zona de servicio simulada en el Radio Mobile (Figura 19) de dichas estaciones corresponde al radio de cobertura promedio calculado en el numeral 4.1 de la presente tesis (Ver Tabla 23 y 24).

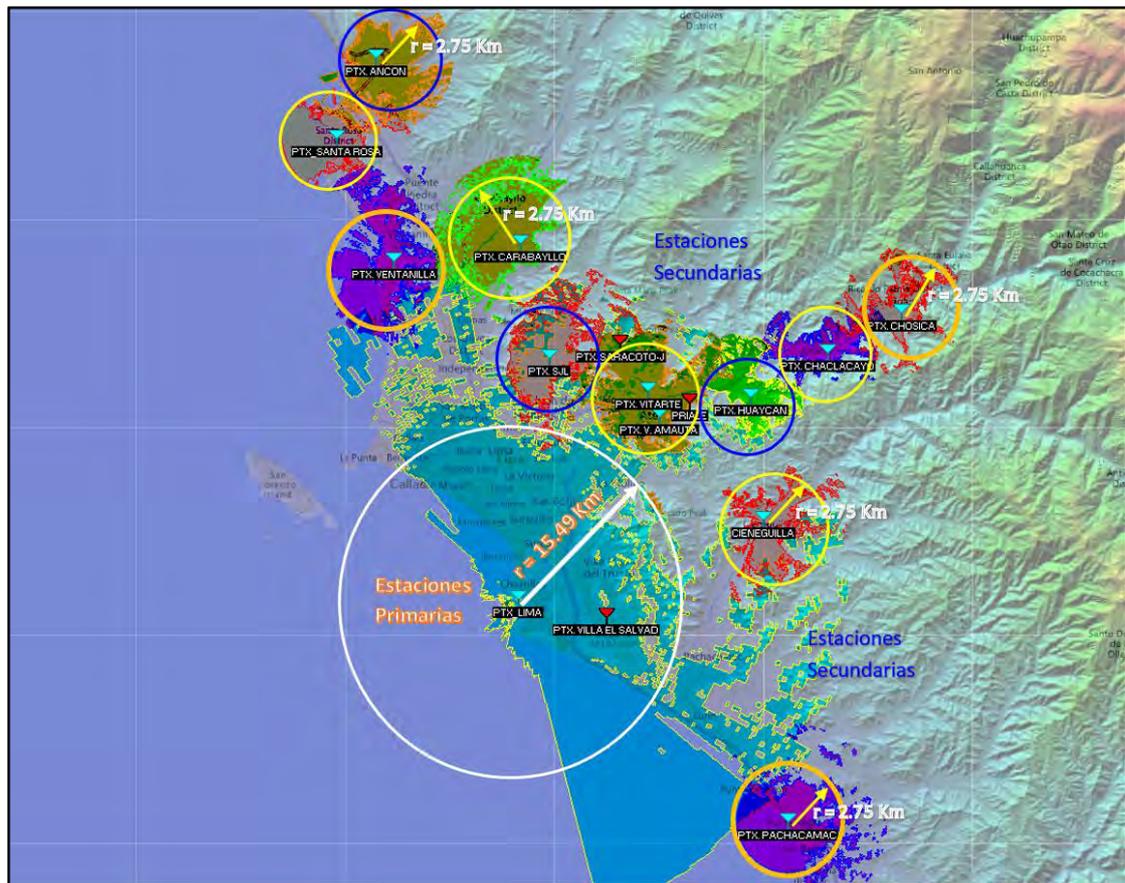


Figura 19 Simulación _ radio de cobertura

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, teniendo en cuenta que el radio de cobertura de las estaciones secundarias es 2.75 Km. y de las estaciones primarias es 15.49 Km., la distancia mínima de separación que debería haber entre ambas estaciones es de 18.24 Km; por lo que, se procede a realizar el siguiente análisis:

