



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Implementación de un sistema de bloqueo contra la
radiodifusión ilegal en la banda FM en el cerro
Shangri-la en el distrito de Puente Piedra en el año
2019**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Miguel Angel ARAPA CHUCHON

ASESOR

Mg. Juan Antonio APESTEGUIA INFANTES

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Arapa, M. (2024). *Implementación de un sistema de bloqueo contra la radiodifusión ilegal en la banda FM en el cerro Shangri-la en el distrito de Puente Piedra en el año 2019*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Miguel Angel Arapa Chuchon
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71030347
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Juan Antonio Apesteguia Infantes
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10423762
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2545-0764
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jean Carlos Malca Fernandez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45535181
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Oscar Armando Casimiro Pariasca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06592392
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Manuel Francisco Bermeo Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08437735
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.8. Antenas
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Cima del cerro Shangri-la País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Puente Piedra Centro Poblado: AAHH Cerro las Animas Latitud: -11.906538 Longitud: -77.076170
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2019 – Setiembre 2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04 Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

ACTA N°021/FIEE-CTGT/2024

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 01 de abril del 2024, como presidente de Jurado el **MG. JEAN CARLOS MALCA FERNANDEZ**, integrado por el Miembro de Jurado el **ING. OSCAR ARMANDO CASIMIRO PARIASCA**, el Miembro de Jurado **MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA** y Miembro Asesor el **MG. JUAN ANTONIO APESTEGUIA INFANTES**.

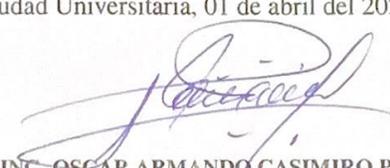
Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bach. **MIGUEL ANGEL ARAPA CHUCHON** con código N° **12190125** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BLOQUEO CONTRA LA RADIODIFUSIÓN ILEGAL EN LA BANDA FM EN EL CERRO SHANGRI-LA EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA EN EL AÑO 2019**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de *17 (Diecisiete)*

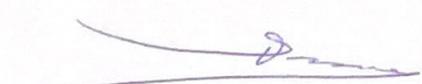
Ciudad Universitaria, 01 de abril del 2024


MG. JEAN CARLOS MALCA FERNANDEZ

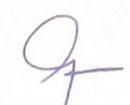
Presidente Jurado


ING. OSCAR ARMANDO CASIMIRO PARIASCA

Miembro Jurado


MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA

Miembro Jurado


MG. JUAN ANTONIO APESTEGUIA INFANTES

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Juan Antonio Apesteagua Infantes en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BLOQUEO CONTRA LA RADIODIFUSIÓN ILEGAL EN LA BANDA FM EN EL CERRO SHANGRI-LA EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA EN EL AÑO 2019, presentado por el bachiller Miguel Angel Arapa Chuchon, para optar al título profesional de Ingeniero Electrónico. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 20% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 10 423762

Nombres y apellidos del asesor:

MG. JUAN ANTONIO APESTEGUIA INFANTES



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermanos que siempre han estado para mí en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi prometida y futura esposa Andrea por su apoyo incondicional y comprensión.

A mi asesor Msc. Ing. Juan Antonio Apestegua Infantes por el gran apoyo y guía constante en la elaboración de mi trabajo

RESUMEN

El presente informe se desarrolla a fin de establecer un impacto significativo para el estado peruano en su lucha contra la radiodifusión ilegal así como de velar por una adecuada administración y supervisión del espectro radioeléctrico tomando como modelo la implementación de un transmisor configurado como bloqueador siendo este automatizado y puesto en ejecución en la cima del cerro Shangri-la ubicado en el distrito de Puente Piedra a fin de poder ser replicado en los diferentes distritos de Lima Metropolitana como a nivel nacional.

Se mostrará mediante las mediciones tomadas en campo el estado actual del espectro radioeléctrico en la banda FM en el distrito de Puente Piedra a fin de poder establecer una comparación significativa luego de la implementación y puesta en ejecución del bloqueador configurado en frecuencias específicas considerando ello un ahorro significativo para el estado peruano.

Al final del presente trabajo de suficiencia se darán a conocer los beneficios que genera para el estado peruano la implementación de todo un sistema de bloqueadores configurados en los diferentes distritos de Lima tomando como modelo inicial el bloqueador instalado y puesto en marcha en el distrito de Puente Piedra en el cerro Shangri-la.

Palabras claves: Piratería de radio FM, servicios de telecomunicaciones, interferencias, telecomunicaciones, frecuencias.

ABSTRACT

This report is developed in order to establish a significant impact for the Peruvian state in its fight against illegal broadcasting as well as to ensure adequate administration and supervision of the radio spectrum, taking as a model the implementation of a transmitter configured as a jammer, this being automated. and implemented at the top of the Shangri-la hill located in the district of Puente Piedra in order to be replicated in the different districts of Metropolitan Lima as well as at the national level.

The current state of the radioelectric spectrum in the FM band in the district of Puente Piedra will be shown through measurements taken in the field in order to establish a significant comparison after the implementation and implementation of the jammer configured in specific frequencies, considering this a saving significant for the Peruvian state.

At the end of this sufficiency work, the benefits generated for the Peruvian state by the implementation of an entire system of jammers configured in the different districts of Lima will be announced, taking as an initial model the jammer installed and launched in the district of Puente. Stone on Shangri-la hill.

Keywords: FM radio piracy, telecommunications services, interference, telecommunications, frequencies.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	3
2.1 Institución – Actividad que desarrolla	3
2.2 Periodo de duración de la actividad	4
2.3 Finalidad y objetivos de la entidad	5
2.4 Razón social	5
2.5 Dirección postal	5
2.6 Correo electrónico del profesional a cargo.....	5
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	6
3.1 Organización de la actividad	6
3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad	8
3.2.1 Finalidad	8
3.2.2 Objetivos	9
3.3 Problemática.....	9
3.3.1 Problema General	11
3.3.2 Problemas Específicos	11
3.3.3 Justificación e importancia de la investigación.....	11
3.3.3.1 Justificación por Conveniencia	12
3.3.3.2 Justificación Social	12
3.3.3.3 Justificación Práctica	13

3.3.3.4	Justificación Teórica	13
3.3.3.5	Justificación Metodológica	14
3.4	Metodología	14
3.4.1	Bases teóricas	14
3.4.1.1	Internacional	14
3.4.1.2	Nacional	16
3.4.2	Marco conceptual	18
3.4.2.1	Definición de Radios Piratas	18
3.4.2.2	Identificación de frecuencias libres y ubicación de la estación	19
3.4.2.3	Tipos de sistemas radiantes utilizados por radiodifusores no autorizados	20
3.4.2.3.1	Antena Monopolo vertical con plano a tierra	20
3.4.2.3.2	Antena dipolo vertical	21
3.4.2.3.3	Antena dipolo circular	22
3.4.2.3.4	Antena de dos dipolos cruzados en "V"	23
3.4.2.3.5	Antena YAGI de n elementos	24
3.4.2.4	Estudio de una radio no autorizada con su sistema radiante ...	25
3.4.2.5	Tipos de potencia para un transmisor de radio FM	27
3.4.2.6	Cálculo de la longitud de onda de un sistema irradiante	27
3.4.2.7	Restricciones de la banda aeronáutica	29
3.4.2.8	Frecuencias espúreas	30
3.4.2.9	Goniómetro móvil	30
3.5	Procedimiento	31
3.5.1	Panorama actual de las radios piratas en el distrito de Puente Piedra y alrededores	32
3.5.2	Análisis de los monitoreos realizados para la configuración de frecuencias del bloqueador	35
3.5.3	Instalación del transmisor configurado como bloqueador	36
3.5.4	Mediciones posteriores a la implementación del bloqueador	38
3.6	Resultados de la actividad	41
CAPITULO IV: CONCLUSIONES		42

4.1 Justificación	42
4.2 Presentación de los resultados	42
4.2.1 Disminución de las radios piratas	42
4.2.2 Costos de los equipos implementados en el sistema de bloqueo	43
4.3 Conclusiones	43
CAPITULO V: RECOMENDACIONES	45
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA.....	46
CAPITULO VII: ANEXOS.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Espectro radioelctrico de la Radio Antena Uno 95.2 MHz	2
Figura 2 Ubicaci3n geogr3fica del cerro Shangri-la	3
Figura 3 Ubicaci3n del Ministerio de Transportes y Comunicaciones	4
Figura 4 Espectro radioelctrico antes de la implementaci3n	7
Figura 5 Bloqueador instalado en la cima del Cerro Shangri-la	7
Figura 6 Espectro radioelctrico despu3s de la implementaci3n	8
Figura 7 Incautaci3n de transmisor enterrado en la cima del cerro	19
Figura 8 Antena monopolo con plano a tierra	21
Figura 9 Antena Dipolo con polarizaci3n vertical	22
Figura 10 Antena Dipolo Circular	23
Figura 11 Antena de Dos Dipolos Cruzados	24
Figura 12 Antena de Yagi de 4 elementos	25
Figura 13 Ubicaci3n del estudio transmisor y sistema radiante	26
Figura 14 Detecci3n de frecuencia del enlace entre la planta y el estudio	26
Figura 15 Ubicaci3n del estudio transmisor y sistema radiante	27
Figura 16 Fuente de poder de un transmisor artesanal	31
Figura 17 Identificaci3n de la frecuencia pirata con el Goni3metro m3vil	32
Figura 18 Identificaci3n de los principales cerros y radios piratas	34
Figura 19 Configuraci3n de transmisores para radios piratas	35
Figura 20 Sistema irradiante del bloqueador instalado	37
Figura 21 Sistema de bloqueo remoto puesto en marcha	37
Figura 22 Conexi3n remota al analizador de espectro AARONIA	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características de una Antena Monopolo Vertical plano a tierra	20
Tabla 2 Características de una Antena Dipolo Vertical	21
Tabla 3 Características de una Antena Dipolo Circular	22
Tabla 4 Características de una Antena de dos dipolos cruzados en “V”	23
Tabla 5 Características de una Antena Yagi	24
Tabla 6 Tabla de relación de potencia y corriente de un transmisor	27
Tabla 7 Fórmula para el cálculo de la longitud	28
Tabla 8 Fórmula para el cálculo de la intensidad de campo	29
Tabla 9 Tabla de frecuencias de la Banda Aeronáutica	29
Tabla 10 Tabla de potencia de las frecuencias armónicas	30
Tabla 11 Listado de radios piratas recurrentes	33
Tabla 12 Impacto de la puesta en marcha del bloqueador	39
Tabla 13 Mediciones de la intensidad del campo radioeléctrico	40
Tabla 14 Proyección estimada con la implementación de los bloqueadores	41
Tabla 15 Costos por la implementación de 10 bloqueadores	43

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La radiodifusión sonora en frecuencia modulada (FM) o radio FM es uno de los medios de comunicación masivo más importante que opera en el país. Es un medio libre de recepción que sirve para transmitir información, cultura, educación y entretenimiento a la población. Por ello, velar por una adecuada administración y uso del espectro radioeléctrico es competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) que día a día lucha contra esta problemática en los diferentes distritos de Lima.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su lucha contra la radiodifusión ilegal de la radio FM ha realizado y ejecutado múltiples incautaciones de equipos transmisores y receptores de radio a lo largo de los años sin lograr erradicar esta problemática hasta el día de hoy.

La radiodifusión ilegal en la banda de frecuencia modulada (FM) es una actividad ilícita que ha venido acechando de manera reiterada al estado peruano a lo largo de muchos años pese a su intervención para su eliminación. La emisión de estas frecuencias ilegales ocasiona deliberadamente interferencias a principales servicios de telecomunicaciones autorizados como son la navegación aérea, la radio FM y telefonía móvil perjudicando gravemente su desarrollo y acceso a los mismos.

En consecuencia, resulta relevante resolver el problema de la radiodifusión ilegal de la radio FM que perjudica transversalmente a servicios de telecomunicaciones como la telefonía móvil y la navegación aeronáutica que utilizan el espectro radioeléctrico para su prestación libre de interferencias acorde a la Ley de Telecomunicaciones y a la Ley de Radio y Televisión.

Por ello, en el presente informe de suficiencia profesional se estudia el panorama actual de la radiodifusión sonora de la radio FM en el distrito de Puente Piedra, identificando la cantidad de radios se aborda un análisis primario para saber el contexto actual y posibles soluciones con la implementación de un sistema de bloqueo de frecuencias configurables para erradicar su uso.

Por consiguiente, el presente informe aborda la problemática de la emisión ilegal en la banda FM planteando una solución mediante la implementación de un sistema de bloqueadores configurables y así poder contrarrestar estas emisiones ilegales que día a día vienen perjudicando social, cultural y económicamente al estado peruano.

El presente informe utiliza una metodología cuantitativa descriptiva para abordar la problemática debido a la estadística realizada mes a mes obteniendo resultados significativos para poder mapear y configurar los bloqueadores de una manera óptima.

Con ello, el resultado de la implementación realizada en campo propone impulsar el acceso y operación de los servicios de telecomunicaciones de la navegación aérea, radio FM y telefonía móvil con el establecimiento de condiciones óptimas para su desarrollo y acceso de estos para todos los peruanos.

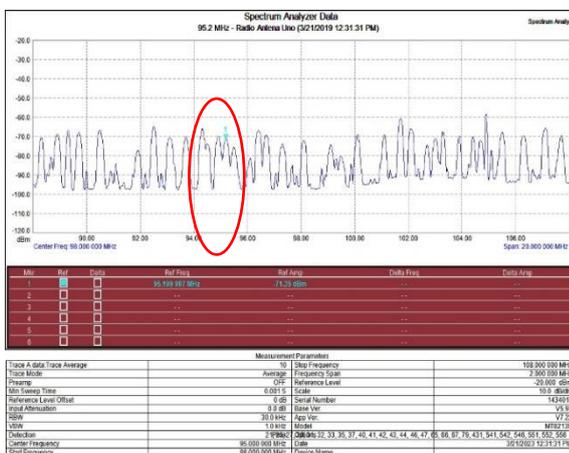


Figura 1: Espectro radioeléctrico Radio Antena Uno – 95.2 MHz
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

La institución donde se desarrollaron los trabajos previos a la implementación del bloqueador fue en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la implementación final del trabajo se llevó a cabo en el distrito de Puente Piedra en la cima del cerro Shangri-la.



Figura 2: Ubicación geográfica del cerro Shangri-la
Fuente: Google Maps

2.1 Institución – Actividad que desarrolla

La institución que desarrolla las actividades a detallarse en el informe de suficiencia profesional es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

(MTC) cuyas actividades en su ámbito de competencia con respecto a las telecomunicaciones es la administración, control y supervisión del espectro radioeléctrico de los principales servicios como son las radiocomunicaciones, los servicios fijos, los servicios fijos por satélite, los servicios fijos aeronáuticos, los servicios fijos espaciales, los servicios móviles, los servicios móviles por satélite, el servicio móvil terrestre, los servicios marítimos, los servicios de operaciones portuarias, el servicio aeronáutico, los servicios de radiodifusión, los servicios de radionavegación, el servicio de radiolocalización, el servicio de meteorología por satélite, entre otros.



Figura 3: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Fuente: Diario Gestión

2.2 Periodo de duración de la actividad

El desarrollo de las actividades fue del 03/01/2019 al 31/08/2019

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad

a) Finalidad:

- Administrar, controlar y supervisar el espectro radioeléctrico para una correcta convergencia de los principales servicios de telecomunicaciones con la potestad de sancionar en su ámbito de competencia velando por el uso correcto del espectro radioeléctrico.

b) Objetivos:

- Lograr el desarrollo armónico y sostenido de los sistemas de transportes y comunicaciones.
- Garantizar que la población del país disponga de servicios de transportes y telecomunicaciones de calidad, equitativos e inclusivos.

2.4 Razón social

La razón social de la empresa es Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

2.5 Dirección postal

Dirección Legal: Jirón Zorritos 1203

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito / Ciudad: Lima

2.6 Correo electrónico del profesional a cargo.

Mario Nolberto Angulo Reyes

mangulo@mtc.gob.pe

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

Las actividades descritas en el presente informe se desarrollaron en 4 etapas las cuales se ejecutaron desde inicios del año 2019 hasta finales de setiembre del 2019.

La primera etapa consta de un trabajo de campo que se vino realizando desde inicios del año 2019 donde mes a mes se analizó la cantidad y recurrencia de las radios piratas en el distrito de Puente Piedra.

En la segunda etapa se procesaron y analizaron los datos obtenidos de los trabajos de campo a fin de promediar el alcance y rango de operación del transmisor que fue configurado con frecuencias específicas para contrarrestar las emisiones de las radiodifusoras piratas que transmiten día a día en Puente Piedra y los distritos aledaños.

En la tercera etapa se pone en ejecución la instalación del transmisor que previamente fue configurado en frecuencias específicas a fin de erradicar la emisión de dichas radios piratas y los resultados de dicha ejecución son reflejados a través de un analizador de espectros con conexión remota.

Finalmente, en la cuarta etapa se realizan múltiples mediciones del espectro radioeléctrico en diferentes lugares del distrito de Puente Piedra con el analizador de espectros marca ANRITSU modelo MT8213E para corroborar que dichas frecuencias que teníamos identificadas como radioemisoras piratas se encuentran bloqueadas y algunas dejaron de emitir.

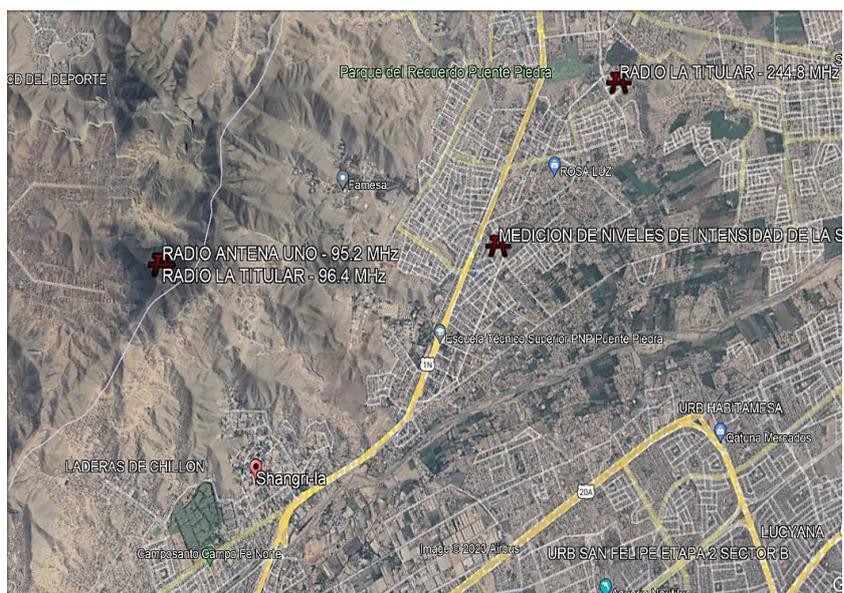


Figura 4: Puntos donde se tomaron muestras del espectro radioeléctrico
Fuente: Elaboración Propia en Google Earth



Figura 5: Bloqueador instalado en la cima del Cerro Shangri-la
Fuente: Elaboración Propia

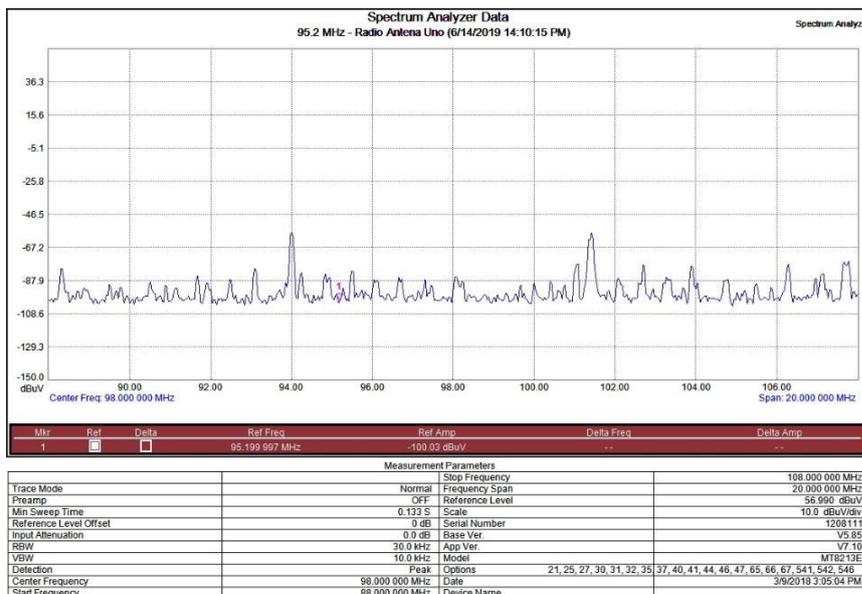


Figura 6: Espectro radioeléctrico con el bloqueador encendido
Fuente: Elaboración Propia

3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad

La finalidad del presente informe desarrollado es que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones (DGFSC) tenga una herramienta adicional con la cual pueda contrarrestar la radiodifusión ilegal en la banda FM y así velar por el correcto funcionamiento de las empresas que poseen autorizaciones y operan en el rango de frecuencias de la radio FM y frecuencias adyacentes a las mismas.