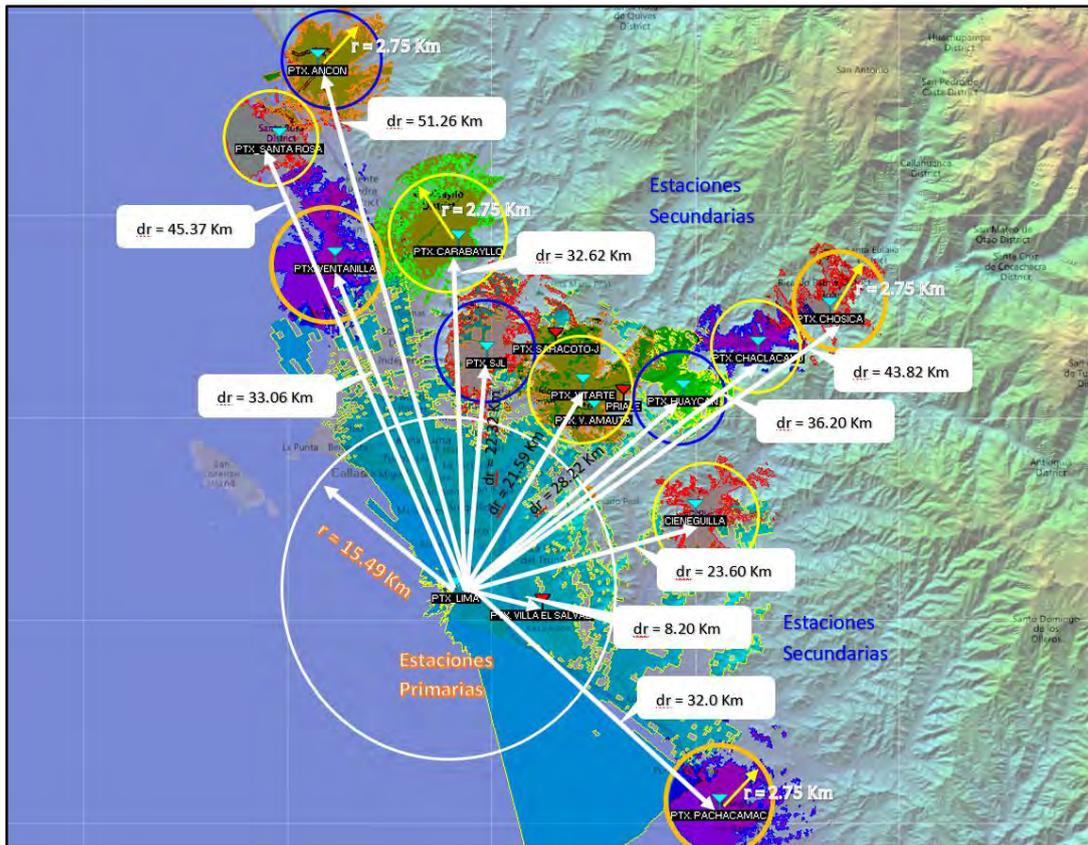


Figura 20 Simulación _ Distancia mínima de separación

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N° 20, se muestran las distancias reales que existen entre las estaciones primarias y estaciones secundarias, verificándose que, las nuevas estaciones (utilizando las frecuencias evaluadas en la presente tesis) que se ubicarían en las localidades de: Ancón, Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Puente Piedra-Carabayllo-Comas, Ventanilla, Vitarte, Valle Amauta, Huaycan-Horacio Zevallos, Chaclacayo, Chosica-Ricardo Palma, Cieneguilla, Pachacamac-Lurin-San Fernando de Manchay, cumplen con la distancia mínima de separación de 18.24 Km. que debe existir entre las estaciones del servicio primario (Tabla 24); sin embargo, las estaciones que se ubicarían en la localidad de “Villa Maria del Triunfo -Villa el Salvador”, se encuentran a 8.20 Km de las estaciones primarias ubicadas en la localidad de Lima, siendo menor a distancia mínima de separación (18.24 Km); por lo que, las frecuencias que se proponían agregar en dicha localidad quedan excluidas. Asimismo, se ha verificado que, las localidades de Saracoto y Ramiro Priale, tienen la misma zona de cobertura de la localidad de Vitarte y Valle Amauta; por lo tanto, las nuevas frecuencias que se proponían agregar en los planes de canalización de las localidades Saracoto y Ramiro Priale, no se tomaran

en cuenta debido a que estas eran las mismas que se proponen para las localidades de Vitarte y Valle Amauta. Además, algunas de las frecuencias que se proponían agregar a la localidad de Valle Amauta se están excluyendo debido a que, éstas fueron consideradas para la localidad vecina de Huaycan-Horacios Cevallos, no debiendo asignarse las mismas frecuencias en localidades vecinas o colindantes debido a que se podría causar interferencias entre ellas.

| LOCALIDAD DEL SERVICIO PRIMARIO | LOCALIDAD DEL SERVICIO SECUNDARIO | DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN (Km) | DISTANCIA REAL (dr) (Km) |
|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| LIMA | ANCON | 18.24 | 51.26 |
| | SANTA ROSA | 18.24 | 45.37 |
| | VENTANILLA | 18.24 | 33.06 |
| | PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | 18.24 | 32.62 |
| | SAN JUAN DE LURIGANCHO | 18.24 | 22.32 |
| | SAROCOTO | 18.24 | X |
| | VITARTE | 18.24 | 21.59 |
| | VALLE AMAUTA | 18.24 | 21.59 |
| | RAMIRO PRIALE | 18.24 | X |
| | HUAYCAN-HORACIO ZEVALLOS | 18.24 | 28.22 |
| | CHACLACAYO | 18.24 | 36.20 |
| | CHOSICA-RICARDO PALMA | 18.24 | 43.82 |
| | CIENEGUILLA | 18.24 | 23.60 |
| | PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO DE MANCHAY | 18.24 | 32.00 |
| | VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 18.24 | 8.20 |

Tabla 28 Distancia mínima de separación vs distancia real

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, del análisis técnico efectuado, se tiene un total de cincuenta y cuatro (54) nuevas frecuencias (casillas de color verde, Tabla 18) distribuidas en doce (12) localidades del servicio secundario de Lima y Callao; por lo que, el MTC de tomar en cuenta la presente tesis, podrá canalizar dichas frecuencias y agregarlas a las canalizaciones de las referidas localidades, distribuidas de la siguiente manera:

| ITEM | FREC. EST. SECUNDARIAS | ANCON | SANTA ROSA | VENTANILLA | PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | SAN JUAN DE LURIGANCHO | SAROCOTO | VITARTE | VALLE AMAUTA | RAMIRO PRIALE | HUAYCAN-HORACIO ZAVALLLOS | CHACLACAYO | CHOSICA-RICARDO PALMA | CIENEGUILLA | PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO DE MANCHAY | VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DELTRIUNFO | |
|--------------------|------------------------|-------|------------|------------|--------------------------------|------------------------|----------|---------|--------------|---------------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----|
| 1 | 88.6 | | | | | 88.6 | | | 88.6 | | | | | | | | |
| 2 | 89.3 | | | | 89.3 | 89.3 | | | | | | 89.3 | | | | | |
| 3 | 90.1 | 90.1 | | 90.1 | | 90.1 | | | 90.1 | | | | 90.1 | 90.1 | 90.1 | | |
| 4 | 90.8 | | | | | 90.8 | | | 90.8 | | | | | | | | |
| 5 | 91.5 | 91.5 | | 91.5 | | 91.5 | 91.5 | | | | 91.5 | 91.5 | | 91.5 | 91.5 | | |
| 6 | 92.2 | 92.2 | | 92.2 | | 92.2 | | | | | 92.2 | | 92.2 | | | | |
| 7 | 92.8 | 92.8 | | 92.8 | | 92.8 | | | | | 92.8 | | 92.8 | | | | |
| 8 | 93.4 | 93.4 | | 93.4 | | | | | 93.4 | | | | | | | | |
| 9 | 94.0 | 94.0 | | 94.0 | | | | | | | 94.0 | | 94.0 | | | | |
| 10 | 94.6 | 94.6 | | | 94.6 | | | | 94.6 | | | 94.6 | | | | | |
| 11 | 95.2 | 95.2 | | | 95.2 | | | | | | 95.2 | | 95.2 | | | 95.2 | |
| 12 | 95.8 | 95.8 | | 95.8 | | 95.8 | | | | | 95.8 | | 95.8 | | | 95.8 | |
| 13 | 96.4 | 96.4 | | | 96.4 | | | | | | 96.4 | | 96.4 | | | 96.4 | |
| 14 | 97.0 | 97.0 | | 97.0 | | | | | 97.0 | | | 97.0 | | | | | |
| 15 | 97.7 | 97.7 | | 97.7 | | 97.7 | | | 97.7 | | | | 97.7 | 97.7 | 97.7 | 97.7 | |
| 16 | 98.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 98.7 | | | 98.7 | | | | | | 98.7 | | | | 98.7 | 98.7 | | |
| 18 | 99.5 | | 99.5 | | 99.5 | | | | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | | 99.5 | 99.5 | 99.5 | |
| 19 | 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 100.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 100.7 | | | 100.7 | | | | | | | 100.7 | | 100.7 | 100.7 | 100.7 | | |
| 22 | 101.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 101.7 | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | | | 101.7 | | | 101.7 | | 101.7 | 101.7 | 101.7 | |
| 24 | 102.4 | | 102.4 | | | | | | 102.4 | | | | | | | | |
| 25 | 103.0 | | 103.0 | | | | | | 103.0 | | | | | 103.0 | | | |
| 26 | 103.6 | | 103.6 | | | | | | 103.6 | | | 103.6 | | | | | |
| 27 | 104.3 | | | | | | | | | 104.3 | | | | | | | |
| 28 | 105.1 | | | | 105.1 | 105.1 | | | | | 105.1 | | 105.1 | 105.1 | 105.1 | 105.1 | |
| 29 | 105.9 | | | | | | | | | 105.9 | | | | | | | |
| 30 | 106.7 | | | | | | | | | 106.7 | | | | | | | |
| 31 | 107.4 | | | | | | | | 107.4 | | | | | | | | |
| CANALIZADAS | | 3 | 2 | 5 | 4 | 6 | 1 | 1 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 7 | 8 | 4 | 61 |
| NUEVAS FRECUENCIAS | | 9 | 3 | 6 | 3 | 5 | 0 | 4 | 5 | 0 | 6 | 3 | 6 | 1 | 3 | 0 | 54 |
| TOTAL | | 12 | 5 | 11 | 7 | 11 | 1 | 5 | 9 | 3 | 11 | 7 | 10 | 8 | 11 | 4 | 115 |