3.2.2 Objetivos

Erradicar las emisiones de las frecuencias que emiten las radioemisoras no autorizadas por el MTC en la banda de operación de la radio FM.

Garantizar una emisión fluida libre de interferencia en la banda aeronáutica.

Garantizar una correcta emisión y cobertura de los principales servicios de comunicaciones.

3.3 Problemática

La problemática de la radiodifusión ilegal en la banda de frecuencia modulada (FM) ha venido asechando de manera reiterada al estado peruano a lo largo de muchos años pese a su intervención para su eliminación. La emisión de estas frecuencias ilegales ocasiona deliberadamente interferencias a servicios de telecomunicaciones autorizados como navegación aérea, radio FM y telefonía móvil perjudicando gravemente su desarrollo y acceso a los mismos.

Por consiguiente, el presente informe aborda la problemática de la emisión ilegal en la banda FM planteando una solución mediante la implementación de un sistema de bloqueadores configurables y así poder contrarrestar estas emisiones ilegales que día a día vienen perjudicando social, cultural y económicamente al estado peruano.

El MTC en su lucha por controlar y erradicar la radiodifusión sonora ilegal de la radio FM realiza constantemente operativos en los que se incautan equipos transmisores de dudosa procedencia que en su mayoría son fabricados de manera artesanal y no cuentan con

certificados de calidad ni de homologación para que operen de manera correcta en el estado peruano.

Debido a los grandes desniveles que cuenta la ciudad de Lima la señal radioeléctrica emitida de las estaciones base se va debilitando a lo largo de su trayectoria ocasionando que las frecuencias generadas por los equipos transmisores piratas interfieran las frecuencias autorizadas y muchas veces logren superponerse a las mismas, generando así el hurto del espectro radioeléctrico afectando considerablemente la calidad de audio y video de principales servicios de telecomunicaciones como radio, televisión, navegación aérea y telefonía móvil.

Estos equipos transmisores ilegales causan deliberadamente interferencias a principales servicios de telecomunicaciones como: la navegación aérea, la radiodifusión sonora, la televisión analógica y la telefonía móvil perjudicando considerablemente la calidad y cobertura de las señales. Estos equipos ilegales se encuentran en su mayoría enterrados en la cima de los cerros de los principales distritos de Lima Metropolitana como: Puente Piedra, Carabayllo, Ventanilla, Comas, Independencia, San Juan de Lurigancho, Santa Anita, Ate, Chosica, La Victoria, El Agustino, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo entre otros.

Así mismo también a lo largo de los años se ha logrado identificar los estudios de estas radios piratas que se encuentran en las zonas urbanas de los diferentes distritos de Lima antes mencionados, realizando un trabajo conjunto con la Policía Nacional del Perú y la Fiscalía de la Nación se ha logrado intervenir dichos inmuebles y en varias ocasiones la detención en flagrancia del hurto del espectro radioeléctrico cuando estos realizaban sus transmisiones en vivo.

3.3.1 Problema General

Interferencias ocasionadas al servicio de radiodifusión sonora en el distrito de Puente Piedra debido a la constante aparición de radios piratas que operan en la banda de frecuencia de 88 MHz a 108 MHz.

3.3.2 Problemas Específicos

- Interferencias ocurridas a los servicios de la navegación aérea en la banda aeronáutica.
- Interferencias ocurridas a los servicios de Telefonía móvil debido a las frecuencias espurias generadas por los transmisores contruidos de manera artesanal.
- Interferencias ocasionadas al servicio de la navegación aérea que opera en el rango de frecuencia de 108 MHz a 136 MHz producido por la constante aparición de radios piratas cuyos transmisores fabricados de manera artesanal producen frecuencias espurias.
- Significativas incidencias de interferencias ocasionadas en señal abierta televisiva, ocurrida con irregularidad con la televisión análoga, produciendo ello, apariciones de programas, o canales desconocidos, perjudicando la transmisión normal de aquellos programas que son usurpados, evitando así con ello, dichas personas impuestos.

3.3.3 Justificación e importancia de la investigación

Las reiteradas operaciones de radios piratas en la FM, en la ciudad de Lima, y propiamente dicho en el distrito de Puente Piedra, aun así

intervenga el estado, hay demasiado perjuicio en ello, y esto trae constantes demandas en los servicios de telecomunicaciones, con más frecuencia en la emisoras de radio FM, la cual hacen uso de 35 frecuencias, las cuales no cuentan con autorización, y ello afecta a aquellas emisoras autorizadas, degradando e interrumpiendo continuamente el desarrollo económico y social del país, de igual manera generan competencia desleal.

3.3.3.1 Justificación por Conveniencia

La investigación es conveniente ya que nos ayuda a saber por qué no se debe escuchar dichos programas piratas, emitidas por emisoras artesanales y que es lo que ello causa si se llega a hacer, ya que colaboraríamos con la informalidad, perjudicándonos nosotros mismos, está investigación nos sirve a darnos cuenta de que debemos tener una radiodifusión normal, esporádica, libre de interferencias radioeléctricas, que causan las emisoras que no tienen la autorización para ser emitidas, con el analizador de espectros marca ANRITSU modelo MT8213E corroboramos que dichas frecuencias que teníamos identificadas como radioemisoras piratas se encuentran bloqueadas y algunas dejaron de emitir.

3.3.3.2 Justificación Social

La investigación se justifica, ya que su relevancia para la sociedad es que tenga una escucha activa, fluida, sin interrupciones, o pausas, con ello también fluye los mensajes que se quiere que conozca la audiencia, beneficiándose netamente la población, ya que la radio es

escuchada a nivel nacional, es por ello, que esta investigación desea poner en alerta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Fiscalizaciones y Sanciones en Comunicaciones (DGFSC) y así tenga una herramienta adicional con la cual pueda contrarrestar la radiodifusión ilegal en la banda FM.

3.3.3.3 Justificación Práctica

La investigación se justifica, ya que aporta al Estado para que desarrolle y adopte situaciones eliminando así la reincidencia de la piratería en la radio FM. A ello se pone más riguroso la prestación de estos servicios de telecomunicaciones y afianzando así una libre transmisión, sin la presencia de agentes externos ilegales.

La investigación ahonda la utilidad del Estado, para controlar, reducir y descartar de una manera efectiva, las radios piratas FM, en el distrito de Puente Piedra, los cuales afectan los servicios de telecomunicaciones que están autorizados y por ello a la población, proporcionando sustentos básicos para alcanzar un servicio óptimo y fluido, libre de frecuencias no autorizadas. De ese modo el Estado podrá garantizar su cobertura con calidad y fortalecer el país con su identidad, es por ello por lo que el servicio de telecomunicaciones debe estar y ser legal sin piratería.

3.3.3.4 Justificación Teórica

La investigación se basa en normas y disposiciones de telecomunicación del Estado, así como también en tesis de maestría y doctorado donde se aborda el tema de la piratería de la radio FM, la cual dicha información está disponible en entidades privadas y

públicas, de igual manera apuntes, y entrevistas abiertas al público en general. La cual, al estar basada y fundamentada, sirve para futuras investigaciones, como fuente de apoyo.

3.3.3.5 Justificación Metodológica

Las técnicas, métodos y procedimientos, que se emplearan en la siguiente investigación cuantitativa descriptiva, pudiendo ellos ser usados como futuras referencias en otros proyectos o líneas de investigación, una vez comprobada la fiabilidad y validez. Estos procedimientos incluyen estadísticas realizadas mes a mes, en la cual se obtuvieron significativos resultados, para así mapear donde se encuentra la piratería y configurar con éxito y de manera óptima el bloqueador de frecuencia, competencia involucrada para erradicarla, permitiendo el acercamiento y conocer así la realidad problemática que conlleva.

3.4 Metodología

3.4.1 Bases teóricas

3.4.1.1 Internacional

A) En la Revista GSMA LA Vision (2015) que representa los intereses de los operadores móviles de todo el mundo, reuniendo a casi 800 operadores con unas 300 compañías del amplio ecosistema móvil nos habla:

Un bloqueador o inhibidor de señal es un dispositivo de radiofrecuencia que intencionalmente transmite señales con el objeto de impactar, bloquear, interferir o saturar los servicios de comunicaciones de usuarios móviles tales como: llamadas de celular, mensajes de texto, señales de posicionamiento GPS, servicios de datos, redes de Wi-Fi, entre otras. (p.4).

B) Pérez Riedel, M. D. (2012). Medio siglo de radios piratas nos habla sobre el origen de las radios piratas que nacieron a raíz de que las grandes corporaciones y el estado impongan muchas prohibiciones con respecto al tipo de música y cultura que estas transmitían, es así que nacieron múltiples radios piratas que tuvieron que alejarse fuera de las 200 millas en aguas internacionales para empezar a transmitir su programación y darle la oportunidad a que muchos músicos y bandas jóvenes que comenzaban a sonar como los Rolling Stones o los Beatles.

Es así la gran acogida que tuvieron estas radios piratas por diferenciarse de las radios convencionales hicieron que el desarrollo y modernización de las radios convencionales comiencen a migrar sus tipos de programación con el objetivo de erradicar las radios piratas y ganar más audiencia, ello que inicio en la Inglaterra antigua, continuo por los estados unidos y llego a Latinoamérica iniciando el surgimiento de las radios piratas.

C) La UNESCO (2003) en su división de la LIBERTAD DE EXPRESION LA DEMOCRACIA Y LA PAZ en el Sector de la COMUNICACION Y LA INFORMACION nos habla sobre las radios comunitarias que nacen en América Latina con la finalidad de poder tener comunicado sea a una pequeña localidad o un amplio sector cuyos integrantes son miembros de la misma comunidad donde se expresan las voces y se defiende la diversidad de idiomas y culturas.

Es así como luego en los años 60 y 70 en Europa las radios comunitarias se convierten en un fenómeno vital y una alternativa al monopolio de las grandes corporaciones radiales y al estado logrando el surgimiento y auge de las radios piratas llevando finalmente a que el propio estado incluya más adelante a estas radios piratas como parte de su programación legítima.

3.4.1.2 Nacional

A) Arce Trujillo, Miguel Ángel (2019) en su Tesis Doctoral aplica la metodología cualitativa descriptiva, ya que se obtuvieron los datos mediante la recopilación constante de mediciones del espectro radioeléctrico, para poder así saber a ciencia cierta las frecuencias que vienen ocasionando estas constantes interferencias. Según menciono en su Tesis de Doctorado Arce (2019) “Es hallar el máximo número de cualidades de un cierto suceso o hecho como sea posible para la elaboración de nuevas teorías en la casuística que aborda el estudio en el presente caso”.

Dicho de otro modo, Arce (2019) el problema de la piratería en el Perú, urge resolverla, ya que a causa de ello el desarrollo normal de la telecomunicación ya que así no permite llegar a todos los hogares un mensaje limpio y seguro. Esta clase de transmisiones piratas, ilegales no solo afecta al público oyente, sino a grandes radiodifusoras, que tratan día a día por cumplir con los parámetros que así demanda la Ley de Radio y Televisión (N° 28278).

- B) Por su parte Saldaña Campos, Edgar Jesús (2018) nos habla sobre las intervenciones de los inspectores del Ministerio de Transportes y Comunicaciones resultan insuficientes ante la proliferación de emisoras ilegales. Y es así como Radio Comas por su parte apela constantemente a intentar obtener el aumento de potencia para poder lidiar contra la radiodifusión ilegal, trámite que se pierde en la burocracia de una entidad que no ha encontrado la forma aún de acabar con este problema. (p.12).
- C) Álvarez Morales, Carlos Alberto (2007) nos habla sobre los parámetros y aspectos técnicos a contemplar sobre el rango de operación del servicio de Radiodifusión en Frecuencia Modulada, también de la restricción que existe en la banda aeronáutica para la asignación en la frecuencia de 107.9 MHz, así como también de las restricciones que existe con el Canal 6 de televisión. También nos habla sobre la principal preocupación de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en contra de las radios libres está relacionada con las posibles interferencias que puedan causar a otros servicios de radiodifusión. Aunque esta preocupación es válida, se puede neutralizar de manera efectiva utilizando equipos estables en frecuencia, debidamente regulados, con filtros supresores de armónicos, siguiendo procedimientos correctos y cumpliendo con los estándares de operación. De esta manera, aquellos que instalan una estación de radiodifusión FM pueden contrarrestar los argumentos de la FCC de manera efectiva. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los aspectos técnicos de la radiodifusión de baja potencia requieren ciertos conocimientos en electrónica y prácticas de radio.
- En resumen, en el mercado hay equipos de fabricación nacional que ofrecen buenas características de transmisión a un costo más bajo, lo que ha permitido a las radios libres transmitir con potencias de salida superiores a 20Watts. Al utilizar equipos adecuados y seguir los procedimientos y estándares de operación, es posible neutralizar los argumentos de la FCC sobre las interferencias.

3.4.2 Marco conceptual

A fin de conocer la funcionabilidad y aspectos técnicos de un sistema de bloqueo de frecuencias en la banda FM debido al surgimiento de las radios piratas, debemos conocer en primer lugar ciertos conceptos.

3.4.2.1 Definición de Radios Piratas.

Una radio pirata es una emisora de radio que transmite su programación sin poseer una autorización por parte del MTC y en la mayoría de los casos la programación que emiten es del tipo folclórico, religioso, vernacular en la cual anuncian eventos y actividades que muchas veces no cuentan con los permisos correspondientes por parte de la municipalidad.

La fabricación de estas radios piratas no es tan compleja y en la actualidad se puede encontrar muchos equipos transmisores de construcción nacional que poseen muy buenas características de transmisión y a un bajo costo.

La potencia promedio de salida de estas radios piratas varía desde los 2.5 Watts hasta los 40 Watts (aunque actualmente operan a potencias superiores a 40 Watts), su tamaño pequeño como el de una computadora y su facilidad para trasladarla al combinarse con otros equipos de audio, consolas, grabadoras, filtros y una antena hacen que cualquier persona pueda empezar a transmitir su programación por un costo promedio inferior a los 2500 soles.

3.4.2.2 Identificación de frecuencias libres y ubicación de la estación

Los radiodifusores piratas al no poseer una herramienta sofisticada como lo es un analizador de espectros para poder ver en tiempo real toda la gama de frecuencias en el rango de operación de la FM utiliza técnicas convencionales a fin de poder encontrar una frecuencia “libre” o atenuada en dicha zona a fin de superponer su frecuencia ilegal con una mayor potencia de operación y su programación se pueda escuchar en vez de la programación de una radio autorizada.

Para hallar dicha frecuencia “libre” el radiodifusor mapea su zona de operación con la ayuda de un radio con sintonizador digital a fin de saber que canal puede ocupar su radio no autorizada. Al ya tener identificada una frecuencia a utilizar estos buscan los lugares más altos de la zona donde van a operar que pueden ser casas de 4 o 5 pisos, edificios o como en la mayoría de los casos optan por instalar sus transmisores con sus antenas en la cima de los cerros.



Figura 7. Incautación de transmisor enterrado en la cima del cerro

Fuente: creación propia

3.4.2.3 Tipos de sistema radiantes utilizados por radiodifusores no autorizados

Los tipos de antenas que conforman un sistema radiante más común de las radiodifusoras no autorizadas son:

3.4.2.3.1 Antena monopolo vertical con plano a tierra.

Es una de las antenas más sencillas y su mismo nombre indica un solo polo. Este tipo de antena siempre se usa en conjunto con un plano de tierra el cual actúa como una especie de espejo dieléctrico.

Características Eléctricas	Características Mecánicas
Rango de Operación: 88 – 108 MHz	Peso Neto: 4.4 Kg
Ancho de Banda: Sintonizado	Velocidad del viento: 160 Km/h
Relación de Onda Estacionaria: 1.5:1	
Polarización: Vertical	
Impedancia: 50 Ohms	
Ganancia: 0 dB	

Tabla 1. Características de una Antena Monopolo Vertical con plano a tierra

Fuente: Tesis Carlos Alberto Álvarez Morales



Figura 8. Antena monopolo con plano a tierra en una estación de radio

Fuente: Creación propia

3.4.2.3.2 Antena Dipolo Vertical.

Este dipolo de antena no irradia en todas las direcciones con la misma potencia por la cual se le conoce como una antena direccional.

Características Eléctricas	Características Mecánicas
Rango de Operación: 88 – 108 MHz	Peso Neto: 2.2 Kg
Ancho de Banda: Sintonizado y Banda Ancha	Velocidad del viento: 160 Km/h
Relación de Onda Estacionaria: 1.3:1	Carga del viento: 10 Kg
Polarización: Vertical	
Impedancia: 50 Ohms	
Ganancia: -0.22 dB	

Tabla 2. Características de una Antena Dipolo Vertical

Fuente: Tesis Carlos Alberto Álvarez Morales



Figura 9. Antena Dipolo con polarización vertical

Fuente: Creación propia

3.4.2.3.3 Antena Dipolo Circular

Es una antena de polarización circular, posee gran cobertura ya que su propagación lo realiza en todas las direcciones por ello se le dice omnidireccional.

Características Eléctricas	Características Mecánicas
Rango de Operación: 88 – 108 MHz	Peso Neto: 4.5 Kg
Ancho de Banda: Sintonizado y Banda Ancha	Velocidad del viento: 190 Km/h
Relación de Onda Estacionaria: 1.1:1	
Polarización: Circular	
Impedancia: 50 Ohms	
Ganancia: 2.14 dBi	

Tabla 3. Características de una Antena Dipolo Circular

Fuente: Pagina web Digitronik



Figura 10. Antena Dipolo Circular

Fuente: Creación propia

3.4.2.3.4 Antena de Dos Dipolos Cruzados en “V”

Es un tipo de antena que se utiliza mayormente para tener una cobertura homogénea, su polarización es circular pero su costo de operación es mayor.

Características Eléctricas	Características Mecánicas
Rango de Operación: 88 – 108 MHz	Peso Neto: 20 Kg
Ancho de Banda: Sintonizado y Banda Ancha	Velocidad del viento: 160 Km/h
Relación de Onda Estacionaria: 1.4:1	
Polarización: Circular	
Impedancia: 50 Ohms	
Ganancia: 1.1 dB	

Tabla 4. Características de una Antena de Dos Dipolos cruzados en “V”

Fuente: Pagina web Advicom



Figura 11. Antena de Dos Dipolos Cruzados en polarización circular

Fuente: Creación propia

3.4.2.3.5 Antena YAGI de “N” Elementos

Es un tipo de antena direccional que consta de 3 principales componentes: el reflector, un director y un elemento radiante, donde “n” indica la cantidad de elementos usada principalmente para determinar la localización del transistor.

Características Eléctricas	Características Mecánicas
Rango de Operación: 88 – 108 MHz	Peso Neto: 31 Kg
Ancho de Banda: Banda Ancha	Velocidad del viento: 160 Km/h
Relación de Onda Estacionaria: 1.25:1	Carga de viento: 25 Kg
Polarización: Vertical	
Impedancia: 50 Ohms	
Ganancia: 1.1 dB	

Tabla 5. Características de una Antena Yagi

Fuente: Tesis Carlos Alberto Álvarez Morales



Figura 12. Antena Yagi de 5 elementos

Fuente: Creación propia

3.4.2.4 Estudio de una radio no autorizada con su sistema radiante.

Actualmente los estudios de los radiodifusores no autorizados se ubican en la zona urbana en la parte más alta de las casas o edificios de 4 a más pisos instaladas sobre mástiles de bambú de aproximadamente 8-10 metros a fin de poder tener una buena línea de vista con el sistema radiante del transmisor que en la mayoría de los casos se encuentran enterrados en la cima de los principales cerros del distrito de Lima.