Tabla 29 Distribución final de las nuevas frecuencias evaluadas

Fuente: Elaboración propia

| LEYENDA | |
|---------|---------------------------------------|
| | FRECUENCIAS CANALIZADAS |
| | FRECUENCIAS PROPUESTAS PARA CANALIZAR |

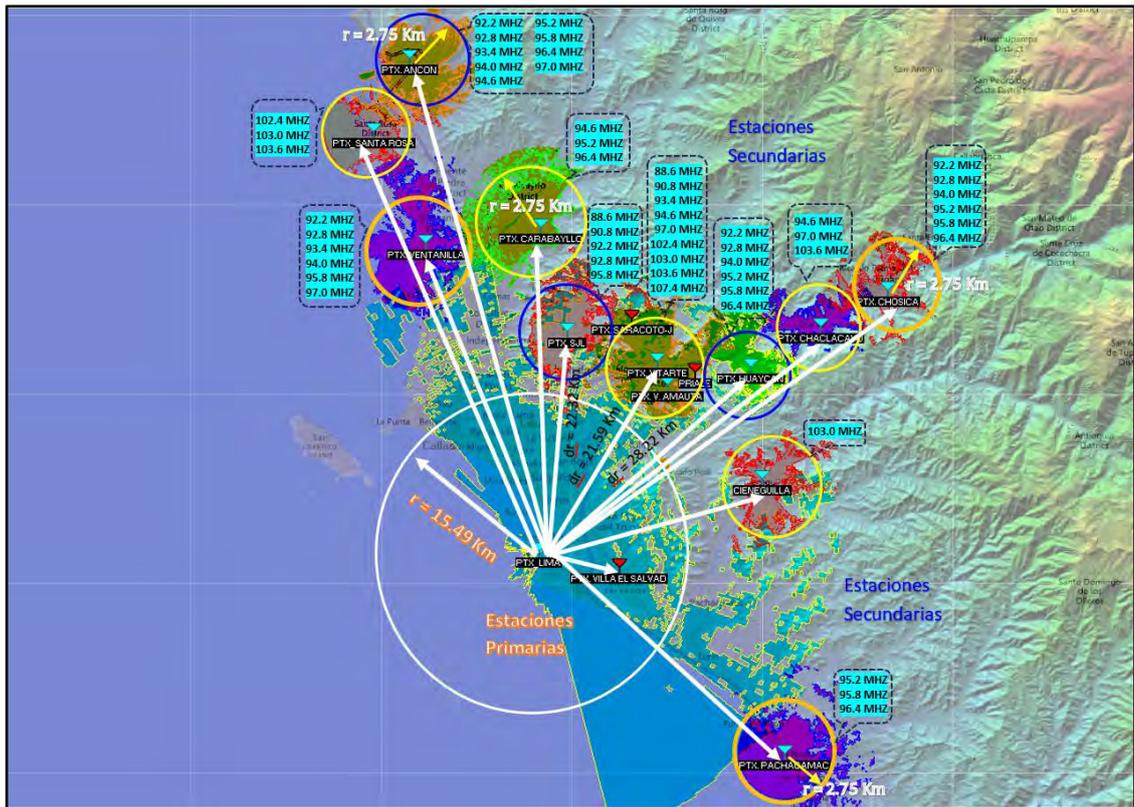


Figura 21 Nuevas frecuencias propuestas en cada localidad

Fuente: Elaboración propia

4.3. Estaciones Ilegales FM incautadas en la localidad de Lima

De acuerdo a la información proporcionada por la “Dirección de Sanciones de Comunicaciones (DSC)” de la DGFSC del MTC, mediante el Memorando N° 2327-2023-MTC/29.03 del 12 de septiembre de 2023, se ha constatado la necesidad de canalizar nuevas frecuencias en las localidades del servicio secundario; toda vez que, en los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023¹⁰, se han incautado un total de 259 estaciones FM que venían operando de manera ilegal, sin contar con autorización del MTC.

¹⁰ Data hasta septiembre del año 2023.

| DISTRITOS | AÑO 2019 | AÑO 2020 | AÑO 2021 | AÑO 2022 | AÑO 2023 (*) |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| EL AGUSTINO | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| PUENTE PIEDRA | 16 | 2 | 4 | 8 | 3 |
| CARABAYLLO | 13 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| COMAS | 26 | 5 | 2 | 5 | 0 |
| ATE | 9 | 0 | 0 | 4 | 3 |
| LURIGANCHO | 7 | 1 | 0 | 3 | 2 |
| LA VICTORIA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SANTA ANITA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VILLA MARÍA DEL TRIUNFO | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| INDEPENDENCIA | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| LURIGANCHO-CHOSICA | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| V ENTANILLA | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| SAN JUAN DE LURIGANCHO | 55 | 16 | 6 | 17 | 16 |
| TOTAL | 141 | 33 | 14 | 43 | 28 |

Tabla 30 Estaciones FM incautadas por el MTC

Fuente: Data proporcionada por el MTC

Asimismo, se evidencia que, en el distritos de Comas, Carabayllo, San Juan de Lurigancho, Puente Piedra, Ate Vitarte, entre otros (Tabla N° 30), son los distritos donde mayormente se ubican estas estaciones FM que no cuentan con autorización para su operatividad; por lo que, el análisis técnico realizado en la presente tesis, se ha enfocado justamente en proponer nuevas frecuencias en dichas localidades a fin de que los radiodifusores ilegales que vienen operando sin autorización del MTC puedan formalizarse; toda vez que, que a la fecha no se cuenta con frecuencias disponibles.

En ese sentido, ya teniendo las nuevas frecuencias analizadas en la presente tesis, el MTC debe crear mecanismos que permitan incentivar y crear el interés de los radiodifusores ilegales a formalizarse.



Figura 22 Estaciones FM incautadas por el MTC

Fuente: Elaboración Propia

5. CAPITULO 5. MODALIDADES PARA LA ASIGNACIÓN DE LAS NUEVAS FRECUENCIAS EVALUADAS

Es necesario proponer mecanismos que incentiven a la formalización a los radiodifusores que operan estaciones de radio FM de manera ilegal; para lo cual, se debe evaluar cuales son las alternativas para la asignación de las nuevas frecuencias evaluadas en la presente tesis, y cuál de ellas sería la más viable que los radiodifusores podrían optar para solicitar su autorización ante el MTC; además, proponer que cierto porcentaje de los montos que se pagan por canon, por uso del espectro asignado, sean utilizados por los mismos radiodifusores para mejorar sus contenidos a transmitir.