Esto hace que la labor de ubicar los estudios de los radiodifusores no autorizados sea más complicado; ya que se tiene que detectar la frecuencia del enlace que principalmente van desde los 200 MHz hasta los 320 MHz.



Figura 13. Ubicación del estudio transmisor y sistema radiante.

Fuente: Creación propia

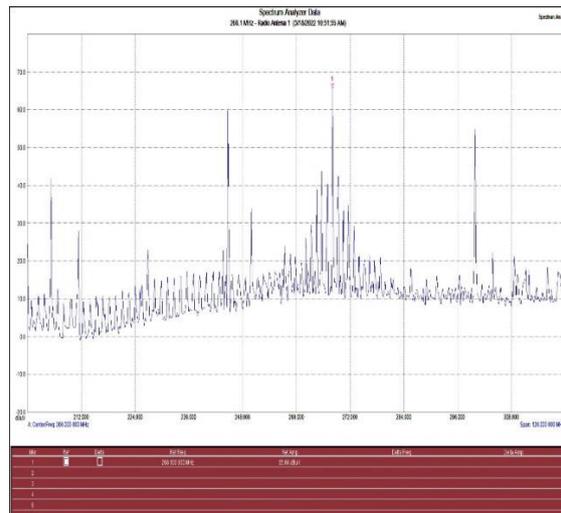


Figura 14. Detección de frecuencia del enlace entre la planta y el estudio

Fuente: Creación propia

3.4.2.5 Tipos de potencia para un transmisor de radio FM artesanal

Para los transmisores de radio FM construidos de manera artesanal es muy importante su circuito de potencia debido a que gracias a ello les permite superponer su frecuencia con la que fueron configurados sobre una frecuencia que cuenta con autorización del MTC. Para ello requieren de un amplificador de alta potencia que pueda soportar mayor cantidad de corriente de entrada en comparación con un transmisor de baja potencia.



Figura 15. Fuente de poder de un transmisor artesanal

Fuente: Tesis Carlos Alberto Álvarez Morales

Potencia del Transmisor	Corriente
Transmisor de 1 a 5 Watts	2 a 3 Amperios
Transmisor de 10 - 20 Watts	5 a 6 Amperios
Transmisor de Hasta 50 Watts	Mayor a 12 Amperios

Tabla 6. Tabla de relación de potencia y corriente de un transmisor

Fuente: Creación Propia

3.4.2.6 Cálculo de la longitud de onda de un sistema irradiante

El objetivo principal de una antena es emitir la señal de FM desde el transmisor hacia los receptores de FM. Para lograr esto, se deben cumplir algunas

condiciones. En primer lugar, la antena debe estar ajustada a la frecuencia en la que se transmitirá. En segundo lugar, la antena debe estar instalada y orientada correctamente.

En la transmisión de FM, las ondas de radio viajan en línea recta hasta que se encuentran con un obstáculo, lo cual se conoce como transmisión de línea de vista. Si la antena transmisora y la receptora pueden verse entre sí y la distancia entre ellas no es tan grande como para debilitar la señal, entonces la señal puede ser recibida. La intensidad de la señal de radio se rige por la ley de los cuadrados inversos, lo que significa que, al duplicar la distancia, la fuerza de la señal será solo una cuarta parte de lo que era inicialmente.

Dado que las transmisiones de FM son de línea de vista, la altura del centro de radiación de la antena es muy importante. Incrementar la altura del centro de radiación es más efectivo que duplicar o triplicar la potencia de la señal. Por lo tanto, una buena altura de instalación coloca la antena por encima de los edificios y obstáculos que podrían bloquear la señal. En estaciones de radiodifusión no autorizadas, la antena suele estar a una altura de 9 metros sobre el suelo.

La antena se puede ajustar de manera aproximada mediante la modificación de la longitud de los radiantes de la antena, que son los elementos que irradian la señal. Muchos diseños de antenas se basan en lo que se conoce como un dipolo, que consta de dos radiantes cuyas longitudes son aproximadamente una cuarta parte de la longitud de onda de la frecuencia de transmisión deseada. La longitud de onda de la frecuencia de transmisión deseada se determina de la siguiente manera:

$\lambda = c * f^{-1}$	
λ	Longitud de onda en (m)
c	Velocidad de la luz ($3 * 10^8$) en ($m * s^{-1}$)
f	Frecuencia en (s^{-1})

Tabla 7. Fórmula para el cálculo de la longitud

Fuente: Creación Propia

3.4.2.7 Restricciones de la Banda Aeronáutica

No se admitirán asignaciones en la frecuencia de 107.9 MHz (Canal 300) cuya intensidad de campo supere los 100 dB μ , en el punto de coordenadas correspondiente a un aeropuerto provisto de instrumental de ayuda a la navegación aeronáutica (ILS-VOR). Dicha intensidad de campo se calculará con la siguiente expresión:

$E = 76.9 + P - 20[\log(D)]$	
<i>E</i>	Intensidad de campo
<i>P</i>	ERP de la estación de radiodifusión en dBu
<i>D</i>	Distancia entre la estación de radiodifusión y el punto de recepción del sistema, en Km.

Tabla 8. Fórmula para el cálculo de la intensidad de campo

Fuente: Creación Propia

Denominación	Frecuencia
LOC	109.7 MHz
VOR	113.8 MHz
APP	119.7 MHz
LIMA TORRE	118.1 MHz
LIMA AUTORIZACION	118.6 MHz
LIMA EMERGENCIAS	121.5 MHz

Tabla 9. Tabla de frecuencias de la Banda Aeronáutica

Fuente: Tesis Carlos Alberto Álvarez Morales

3.4.2.8 Frecuencias Espúreas

Las emisiones espúreas son emisiones causadas por los efectos indeseables del transmisor, tales como la emisión de armónicos, emisiones parásitas, productos de intermodulación, y productos de conversión de frecuencia, pero estando excluidas las emisiones fuera de la banda. Estas son medidas en el puerto de salida RF de la estación base.

Nombre del equipo:	Transmisor de radiodifusión sonora en FM
marca:	ZHC
Modelo:	ZHC818F-1000W/DRAFT PERU
Serie:	P1703039
Potencia medida:	1004 W

Frecuencia Fundamental y Armonicas	Fc	2do A	3er A	4to A	5to A	6to A
Frecuencias (MHz)	97.5	195	292.5	390	487.5	585
Nivel Medido (dBm)	-4.4	-92.5	-95.2	-94	-82	-101.7
Emisión de espúreas		88.1	90.8	89.6	77.6	97.3

Frecuencia Fundamental y Armonicas	Fc	2do A	3er A	4to A	5to A	6to A
Frecuencias (MHz)	108	216	324	432	540	648
Nivel Medido (dBm)	-2.6	-93.3	-97.3	-90.3	-86.9	-95.4
Emisión de espúreas		90.7	94.7	87.7	84.3	92.8

Frecuencia Fundamental y Armonicas	Fc	2do A	3er A	4to A	5to A	6to A
Frecuencias (MHz)	88	176	264	352	440	528
Nivel Medido (dBm)	-5.2	-74.5	-102	-99.5	-100.1	-78.1
Emisión de espúreas		69.3	96.8	94.3	94.9	72.9

Tabla 10. Tabla de potencia de las frecuencias armónicas

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.9 Goniómetro móvil

Es una unidad móvil remota que permite a la Dirección General de Fiscalización y Sanciones en Comunicaciones (DGFSC) perteneciente al MTC realizar monitoreos del espectro radioeléctrico a nivel nacional el cual contiene un arreglo de múltiples antenas diseñadas para poder captar las señales de

las frecuencias en las bandas como AM, FM, VHF, UHF, telefonía móvil entre otros y un analizador de espectros conectado a una laptop mediante la cual con el software del fabricante podemos visualizar en tiempo real el nivel de intensidad de la señal analizada, la dirección aproximada de la fuente interferente y el rango de frecuencia analizado.



Figura 16. Unidad móvil de goniometría

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimiento

Las actividades se desarrollaron en 4 etapas las cuales se ejecutaron desde inicios del año 2019 hasta finales de setiembre del 2019.

3.5.1 Panorama actual de las radios piratas en el distrito de Puente Piedra y alrededores.

En esta primera etapa se identificaron múltiples radios piratas en los distritos aledaños a Puente Piedra que vienen impactando significativamente a múltiples servicios de telecomunicaciones entre ellos la navegación aeronáutica.

Durante los meses de enero a abril del 2019 se identificaron más de 25 radios ilegales que vienen operando de manera constante en los distritos de Puente Piedra, Comas, Carabayllo, Independencia y San Juan de Lurigancho.

Para poder identificar a estas radios ilegales personal del MTC realiza constantes monitoreos del espectro radioeléctrico con ayuda de su unidad móvil que tiene incorporado un sistema de Goniometría con múltiples antenas y un analizador de espectros para así en tiempo real realizando una triangulación con el azimut que arroja el sistema de monitoreo se pueda identificar la ubicación exacta del transmisor y proceder a realizar luego en oficina su informe técnico respectivo.