5.1. Modalidad de solicitud de parte o concurso público

En el Reglamento de la Ley de Radio y Televisión, aprobado con Decreto Supremo N° 005-2005-MTC [14], se establece dos modalidades para el otorgamiento de las autorizaciones para brindar el servicio de radiodifusión, uno de ellos es a “solicitud de parte” y el otro es por “concurso público o licitación”.

Para el otorgamiento de las frecuencias por licitación, primero la localidad tiene que haber caído en restricción; es decir que, el número de solicitudes de autorizaciones admitidas por MTC, superaron el número de frecuencias disponibles en la localidad que se desea brindar el servicio. Configurándose dicha situación, el MTC procede a emitir una resolución directoral declarando que el otorgamiento de las frecuencias en la localidad se realizará por concurso público. Ahora bien, luego de un proceso de concurso público para la obtención de una frecuencia y de hacerse acreedor o ganador, el administrado debe pagar el monto correspondiente por la frecuencia concursada. Esta modalidad de otorgamiento no sería muy atractiva para los radiodifusores ilegales, ya que los montos base para concursar una frecuencia en las localidades de Lima son muy elevadas.

De otro lado, el otorgamiento a solicitud de parte, se da siempre y cuando en la localidad en la que se desea brindar el servicio no se encuentre en restricción y exista disponibilidad de frecuencias. A través de esta modalidad de otorgamiento, los administrados no realizan un pago por la asignación de

la frecuencia, siendo esta la modalidad más viable que el MTC podría utilizar para la asignación de las nuevas frecuencias determinadas en la presente tesis.

Ahora bien, todos las canalizaciones de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao se encuentran en restricción (Figura 23), es decir que las frecuencias solo se otorgarían mediante por concurso público; sin embargo, actualmente en dichos planes de canalización no existen frecuencias disponibles; por lo tanto, el MTC **podría levantar la restricción en dichas localidades**, haciendo una similitud con los casos donde se declara desierto un concurso público, al no asignarse las frecuencias concursadas, se pueden asignar mediante solicitud de parte, de conformidad con lo señalado en el numeral 46.1 del artículo 46 del Reglamento de La Ley de Radio y Televisión [14].

Ello con el propósito de incluir las nuevas frecuencias evaluadas en la presente tesis y que estas sean otorgadas a solicitud de parte, motivando así los radiodifusores ilegales a formalizarse, o hasta que el número de solicitudes ingresadas sea mayor al número de frecuencias disponibles, configurándose la restricción de la localidad.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Localidad: PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS | |
| Calificación: NINGUNO | |
| Fronteriza: NO | |
| Plan Aprobado por RVM N° 868-2011-MTC/03 (25/09/2011) | |
| Con Restricción RD N° 1154-2009-MTC/28 (17/07/2009) | |
| Concurso Público N° 01-2010-MTC/28 (15/08/2010), RD N° 2778-2010-MTC/28 (10/08/2010) | |
| <p>El Registro Nacional de Frecuencias incluye como "autorizadas" a las estaciones con autorización vigente o que se encuentran en proceso de renovación, y no cuentan con resolución que la deje sin efecto o extinción firme. El estado "cautelar" corresponde a estaciones cuya autorización ha sido cancelada en la vía administrativa, pero cuentan con una medida cautelar otorgada por el Poder Judicial.</p> | |
| <p>NOTA: Las autorizaciones para esta banda y localidad solo se otorgarán por Concurso Público.</p> <p>La máxima e.r.p. en la dirección de máxima ganancia de antena a ser autorizada en esta localidad será: KW.</p> | |
| Canalización | 4 |
| Autorizadas | 5 |
| Cautelar | 0 |
| Reservado Estado | 0 |
| Disponibilidad | -1 |
| Trámite | 0 |

| DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO - CENTRO POBLADO |
|--------------|-----------|---------------------------|
| LIMA | LIMA | CARABAYLLO |
| LIMA | LIMA | COMAS |
| LIMA | LIMA | PUENTE PIEDRA |

| N° | Frecuencia (MHz) | Razon Social | Indicativo | Estado |
|----|------------------|----------------------------------------------------------|------------|------------|
| 1 | 89.3 | INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU - IRTP | OBE-4S | AUTORIZADO |
| 2 | 99.5 | STUDIO STEREO S.A.C. | OAF-4E | AUTORIZADO |
| 3 | 101.7 | RADIO COMAS S.A.C. | OCW-4L | AUTORIZADO |
| 4 | 105.1 | EMPRESA DE RADIODIFUSION SOCIAL LA FAMILIA S.A.C. | OBR-4G | AUTORIZADO |

- Las estaciones a instalarse o instaladas en esta localidad son secundarias de acuerdo a lo previsto en el artículo 16° del Reglamento de la Ley de Radio y Televisión, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2005-MTC y están sujetas a los parámetros técnicos establecidos en las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión aprobadas con Resolución Ministerial N° 358-2003-MTC/03 y sus modificatorias.

Figura 23 Localidad en restricción que no cuenta con frecuencias disponibles

Fuente: Registro Nacional de Frecuencias

5.2. Costos al obtener la autorización de una frecuencia FM

Las personas que obtienen la autorización de una frecuencia ante el MTC para brindar el servicio de radio de FM, ya sea por la modalidad a solicitud de parte o por concurso público, está sujetos a pagos ante el MTC por: i) la asignación de la frecuencia ii) por derecho de autorización otorgada iii) por canon por uso del espectro y iv) por la explotación comercial del servicio. En el Tabla 31, se detalla los montos aproximados que se realizan por obtener la autorización de una frecuencia y las obligaciones económicas que hay efectuar anualmente por el uso del espectro radioeléctrico, existiendo una gran diferencia en el monto por la asignación de frecuencia por concurso público.

| A SOLICITUD DE PARTE | | POR CONCURSO PUBLICO | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| PAGOS QUE DEBE EFECTUAR | MONTO | PAGOS QUE DEBE EFECTUAR | MONTO |
| Por la asignación de la frecuencia | S/ 0 | Se sujeta a las condiciones establecidas en las bases del concurso público. Debe pagar por la asignación de la frecuencia. | S/ 39,600 |
| Pago por derecho de autorización (1 UIT) ¹⁰ | S/ 4,950 | Pago por derecho de autorización (1 UIT) ⁷ | S/ 0 |
| Pago del canon por uso del espectro (10% UIT) ¹¹ | S/ 495 | Pago del canon por uso del espectro (10% UIT) ⁸ | S/ 495 |
| Pago de tasa por explotación comercial del servicio (anual el 0.5% de ingresos brutos facturados ¹²) | S/ 500 | Pago de tasa por explotación comercial del servicio (anual el 0.5% de ingresos brutos facturados ⁸) | S/ 500 |
| TOTAL | S/ 5,950 | TOTAL | S/ 40,595 |

Tabla 31 Costos de autorización de una frecuencia en la banda FM

Fuente: Elaboración propia

En virtud a que, el monto para la autorización de una frecuencia por concurso público es muy elevado, el MTC deberá crear mecanismos para que las frecuencias evaluadas en la presente tesis sean otorgadas a solicitud de parte y así incentivar a los radiodifusores ilegales a formalizarse.

De otro lado, se precisa que, los radiodifusores ilegales necesitan de equipamiento para operar una estación de FM, el mismo que es adquirido en tiendas que no cuentan con ninguna autorización para vender dichos equipos. El promedio de costo para adquirir un transmisor FM¹¹ de 500 W. y antenas

¹⁰ Pago por única vez, es cancelado luego de obtenida la autorización.

¹¹ El cálculo de canon se realiza en función de la potencia autorizada de la estación FM, para nuestro caso las estaciones del servicio secundario solo operan con un máximo de 0.5 Kw; por lo que, el monto a pagar es de 10% de la UIT; asimismo, el pago por este derecho es anual.

¹² Para calcular dicho monto se asume un ingreso anual de una radio FM de S/ 100,000.00

dipolo, es de S/ 5,000.00 soles; no obstante, los radiodifusores ilegales vuelven a invertir dicho monto debido a que el MTC constantemente está incautando sus equipos por no contar con la debida autorización para operar una estación de FM.

En ese sentido, si los radiodifusores ilegales se formalizan, mediante la obtención de una frecuencia a solicitud de parte, no tendrían que asumir grandes costos en derechos de autorización, y tampoco en la inversión de su equipamiento, ya que al contar con la autorización del MTC, no se le incautarían sus equipos. Además, una vez que obtengan la autorización de la entidad competente, los equipos que utilicen para operar sus estaciones de FM deberán estar debidamente homologados por el MTC, para evitar la emisión de espurias o armónicos.

5.3. Mecanismo de incentivo para que los radiodifusores se formalicen

Como se indicó en numeral 5.1 del desarrollo de la propuesta tesis, el MTC deberá levantar la restricción en las localidades del servicio secundario de Lima y Callo donde actualmente no existen frecuencias disponibles, con la finalidad de que las frecuencias evaluadas en la presente tesis sean otorgadas mediante solicitud de parte a los radiodifusores que no cuenta con una autorización, ello motivaría a los radiodifusores a tramitar su autorización ante el MTC.

Asimismo, se propone al MTC crear un mecanismo en cual permita a los radiodifusores del servicio de radiodifusión FM a utilizar cierto porcentaje del pago de canon por el uso del recurso del espectro asignado, para crear contenido educativo y que este sea transmitido por mismas estaciones de radio FM, teniendo en cuenta lo sucedido en la pandemia por el COVID-19 donde los estudiantes tuvieron que dejar las aulas para llevar sus clases por medios virtuales, digitales y otros; sin embargo, muchos alumnos de bajos recursos económicos no podían llevar sus clases, por no tener acceso a internet, no tener una laptop, un celular, o un televisor. Lo único que podían tener al alcance era una radio FM donde podían escuchar parte de sus clases, entonces sería viable que los radiodifusores inviertan una parte del pago de

¹¹ Enlace web: <https://transmisores.pe/fm/500-watts/>

canon en crear contenido educativo con el fin de que los estudiantes de bajos recursos económicos puedan escuchar dicho contenido y reforzar sus conocimientos. Ello también aplicaría cuando suceden los fenómenos climáticos (fenómeno del niño) donde los alumnos tienen que dejar sus aulas por las complicaciones que tienen para llegar a sus centros educativos, y con el fin de seguir avanzando en su aprendizaje en este periodo de fenómenos climáticos, los alumnos podrían escuchar los contenidos que serían transmitidos por las estaciones FM.

En ese sentido, con dicho mecanismo el MTC reforzaría el conocimiento de los alumnos y los radiodifusores tendrían ese beneficio de invertir cierta cantidad del monto que corresponde al canon por uso del recurso del espectro en contenido educativo para ser transmitido en sus mismas estaciones FM, con ello se complementa los incentivos para que los radiodifusores deseen formalizarse.



CONCLUSIONES

- Se evidencia que, existe mucha separación entre las frecuencias portadoras asignadas en una localidad del servicio primario (como mínimo a 600 kHz.); asimismo, la separación entre las frecuencias asignadas en una localidad del servicio secundario y las del servicio primario es de 400 kHz.; no obstante, de acuerdo al análisis realizado en la presente tesis, es viable reducir la separación entre las frecuencias del servicio secundario y del servicio primario; por lo tanto, no se viene haciendo un uso eficiente del espectro atribuido al servicio de FM.

En ese sentido, siendo posible tener espacio en el espectro que ha sido atribuido al servicio de FM, permitiría canalizar nuevas frecuencias en los planes canalizados de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, considerando que, a la fecha, el MTC cuenta con baja o nula disponibilidad de frecuencias en los planes canalizados de dichas localidades, lo que conlleva al MTC a declarar improcedente varias solicitudes de autorización, presentados por los administrados que desean obtener una frecuencia para brindar el servicio de radio FM.

- De la experiencia internacional y de las recomendaciones establecidas por la UIT revisadas en el capítulo 2 y 3, es viable proponer modificaciones a parámetros técnicos señalados en la norma de radiodifusión, aprobada por el MTC, con la finalidad de hacer un mejor uso del espectro atribuido al servicio de FM. Dichos parámetros técnicos que se proponen modificar y que han sido sustentadas en la presente tesis, son:

| ITEM | PARAMETRO TECNICO | SEGÚN NORMAS TÉCNICAS DEL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN | PROPUESTA TECNICA | FINALIDAD |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Reducir la separación de canales en la banda de FM | 200 kHz | 100 kHz | Pasar de 100 a 199 canales en la banda de FM, teniendo a disposición las frecuencias pares (88.2 MHz., 88.4 MHz, ...107.8 MHz.), con lo cual se podrían canalizar nuevas frecuencias en los planes de canalización del servicio FM. |
| 3 | Reducir la separación en la asignación de frec. en el servicio secundario | 400 kHz | 300 kHz | Canalizar nuevas frecuencias en los planes de canalización de las localidades del servicio secundario, donde hoy no existe disponibilidad de las mismas. |
| 2 | Establecer la relación de protección para frec. separadas a 300 kHz. | No establece | - 7dB | Establecer la distancia mínima de separación que debe existir entre las estaciones que utilicen las frecuencias portadoras separadas a 300 kHz. |