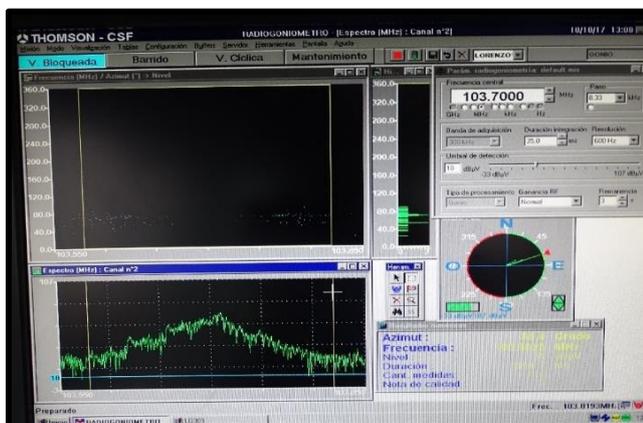


Figura 17. Identificación de la frecuencia pirata con el goniómetro móvil

Fuente: Elaboración propia

NOMBRE DE LA RADIO ILEGAL	FRECUENCIA	UBICACIÓN	DISTRITO
RADIO LA UNICA	94.5 MHz	CIMA DEL CERRO BARREBECHEA	CARABAYLLO
RADIO ORIGINAL	98.5 MHz	CIMA DEL CERRO EL MISTI	COMAS
RADIO ESTACION SOL	99.9 MHz	CIMA DEL CERRO EL MISTI	COMAS
RADIO MARCABALITO	100.5 MHz	CIMA DEL CERRO EL MISTI	COMAS
RADIO ALEGRIA	105.3MHz	CIMA DEL CERRO HUASCARAN	COMAS
RADIO LA PODEROSA	103.0 MHz	CIMA DEL CERRO HUASCARAN	COMAS
RADIO HUANUCO	104.1 MHz	CIMA DEL CERRO TRES DEDOS	COMAS
RADIO NUEVO HORIZONTE	101.4 MHz	CIMA DEL CERRO BOCA DE LEON	INDEPENDENCIA
RADIO SANTA APOLONIA	104.3 MHz	CIMA DEL CERRO NUEVO AMANECER	PUENTE PIEDRA
RADIO CAJAMARCA	106.7 MHz	CIMA DEL CERRO NUEVO AMANECER	PUENTE PIEDRA
RADIO SUPER LATINA	98.5 MHz	CIMA DEL CERRO BALCON	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO VOLCAN	108.0 MHz	CIMA DEL CERRO BALCON	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO FUERZA	100.3 MHz	CIMA DEL CERRO BOCA DE LEON	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO HORIZONTE	101.4 MHz	CIMA DEL CERRO MORADO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO LA TITULAR	93.5 MHz	CIMA DEL CERRO MORADO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO SUPER STAR	103.7 MHz	CIMA DEL CERRO MORADO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO ONDA POPULAR	90.9 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO 99.3 MHz	99.3 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO 102.5 MHz	102.5 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO FUEGO	99.5 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO HUASCARAN	99.3 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO IMPERIO	104.5 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO METROPOLITANA	102.5 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO ONDA PODER	90.9 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO SABOR	106.7 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO
RADIO UNIVERSO	102.3 MHz	CIMA DEL CERRO SAN GERONIMO	SAN JUAN DE LURIGANCHO

Tabla 11. Listado de radios piratas recurrentes

Fuente: Elaboración propia

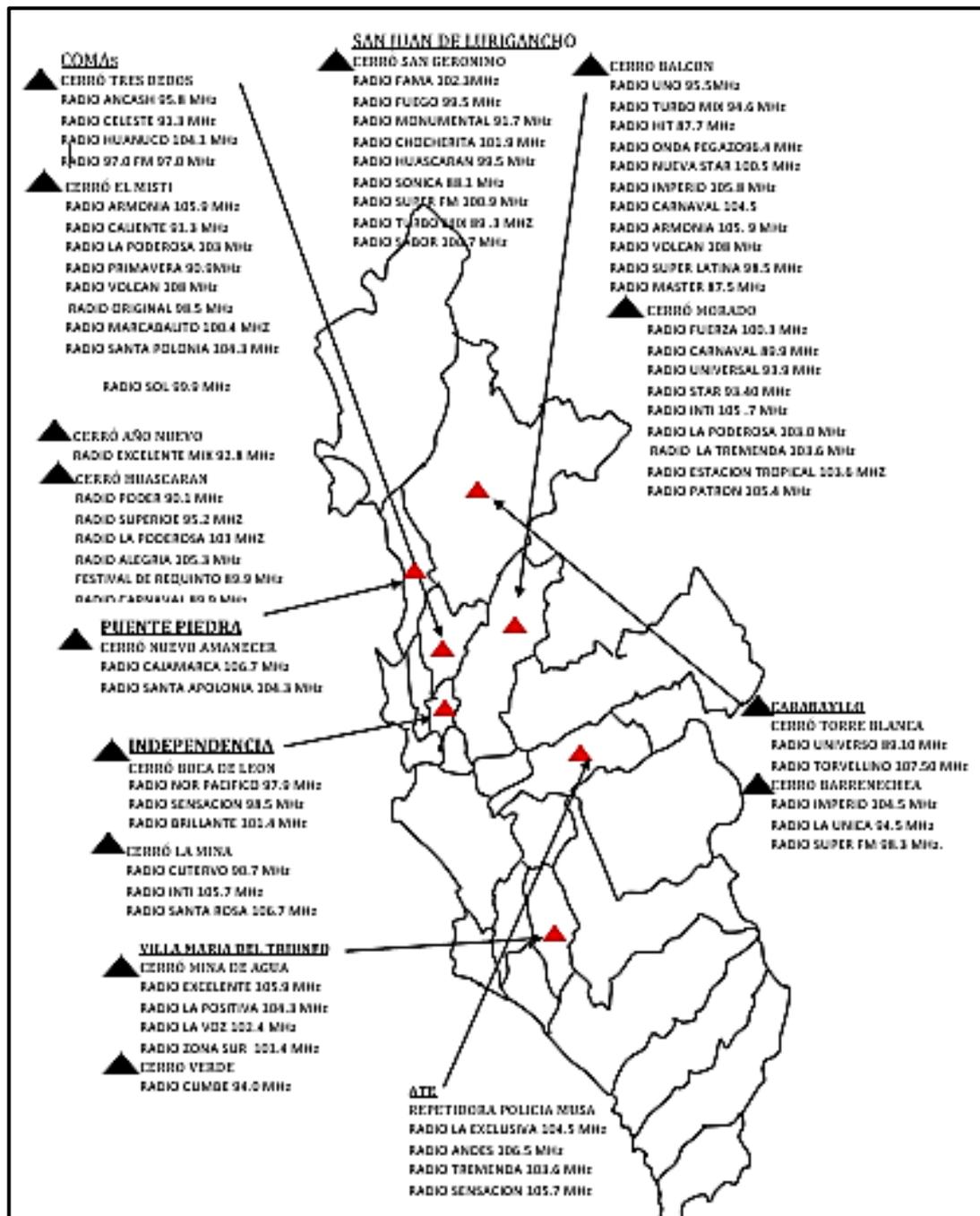


Figura 18. Identificación de los principales cerros y radios piratas

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Análisis de los monitoreos realizados para la configuración de frecuencias del bloqueador

En esta segunda etapa realizada durante el mes de mayo y junio se identificaron las principales radios piratas que mes a mes vienen emitiendo su programación pese a las constantes incautaciones que realiza diariamente el MTC, logrando con ello que se preconfigure en el transmisor que funcionara como bloqueador las frecuencias específicas identificadas a fin de eliminar completamente la emisión de estas y no puedan afectar a los principales servicios de telecomunicaciones autorizados.



Figura 19. Configuración de transmisores para radios piratas

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado y configurado a la frecuencia de prueba a bloquear, el transmisor de 1000W emitirá una señal de ruido blanco superponiendo su señal a la señal de la radio pirata permitiendo así que no se pueda oír la programación del radiodifusor ilegal y este deje de operar o busque migrar a otra frecuencia lo que implicaría más costo de operación y configuración de un nuevo transmisor al radiodifusor pirata.

3.5.3 Instalación del transmisor configurado como bloqueador

En esta tercera etapa realizada durante el mes julio se buscó una ubicación alta a fin de que el bloqueador pueda tener una mejor cobertura de bloqueo.

El transmisor configurado como bloqueador se instaló en la cima del cerro Shangri-la ubicado en el distrito de Puente Piedra. El sistema de bloqueo instalado consta de un juego de 2 antenas dipolo vertical las cuales están direccionadas a los principales cerros ya identificados (ver figura 15) donde se ubican las principales radios piratas y estas descienden mediante un cable con conectores L27-J hacia el transmisor configurado a las frecuencias de las radios piratas que se desea bloquear.

El bloqueador está conectado a un analizador de espectros remoto de la marca AARONIA donde se puede visualizar la frecuencia antes y después del encendido y puesta en marcha del bloqueador.

Para poder visualizar de manera remota el funcionamiento del bloqueador, el analizador de espectros está conectado a una laptop con conexión a internet en la cual se está ejecutando el software de la aplicación del analizador y remotamente permite configurar el cambio de frecuencia para así bloquear a un nuevo radiodifusor pirata.



Figura 20. Sistema irradiante del bloqueador instalado

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Sistema de bloqueo remoto puesto en marcha

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Conexión remota al analizador de espectro AARONIA

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Mediciones posteriores a la implementación del bloqueador

En esta última etapa realizada durante los meses de agosto y setiembre se validó con monitoreos realizados del espectro radioeléctrico la incidencia de las radios piratas en los diferentes distritos aledaños a Puente Piedra, observándose que muchas de las radios piratas frecuentes dejaron de emitir su programación en la frecuencia habitual que ya se tenía identificada, otras migraron a una frecuencia distinta y algunas dejaron de operar por completo.

ESTACION PIRATA Y FRECUENCIA NO AUTORIZADA	MEDICIONES REALIZADAS ENERO - ABRIL	MEDICIONES REALIZADAS AGOSTO - SETIEMBRE
RADIO LA UNICA - 94.5 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO ORIGINAL - 98.5 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO ESTACION SOL - 99.9 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO MARCABALITO - 100.5 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO ALEGRIA - 105.3MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO LA PODEROSA - 103.0 MHz	OPERATIVO	MIGRO DE FRECUENCIA A LA 104.1 MHz
RADIO HUANUCO - 104.1 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO NUEVO HORIZONTE - 101.4 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO SANTA APOLONIA - 104.3 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO CAJAMARCA - 106.7 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO SUPER LATINA - 98.5 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO VOLCAN - 108.0 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO FUERZA - 100.3 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO HORIZONTE - 101.4 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO LA TITULAR - 93.5 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO SUPER STAR - 103.7 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO ONDA POPULAR - 90.9 MHz	OPERATIVO	MIGRO DE FRECUENCIA A 90.7 MHz
RADIO 99.3 MHz - 99.3 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO 102.5 MHz - 102.5 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO FUEGO - 99.5 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO HUASCARAN - 99.3 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO IMPERIO - 104.5 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO
RADIO METROPOLITANA - 102.5 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO ONDA PODER - 90.9 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO SABOR - 106.7 MHz	OPERATIVO	OPERATIVO
RADIO UNIVERSO - 102.3 MHz	OPERATIVO	NO OPERATIVO

Tabla 12. Impacto de la puesta en marcha del bloqueador

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones efectuadas se realizaron con el analizador de espectros de la marca ANRITSU modelo MT8213E (ver anexo 2) en diferentes puntos de los distritos de PUENTE PIEDRA, COMAS, CARABAYLLO Y SAN JUAN DE LURIGANCHO, así como también con el apoyo de la unidad móvil de GONIOMETRIA que nos permite conocer con mayor exactitud la ubicación de las radioemisoras piratas.