- Del análisis técnico efectuado, se ha obtenido un total de cincuenta y cuatro (54) nuevas que podrían canalizarse en los planes canalizados de las localidades del servicio secundario de Lima y Callao, distribuidas de acuerdo a la Tabla N° 28 de la presente tesis; ello, permitirá al MTC a contar con disponibilidad de frecuencias en dichas localidades y así los radiodifusores ilegales que deseen formalizarse puedan realizar el trámite para obtener la autorización respectiva.
- Para las evaluaciones de simulación y cálculo de radio de cobertura, se ha tenido en cuenta los parámetros establecidos para las estaciones del servicio secundario (potencia máxima: 0.5 Kw., altura de antena: 30m. y otros), parámetros propuestos en la presente tesis, y se ha tomado de referencia las ubicaciones de las estaciones de radio FM que ya vienen operando en las localidades del **servicio secundario** de Lima y Callao, determinándose que las nuevas frecuencias evaluadas para dichas localidades no afectarían la zona de servicio de las estaciones de radio FM del **servicio primario** ubicadas en la localidad de Lima; además, que se cumple con la distancia mínima de separación que debe haber entre ambas estaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al MTC modificar la Norma de Radiodifusión, a fin de incluir y/o modificar los parámetros técnicos analizadas en la presente tesis, como es el de reducir la separación de canales en la banda de FM, reducir la separación en la asignación de las frecuencias del servicio secundario, e incluir la relación de protección para la separación de frecuencias portadoras a 300 kHz.
- Se recomienda al MTC buscar mecanismos que incentiven al radiodifusor ilegal a formalizarse, como, por ejemplo: en las localidades del servicio secundario donde ya no hay disponibilidad de frecuencias se levante la restricción de otorgar las frecuencias por concurso público, con el fin de que las nuevas frecuencias que se canalicen en dichas localidades se otorguen en la modalidad de solicitud de parte; además, se propone que, cierto porcentaje del pago correspondiente al canon por uso del recurso del espectro asignado, que deben abonar los radiodifusores al MTC, sea utilizado para crear contenido educativo y que este sea transmitido por sus mismas estaciones de radio FM.
- Se recomienda que futuros trabajos de investigación se evalúe si es factible reducir la separación mínima (de 600 kHz) entre las frecuencias portadoras de las estaciones del servicio primario, teniendo en cuenta que estas estaciones operan con altas potencias de transmisión; y, en el caso de ser posible proponer una reestructuración en los planes de canalización ya aprobados, con el fin de contar con más frecuencias disponibles en las localidades del servicio primario, donde también existe una baja disponibilidad de frecuencias.

BIBIOGRAFIA

- [1] Héctor Javier Erazo Chulde (2009), *“Estudio y Análisis de la Tecnología de Redes de Frecuencia Única (Isofrecuencia), y su aplicación en la radiodifusión en las bandas de AM y FM para la optimización del espectro electromagnético en la Ciudad Quito”*, Tesis de Titulación en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
Repositorio Institucional de la Escuela Politécnica Nacional
<https://bibdigital.epn.edu.ec/>
- [2] Miguel Angel Arce Trujillo (2019), *“La Piratería de las señales de radiodifusión sonora FM en los servicios de telecomunicaciones en la provincia de Lima”*, Tesis de Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
Repositorio de Tesis Digitales (Cybertesis)
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/>
- [3] MTC, *“Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión”*, aprobado con Resolución Ministerial N.º 358-2003-MTC/03 y sus modificatorias, publicado en el diario oficial “El Peruano”, de fecha 16 de mayo de 2003.
Repositorio del MTC
<https://www.gob.pe/mtc>
- [4] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones del Ecuador, *“Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada Analógica”*, aprobada mediante Resolución ARCOTEL-2015-0061, de fecha 8 de mayo de 2015.
Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador
<https://dspace.espol.edu.ec/>
- [5] Ministerio de Transportes y comunicaciones de Venezuela, *“Reglamento Sobre la Operación de las Estaciones de Radiodifusión Sonora”*, aprobada mediante Decreto N.º 2771, de fecha 21 de enero de 1993.
Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Conatel)
<http://www.conatel.gob.ve/>

[6] Ministerio de Transportes y comunicaciones de Venezuela, “*Reglamento de Radiodifusión Sonora y Televisión Abierta Comunitarias de Servicio Público, sin fines de Lucro*”, aprobada mediante Decreto N.º 1521, de fecha 3 de noviembre de 2001.

Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Conatel)

<http://www.conatel.gob.ve/>

[7] Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda de Bolivia, “*Reglamento de Operación y Funcionamiento Técnico de Estaciones de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada en la Banda de 88 a 108 MHz. (ROFTERSFM)*”, aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 46, de fecha 26 de marzo de 1998.

[8] Comisión Nacional de Comunicaciones de Argentina, “*Reglamento para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia*”, aprobada mediante Resolución N.º 142/96, de fecha 10 de octubre de 1996.

[9] Comisión Nacional de Comunicaciones de Argentina, “*Plan Técnico Básico Nacional de Frecuencias para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia*”, aprobada mediante Resolución N.º 2344/98, de fecha 12 de noviembre de 1998.

Información Legislativa y Documental (Infoleg)

<http://www.infoleg.gob.ar/>

[10] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, “*Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora Frecuencia Modulada (F.M.)*”, actualizada mediante Resolución N.º 719, de fecha 01 de abril de 2019.

[11] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, “*Plan técnico nacional de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia*”, aprobada mediante Real Decreto N.º 964/2006, de fecha 01 de septiembre de 2006.

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (BOE)

<https://www.boe.es/>

- [12] Ministerio de Obras Públicas y Transportes, “Especificaciones técnicas de los equipos transmisores de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia”, actualizada mediante Real Decreto N.º 80/1993, de fecha 22 de enero de 1993.
Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (BOE)
<https://www.boe.es/>
- [13] UIT, “Normas para la planificación de la radiodifusión sonora con Modulación de frecuencias en ondas métricas”, Recomendación UIT-R BS.412-9
<https://www.itu.int/>
- [14] MTC, *Reglamento de la Ley de Radio y Televisión*, aprobado con Decreto Supremo N.º 005-2005-MTC y sus modificatorias, publicado en el diario oficial “El Peruano”, de fecha 15 de febrero de 2005.
<https://spij.minjus.gob.pe/>
- [15] MTC, Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del MTC, aprobado con Resolución Ministerial N.º 658-2021-MTC/01, publicado en el diario oficial “El Peruano”, de fecha 4 de julio de 2021.
<https://spij.minjus.gob.pe/>
- [16] MTC, el “Registro Nacional de Frecuencias (RNF)” del MTC, Available:
<https://rnf.mtc.gob.pe/Radiodifusion>. [Accessed: 26- Nov-2023].
- [17] Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A., Documento de gestión “Sup AIRAC AIP 17-23 SPJC”, publicado en la página web de Corpac, de fecha 7 de septiembre de 2022.
- [18] Japan Internacional Cooperation Agency, Manual del Plan de Frecuencia en el Servicio de Radiodifusión, de fecha 31 de diciembre de 1986.