De igual manera por solicitud de algunas emisoras autorizadas por el MTC como lo es RADIO COMAS S.A.C que opera en la frecuencia de 97.7 MHz en el distrito de San Juan de Lurigancho y en 101.7 MHz en los distritos de Puente Piedra, Comas y Carabayllo se realizaron algunas mediciones en diferentes puntos de Lima para ver el nivel de intensidad de las señales.

Puntos de medición		Frecuencia	Intensidad	Unidades	msnm
1					
L.S	11°55'0.1"	101.7 MHz	81.2	dB μ V/m	127
L.O	77°04'21.8"	105.1MHz	73.2	dB μ V/m	
		97.7MHz	51.1	dB μ V/m	
2					
L.S	11°49'24.6"	101.7 MHz	38.56	dB μ V/m	222
L.O	77°07'27.5"	105.1 MHz	40.83	dB μ V/m	
		97.7 MHz	45.95	dB μ V/m	
3					
L.S	11°51'59.7	101.7 MHz	65.82	dB μ V/m	196
L.O	77°04'40.6"	105.1 MHz	61.93	dB μ V/m	
		97.7 MHz	56.88	dB μ V/m	
4					
L.S	11°53'28.1"	101.7 MHz	75.28	dB μ V/m	223
L.O	77°01'39.1"	105.1 MHz	83.88	dB μ V/m	
		97.7 MHz	86.37	dB μ V/m	
5					
L.S	11°56'29.1"	101.7 MHz	66.81	dB μ V/m	135
L.O	77°03'1.7"	105.1 MHz	56.91	dB μ V/m	
		97.7 MHz	44.35	dB μ V/m	
6					
L.S	11°58'21.6"	101.7 MHz	55.71	dB μ V/m	185
L.O	77°02'36.1"	105.1 MHz	40.41	dB μ V/m	
		97.7 MHz	66.47	dB μ V/m	
7					
L.S	11°59'30.5"	101.7 MHz	61.08	dB μ V/m	90
L.O	77°04'18.1"	105.1 MHz	48.71	dB μ V/m	
		97.7 MHz	65.7	dB μ V/m	
8					
L.S	12°01'43"	101.7 MHz	50.06	dB μ V/m	0
L.O	77°00'44"	105.1 MHz	50.47	dB μ V/m	
		97.7 MHz	61.26	dB μ V/m	

Tabla 13. Mediciones de la intensidad del campo radioeléctrico

Fuente: Elaboración propia

3.6 Resultados de la actividad

El sistema de bloqueo implementado en este trabajo de suficiencia profesional se realizó y se presentó para poder ver el impacto significativo que tiene la implementación de un solo transmisor que fue configurado e instalado como bloqueador en la cima del cerro Shringi-la. Se proyecta que con la implementación de más de 10 transmisores configurados como bloqueadores e instalados en diferentes puntos estratégicos en los distritos de Lima se tenga un impacto significativo en la reducción de las radios piratas superior al 50% que existe actualmente.

DISTRITO	RADIO	CANTIDAD DE RADIOS PIRATAS ACTUALMENTE	PROYECCIÓN ESTIMADA CON LA IMPLEMENTACIÓN
CARABAYLLO	RADIO LA UNICA - 94.5 MHz	1	0
COMAS	RADIO ORIGINAL - 98.5 MHz	6	3
	RADIO ESTACION SOL - 99.9 MHz		
	RADIO MARCABALITO - 100.5 MHz		
	RADIO ALEGRIA - 105.3MHz		
	RADIO LA PODEROSA - 103.0 MHz		
	RADIO HUANUCO - 104.1 MHz		
INDEPENDENCIA	RADIO NUEVO HORIZONTE - 101.4 MHz	1	0
PUENTE PIEDRA	RADIO SANTA APOLONIA - 104.3 MHz	2	0
	RADIO CAJAMARCA - 106.7 MHz		
SAN JUAN DE LURIGANCHO	RADIO SUPER LATINA - 98.5 MHz	16	10
	RADIO VOLCAN - 108.0 MHz		
	RADIO FUERZA - 100.3 MHz		
	RADIO HORIZONTE - 101.4 MHz		
	RADIO LA TITULAR - 93.5 MHz		
	RADIO SUPER STAR - 103.7 MHz		
	RADIO ONDA POPULAR - 90.9 MHz		
	RADIO 99.3 MHz - 99.3 MHz		
	RADIO 102.5 MHz - 102.5 MHz		
	RADIO FUEGO - 99.5 MHz		
	RADIO HUASCARAN - 99.3 MHz		
	RADIO IMPERIO - 104.5 MHz		
	RADIO METROPOLITANA - 102.5 MHz		
	RADIO ONDA PODER - 90.9 MHz		
RADIO SABOR - 106.7 MHz			
	RADIO UNIVERSO - 102.3 MHz		

Tabla 14. Proyección estimada con la implementación de los bloqueadores

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

La implementación del sistema de bloqueo contra la radiodifusión ilegal en la banda FM en el distrito de Puente Piedra en el año 2019 realizada en este Trabajo de Suficiencia Profesional fue llevado a cabo por mi persona y algunos colegas del MTC mientras laboraba en el área de la Dirección General de Control y Monitoreo en Comunicaciones.

4.1 Justificación

La implementación del sistema de bloqueo contra la radiodifusión ilegal en la banda FM en el distrito de Puente Piedra en el año 2019 se realizó debido a que el MTC a la fecha no ha logrado encontrar un mecanismo eficaz para combatir a la radiodifusión ilegal ocasionando pérdidas económicas para el estado ya que al realizar diariamente los constantes monitoreos e incautaciones de los transmisores no autorizados acarrear costes en personal técnico, profesional y administrativos.

4.2 Presentación de Resultados

4.2.1 Disminución de las radios piratas

Sobre la instalación del sistema de bloqueo en la cima del cerro Shangri-la se debe resaltar el resultado obtenido en los dos meses que se realizaron el

monitoreo del espectro radioeléctrico en la banda FM posterior a la implementación del sistema de bloqueo, ya que se visualiza notoriamente una reducción en la operación de varios radios piratas en los diferentes distritos aledaños a Puente Piedra.

Por ende, la implementación del bloqueador en la cima del cerro Shangri-la resulta importante y se deberá contar con un plan de mantenimiento a fin de garantizar la operatividad constante y correcta del bloqueador.

4.2.2 Costos de los equipos implementados en el sistema de bloqueo

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO
1	Transmisor de 1000 W	10	\$5000	\$50 000
2	Antena dipolo vertical	10	\$600	\$6000
3	Analizador de espectro AARONIA	10	\$4000	\$40 000
4	Laptop para conexión remota	10	\$1500	\$15 000
5	Conectores y cables	10	\$30	\$300
6	Disco duro	10	\$120	\$1200
7	TP LINK	10	\$25	\$250
Total dólares				\$102 750
Total soles				S/ 369,900.00

Nota: Tipo de cambio 1 dólar = 3.60

Tabla 15. Costos por la implementación de 10 bloqueadores

Fuente: Elaboración propia

4.3 Conclusiones

1. Se logro reducir la incidencia de las radios piratas con la implementación del bloqueador ya que al bloquear las señales interferentes y los constantes operativos de incautación que realiza el Ministerio de Transportes y Comunicaciones les resulta costoso estar instalando y configurando un nuevo transmisor pirata en otra nuevamente en otra frecuencia.

2. De los monitoreos realizados en la banda FM se pudo identificar que con ayuda del goniómetro móvil al analizar el nivel de intensidad de las señales es posible predecir y ubicar los estudios de los radiodifusores piratas ya que estas tienen un enlace con línea de vista a su planta transmisora.
3. Las frecuencias espúreas ocasionadas por los transmisores de fabricación artesanal son perjudiciales para los principales servicios de telecomunicaciones, de los cuales para el servicio de la navegación aeronáutica resulta de vital importancia eliminar estas emisiones no autorizadas porque se ha reportado que en su comunicación con la torre de control de los vuelos comerciales se filtra en algunas ocasiones la emisión de estas señales piratas.
4. Del monitoreo del espectro radioeléctrico realizado en los diferentes distritos de Lima se puede observar que la mayor incidencia de las radios piratas ocurre en los distritos del cono Norte y cono Este, las cuales operan en frecuencias muy próximas a las frecuencias autorizadas logrando con ello que sus señales se superpongan a las frecuencias autorizadas y estas tengan predominancia en la emisión debido a la potencia con la que diseñan sus transmisores.
5. Las radioemisoras piratas pueden cambiar su nombre comercial de operación y en algunos casos también su frecuencia muy fácilmente inclusive a los días posteriores que el MTC ha realizado la incautación de su planta transmisora.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

- Se recomienda al MTC continuar con la implementación de otros transmisores configurados como bloqueador a fin de poder erradicar por completo las radios piratas y pueda darse así una emisión limpia libre de interferencias.
- Se recomienda a la población no sintonizar la programación de estas radios piratas y comunicar a las autoridades si saben la ubicación donde se encuentra un estudio o planta de una radio pirata.
- Se recomienda al área legal del MTC implementar medidas administrativas y penales contra las radioemisoras piratas que son captados en flagrancia realizando la emisión de sus radios piratas.
- Se recomienda realizar la instalación de los bloqueadores en las zonas más altas de Lima a fin de que estas puedan tener una mejor cobertura de bloqueo y su alcance sea mayor.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

Álvarez Morales, Carlos Alberto (2007). Detección de la emisión radioeléctrica en FM y localización del sistema irradiante de una estación radiodifusora no autorizada por el MTC utilizando sistemas de radiogoniometría móvil. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/245?show=full>

Arce Trujillo, M. A. (2019). La piratería de las señales de radiodifusión sonora FM en los servicios de telecomunicaciones en la provincia de Lima. Doctorado. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26763/Arce_T_MA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Clara Luz Álvarez (2018) TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSION EN MÉXICO. Obtenido de http://derecho.posgrado.unam.mx/site_cpd/public/publis_cpd/telecomyradiodifMX.pdf

LICENCIATURA EN COMUNICACIÓN. UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA, LIMA, PERÚ. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/43b171f7-bd52-4452-8fb4-0cde4ea61783/content>

Pérez Riedel, M. D. (2012). Identificaciones culturales en un foro de fans. Question/Cuestión, 1(35), 422–432. Recuperado a partir de <https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/1537>

Revista GSMA Latin American Vision (edición 2015-2016), Obtenido de [https://www.gsma.com/latinamerica/es/resources/revista-vision-2016/.](https://www.gsma.com/latinamerica/es/resources/revista-vision-2016/)

Saldaña Campos, E. J. (2018). RADIO COMAS: LA LUCHA ENTRE FORMALIDAD Y PIRATERIA RADIAL EN LA FRECUENCIA MODULADA.