ANEXO 1.- Resumen de las entrevistas realizadas a expertos

De las entrevistas realizadas a tres funcionarios del MTC, con amplia experiencia en temas de gestión del espectro radioeléctrico y en actividades de fiscalización en la prestación de los servicios públicos y privados de telecomunicaciones, se ha elaborado un cuadro con las opiniones a la problemática identificada en la presente tesis y posibles soluciones. Se les consultó que consecuencias conlleva la escasez de frecuencias en canalizaciones del servicio de FM y como ello impacta en los usuarios que usan este tipo de servicio.

| Entrevistado | Opiniones |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cesar Santiago Nieves Yzaguirre | <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="639 719 1332 943">✓ Los usuarios se ven afectados por los radiodifusores ilegales de radio FM ya que la emisión de sus señales genera interferencias en los radios receptores y no permite sintonizar claramente alguna señal de radio autorizada de su interés.<li data-bbox="639 987 1332 1267">✓ Al existir un cambio demográfico y un crecimiento de extensión de la ciudad de Lima, es necesario analizar la baja disponibilidad de frecuencias del servicio de radiodifusión sonora en FM y proponer una solución técnica. La falta de decisión política no ha permitido evaluar dicha problemática.<li data-bbox="639 1312 1332 1491">✓ El no contar con frecuencias disponibles genera que las solicitudes presentadas ante el MTC, para obtener una autorización para prestar el servicio de FM, sean rechazadas.<li data-bbox="639 1536 1332 1816">✓ Realizar un estudio que evalúe la factibilidad de existir más frecuencias disponibles a ser autorizadas ayudaría a que algunos radiodifusores ilegales se formalicen. El MTC tendría que realizar difusión de la nueva normativa a fin que los ilegales puedan formalizarse.<li data-bbox="639 1861 1332 1951">✓ Contar con más estaciones autorizadas de radio FM en las localidades secundarias, los comerciantes o |

| | |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>público en general podrían en estas nuevas estaciones (que estarían ubicadas más cercanas a sus domicilios) contratar propagandas o avisos de interés social de dicha localidad a precios más asequibles en comparación con otras radiodifusoras que podrían tener un precio más alto por publicidad.</p> |
| <p>Mario Nolberto Angulo Reyes</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ En los planes de canalización de las localidades donde ya no hay más disponibilidad de frecuencias, imposibilita una nueva asignación de las mismas, lo que conlleva al uso del espectro radioeléctrico sin la debida autorización. ✓ La operatividad de las estaciones ilegales de radio FM conlleva al uso de equipos que son adquiridos en mercado informal, sin contar con la respectiva homologación. ✓ Los radiodifusores ilegales ocasionan un perjuicio económico al Estado al no pagar tributos; así como, los pagos de canon por uso del espectro y tasa por la explotación comercial del servicio. Asimismo, generan un mercado secundario sin control tales como publicidad barata, vulneración de los derechos de autor (música, espectáculos protegidos), licencias y seguridad pública. ✓ La falta de la modificación de la norma técnica de los servicios de radiodifusión, no ha permitido realizar una recanalización del servicio de radiodifusión. ✓ Canalizar nuevas frecuencias, ayudaría a satisfacer la gran demanda que existe por parte de las personas que desean brindar el servicio de FM, en especial en las ciudades de mayor población y actividad económica. Asimismo, el usuario final contaría con amplias opciones de contenidos, habría |

| | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>mayor oferta, mayor cobertura del servicio y más recaudación. Además, de una disminución de la actividad ilegal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La instalación de varios transmisores en varios puntos de una ciudad (emitiendo una señal en la misma frecuencia de las estaciones ilegales) se podría perturbar e imposibilitar que las señales de las estaciones ilegales sean escuchadas. |
| <p>Miguel Ángel Ontiveros Dueñas</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La escasez de frecuencias en los planes de canalización del servicio FM incentiva la piratería que trae como consecuencia las interferencias del espectro radioeléctrico. ✓ La afectación del usuario es la mala recepción de las señales de las estaciones de radio FM autorizadas. ✓ Usar una portadora en la misma frecuencia que operan las estaciones ilegales de radio FM, ocasionaría interferencia a la señal de estas estaciones para que no sean escuchadas. Dicha propuesta requiere una gran inversión por parte del Estado en la compra de transmisores los cuales tendrían que emitir una portadora de ruido en la misma frecuencia que operan las estaciones ilegales; sin embargo, dichas estaciones constantemente se cambian de frecuencias, lo que conllevaría a cambiar la frecuencia portadora de ruido (debiendo realizarse de manera manual) a la que se mueve la estación ilegal. ✓ Contar con más estaciones de radio FM autorizadas permite una mayor diversidad de programas. |

ANEXO 2.- Información y documentación proporcionada por el MTC

1. Información proporcionada por el MTC, referente a las características técnicas de las estaciones del servicio primario y secundario instaladas en la localidad de Lima y Callao.

COORDINACIÓN GENERAL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA
Dirección de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental
Ministerio de Transporte y Comunicaciones

ASUNTO: ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

Yo, Jesús Alexander Yamunaqué Santos, identificado con DNI N° 71108711, domiciliado en Jr. Manuel Tellería N° 1228, Cercado de Lima, ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Soy alumno de la maestría en Telecomunicaciones de la universidad PUCP, con código N° 20183665, y me encuentro realizando un trabajo de investigación; por lo que, solicito me puedan brindar información de cuantas estaciones de radiodifusión sonora en FM se encuentran autorizadas a nivel nacional; asimismo, se me detalle las estaciones de radiodifusión sonora en FM autorizadas en la localidad de Lima, y en las localidades secundarias de Lima y Callao¹, indicándose la: frecuencia de la estación, potencia de transmisión, y ubicación (dirección, distrito, provincia y departamento).

En ese sentido, en virtud a la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y su Reglamento, solicito se me brinde la información requerida en el plazo establecido, a mi correo electrónico: jesusalex.yamunaque@gmail.com.

Lima, 14 de agosto de 2023



Jesús Alexander Yamunaqué Santos
DNI: 71108711
Celular: 952671935
Correo: jesusalex.yamunaque@gmail.com

¹ LOCALIDAD DE PUENTE PIEDRA-CARABAYLLO-COMAS (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE ANCON (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE SANTA ROSA (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE PACHACAMAC-LURIN-SAN FERNANDO-MANCHAY (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE RAMIRO PRIALE (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE HUAYCAN-HORACIO ZEVALLOS (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE VALLE AMAUTA (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE VITARTE (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE VILLA EL SALVADOR-VILLA MARIA DEL TRIUNFO (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE SARACOTO (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE CHACLACAYO (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE CHOSICARICARDO PALMA (SECUNDARIA), LOCALIDAD DE VENTANILLA y LOCALIDAD DE CIENEGUILLA (SECUNDARIA).



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

V. Ministerio de Comunicaciones

Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones



Firmado Digitalmente por VARGAS CASAS Mariella Vanessa FAU 20131379944
Razón: Soy el Autor del Documento
Ubicación: Lima - Lima
Fecha: 21/08/2023 16:52:32

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Lima, 21 de Agosto 2023

MEMORANDO N° 3206-2023-MTC/28.01

A : GESSICA GISELLE REQUENA RENTERÍA
Directora de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO : Solicitud de Acceso a la Información Pública

REFERENCIA : a) Memorando N° 2535-2023-MTC/04.02 (T-414198-2023)
b) Hoja de ruta N° T-414198-2023

Me dirijo a usted, en atención al documento de la referencia a) mediante el cual su Despacho traslada el documento de la referencia b), a través del cual el señor JESÚS ALEXANDER YAMUNAKUÉ SANTOS, solicita:

"(...) brindar información de cuantas estaciones de radiodifusión sonora en FM se encuentran autorizadas a nivel nacional; asimismo, se me detalle las estaciones de radiodifusión sonora en FM autorizadas en la localidad de Lima, y en las localidades secundarias de Lima y Callao, indicándose la: frecuencia de la estación, potencia de transmisión, y ubicación (dirección, distrito, provincia y departamento)"

Firmado Digitalmente por
CELESTIN CARLOS OTTE FERRER
Transmision FAU 20131379944
Razón: Soy el Autor del Documento
Ubicación: Lima - Lima
Fecha: 21/08/2023 16:13:02

Al respecto, se remite la documentación solicitada¹, de conformidad con lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-JUS.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente
MARIELLA VANESSA VARGAS CASAS
DIRECCION DE SERVICIOS DE RADIODIFUSION
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MVVC/gelo#foc

¹ Al respecto, se debe precisar que la localidad de RAMIRO PRIALE, departamento de Lima, no cuenta con ninguna estación autorizada.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aplicando lo dispuesto por el Art.25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastados a través de la siguiente dirección web: <http://scd@sisd.mtc.gob.pe/2753970> ingresando el número de expediente: **E-414198-2023** y la siguiente clave: SDPX4E.



BICENTENARIO DEL PERU 2021 - 2024

Jr. Zorritos 1203 - Lima - Perú
Central telefónica: (511) 615-7800
www.gob.pe/mtc



2. Información proporcionada por el MTC, referente a las estaciones ilegales incautadas en las localidades de Lima y Callo.

COORDINACIÓN GENERAL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA
Dirección de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental
Ministerio de Transporte y Comunicaciones

ASUNTO: ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

Yo, **Jesús Alexander Yamunaqué Santos**, identificado con DNI N° 71108711, domiciliado en Jr. Manuel Telleria N° 1228, Cercado de Lima, ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Siendo alumno de la maestría en Telecomunicaciones de la universidad PUCP, con código N° 20183665, y estando en último ciclo de dicha maestría estoy realizando un proyecto de tesis relacionado a las estaciones de radio FM ilegales que operan en toda la provincia de Lima y Callao; por lo que, solicito me puedan brindar información de las estaciones de radio FM ilegales que se encontraron operando en toda la provincia de Lima y Callao, durante los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023, en la que se detalle: nombre de la estación, frecuencia y potencia de operación, y ubicación (dirección, distrito, provincia y departamento); así como las estaciones que fueron incautadas por la Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones.

En ese sentido, en virtud a la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y su Reglamento, solicito se me brinde la información requerida en el plazo establecido, a mi correo electrónico: jesusalex.yamunaque@gmail.com.

Lima, 11 de agosto de 2023



Jesús Alexander Yamunaqué Santos
DNI: 71108711
Celular: 952671935
Correo: jesusalex.yamunaque@gmail.com



Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Director General de
Transparencia y Acceso
a la Información Pública



Firmado Digitalmente por:
GRANADOS MANDUANO
Miguel Ángel FGAU
20131375944.html
Reason: Soy el Autor del
Documento
Ubicación: Lima - Lima
Fecha: 15/09/2023 16:03:11

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Lima, 15 de Septiembre 2023

MEMORANDO N° 1760-2023-MTC/29.01

A : EDUAR RIVERA FASABI
DIRECTOR DE LA OFICINA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y
GESTIÓN DOCUMENTAL

ASUNTO : SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

REFERENCIA : Hoja de Ruta N° E-411461-2023

Tengo el agrado de dirigirme a usted con relación al documento de la referencia, mediante el cual el señor Jesús Alexander Yamunaqué Santos solicitó lo siguiente: *"Información de las estaciones de radio FM ilegales que se encontraron operando en toda la provincia de Lima y Callao, durante los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023, en la que se detalle: nombre de la estación, frecuencia y potencia de operación, y ubicación (dirección, distrito, provincia y departamento); así como las estaciones que fueron incautadas por la Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones"*.

Al respecto, cabe indicar que, el artículo 13° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2019-JUS (en adelante, TUO de la Ley N° 27806) establece, entre otros, que *"La solicitud de información no implica la obligación de las entidades de la Administración Pública de crear o producir información con la que no cuente o no tenga obligación de contar al momento de efectuarse el pedido. En este caso, la entidad de la Administración Pública deberá comunicar por escrito que la denegatoria de la solicitud se debe a la inexistencia de datos en su poder respecto de la información solicitada. Esta Ley tampoco permite que los solicitantes exijan a las entidades que efectúen evaluaciones o análisis de la información que posean."* (resaltado agregado).

En atención a ello y, considerando el alcance de la información solicitada, esta Dirección solicitó a la Dirección de Sanciones en Comunicaciones (en adelante, DSC) que emita pronunciamiento a fin de brindar respuesta, a partir de lo cual se informa lo siguiente:

- (i) Mediante correo electrónico de fecha 13 de septiembre de 2023, y en el marco de lo establecido en el artículo 13° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, la DSC informó que en el Registro de Infracciones y Sanciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones¹ obra información de acceso público donde se puede encontrar, entre otros, data sobre los administrados que brindaron el servicio de radiodifusión sin autorización, desde el año 2019 a la fecha, al cual se podrá acceder a través del siguiente enlace: <https://cris.mtc.gob.pe/>

¹ Mediante Resolución Directoral N° 0114-2019-MTC se aprueba los "Lineamientos para la implementación y a administración del Registro de Infracciones y Sanciones del Reglamento de Fiscalización y Sanción en la Prestación de Servicios y Actividades de Comunicaciones de competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aplicando lo dispuesto por el Art.25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://verdad.mtc.gob.pe/2800240>. Ingresando el número de expediente: E-411461-2023 y la siguiente clave: VRONR0X.



BICENTENARIO
DEL PERU
2021 2024

Jr. Zorobab 1203 - Lima - Perú
Central telefónica: (511) 615-7800
www.gob.pe/mtc





PERÚ
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Ministerio
de Comunicaciones

Dirección General de
Fiscalizaciones y Sanciones
en Comunicaciones

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- (ii) Mediante Memorando N° 2327-2023-MTC/29.03 de fecha 12 de septiembre de 2023, la DSC remitió la lista de incautaciones realizadas en los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023², la cual se adjunta al presente.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente

MILAGROS LIBERTAD GRANADOS MANDUJANO
DIRECCION DE FISCALIZACIONES DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA EN
COMUNICACIONES
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MLGM/jma