<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/ae14dc72-effb-41f5-b61b-48504947374c>.

UNESCO, Biblioteca Digital LEGISLACION SOBRE LA RADIODIFUSION SONORA COMUNITARIA (2003) Obtenido de

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000130970_spa

CAPITULO VII: ANEXOS

Anexo 1: Acta de inspección técnica

OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN

a) Verificación b) Medida Correctiva

En el distrito de SAN JUAN DE LURIGANCHO provincia de LIMA departamento de LIMA siendo las 10:30 horas, del día 20 de ABRIL del 2017, los inspectores de la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en ejercicio de las facultades previstas en el artículo 222° del T.U.D. del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones aprobado mediante D.S. Nº 020-2007-MTC, en concordancia con el artículo 87° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado mediante D.S. Nº 021-2007-MTC, procedieron a realizar la presente verificación:

I. DATOS VERIFICADOS:

RAZÓN SOCIAL: 100.3 MHz - RADIO ARMONIA

TITULAR O REPRESENTANTE: NO IDENTIFICADO

UBICACIÓN (Distrito, Provincia, Departamento.)
Estudios: NO VERIFICADO

Coordenadas WGS-84: Lat. S: -; Long. O: -; Altitud: - m. s. n. m.

Planta Tx: CIMA DEL CERRO MORADO

Autorizada SI () NO

Coordenadas WGS-84: Lat. S: 11.58.10.3; Long. O: 77.01.45.3; Altitud: 634 m. s. n. m.

Opera dentro del perímetro urbano: SI () NO

II. VERIFICACIÓN TÉCNICA:

FM () OM () OCT () TV-VHF () TV-UHF

AUTORIZADO: SI () NO

Frecuencia o Canal: 100.3 KHz () / MHz () Potencia del Tx: 130 W. Potencia Medida: 120 W. Ancho de Banda: 300 KHz ()

TORRE () MASTIL Metálico () Madera Autosoportada () Ventada Altura: 10 metros

SISTEMA IRRADIANTE: 01 ANTENA ESPIRA DIPOLO

HOMOLOGADO SI NO CÓDIGO DE HOMOLOGACIÓN: -

Polarización: CIRCULAR Altura del centro de radiación: 10 metros sobre el piso

Tipo de cable: COAXIAL RG-8U Longitud: 15 metros Atenuación: - dB

Orientación de Antenas	<u>55</u> °N	<u>1</u> °N	<u>1</u> °N	<u>1</u> °N
N° antenas	<u>01</u>			

TRANSMISOR: MARCA CONSTRUCCION NACIONAL MODELO: CONSTRUCCION NACIONAL SERIE: -

HOMOLOGADO: SI CODIGO HOMOLOGACION -; NO

ENLACE ESTUDIO - PLANTA: RADIOELÉCTRICO SATELITAL () FÍSICO ()

AUTORIZADO: SI () NO ()

ESTACIÓN INSTALADA: SI () NO () OPERA: SI () NO ()

III. OBSERVACIONES:

PARA ACCEDER A LA PLANTA TRANSMISORA SE TOMANDO LA AV. CANTO GRANDE Hacia el PARADERO 2 PARA GIRAR POR LA DERECHA Hacia la AV. CANTO BELLO Hacia el PARADERO FINAL DE LA EMPRESA DE

MEDIDA CORRECTIVA: TRANSPORTE EICANSA y ESCORDER HACIA LA CIMA; SE

DEJAR DE OPERAR () DESMONTAR TORRE Y SISTEMA IRRADIANTE () VERITICO INMUEBLE INEXISTENTE

IV. OCURRENCIAS:

SE NEGÓ A RECIBIR EL ACTA () SE DEJÓ EL ACTA BAJO LA PUERTA () OTRAS: TX SE ENCUENTRA ENTERRADO EN LA MADERA DEL CERRO

RECIBIÓ ACTA PERO NO FIRMA () NO PERMITIÓ EL ACCESO ()

Anexo 2: Ficha técnica del analizador de espectros ANRITSU MT8213E

Cell Master

Technical Data

 Spectrum Analyzer

Measurements

Smart Measurements	Field Strength (uses antenna calibration tables to measure dBm/m ² , dBmV/m, dBV/m, dBμV/m, Volt/m, Watt/m ² , dBW/m ² , A/m, dBA/m and Watt/cm ²) Occupied Bandwidth (measures 99 % to 1 % power channel of a signal) Channel Power (measures the total power in a specified bandwidth) ACPR (adjacent channel power ratio) AM/FM/SSB Demodulation (wide/narrow FM, USB and LSB), (audio out only) C/I (carrier-to-interference ratio) Emission Mask Coverage Mapping (requires Option 431) PIM Alert Application (available for download) PIM Hunting
--------------------	---

Setup Parameters

Frequency	Center/Start/Stop, Span, Frequency Step, Signal Standard, Channel #, Channel Increment
Amplitude	Reference Level (RL), Scale, Attenuation Auto/Level, RL Offset, Pre-Amp On/Off, Detection
Span	Span, Span Up/Down (1-2-5), Full Span, Zero Span, Last Span
Bandwidth	RBW, Auto RBW, VBW, Auto VBW, RBW/VBW, Span/RBW
File	Save, Save-on-Event, Recall, Copy, Delete
Save	Setups, Measurements, Screen Shots (JPEG), Limit Lines, Spurious Emission Mask
Save-on-Event	Crossing Limit Line, Sweep Complete, Save-then-Stop, Clear All
Recall	Setups, Measurements, Limit Lines, Spurious Emission Mask
Copy	Selected file or files to internal/external memory (USB)
Delete	Selected file or files from internal/external memory (USB)
Application Options	Blas-Tee (On/Off), Impedance (50 Ω, 75 Ω, Other)

Sweep Functions

Sweep	Single/Continuous, Sweep Mode (Fast, Performance, No FFT), Reset, Detection, Minimum Sweep Time, Trigger Type, Gated Sweep (see Option 90)
Detection	Peak, RMS, Negative, Sample, Quasi-peak
Triggers	Free Run, External, Video, Change Position, Manual

Trace Functions

Traces	Up to three Traces (A, B, C), View/Blank, Write/Hold, Trace A/B/C Operations
Trace A Operations	Normal, Max Hold, Min Hold, Average, # of Averages, (always the live trace)
Trace B Operations	A → B, B ↔ C, Max Hold, Min Hold
Trace C Operations	A → C, B ↔ C, Max Hold, Min Hold, A - B → C, B - A → C, Relative Reference (dB), Scale

Marker Functions

Markers	Markers 1-6 each with a Delta Marker, or Marker 1 Reference with Six Delta Markers, Marker Table (On/Off), All Markers Off
Marker Types	Style (Fixed/Tracking), Noise Marker, Frequency Counter Marker
Marker Auto-Position	Peak Search, Next Peak (Right/Left), Peak Threshold %, Set Marker to Channel, Marker Frequency to Center, Delta Marker to Span, Marker to Reference Level
Marker Table	1-6 markers frequency and amplitude plus delta markers frequency amplitude and offset

Limit Line Functions

Limit Lines	Upper/Lower, On/Off, Edit, Move, Envelope, Advanced, Limit Alarm, Default Limit
Limit Line Edit	Frequency, Amplitude, Add Point, Add Vertical, Delete Point, Next Point Left/Right
Limit Line Move	To Current Center Frequency, By dB or Hz, To Marker 1, Offset from Marker 1
Limit Line Envelope	Create Envelope, Update Amplitude, Points (41 max), Offset, Shape Square/Slope
Limit Line Advanced	Type (Absolute/Relative), Mirror, Save/Recall

Frequency

Frequency Range	9 kHz to 6 GHz
Tuning Resolution	1 Hz
Frequency Reference	Aging: ± 1.0 ppm/year Accuracy: ± 1.5 ppm (25 °C ± 25 °C) + aging, < ± 50 ppb with GPS On
Frequency Span	10 Hz to 6 GHz including zero span
Sweep Time	Minimum 100 ms, 7 μs to 3600 s in zero span
Sweep Time Accuracy	± 2 % in zero span

Bandwidth

Resolution Bandwidth (RBW)	1 Hz to 3 MHz in 1-3 sequence ± 10% (1 MHz max in zero-span) (-3 dB bandwidth)
Video Bandwidth (VBW)	1 Hz to 3 MHz in 1-3 sequence (-3 dB bandwidth)
RBW with Quasi-Peak Detection	200 Hz, 9 kHz, 120 kHz (-6 dB bandwidth)
VBW with Quasi-Peak Detection	Auto VBW is On, RBW/VBW = 1

Anexo 3: Especificaciones técnicas del analizador de espectros AARONIA SPECTRAM HF RSA 6000

Especificaciones

Características universales de la línea RSA

- ◆ Puede ser puesto en cualquier rack de 19"
- ◆ Compacto, sólo una única unidad de altura (1U)
- ◆ CPU (PC integró): Intel Celeron G530 2,4GHz (opcional: E)
- ◆ RAM: 2x2GB SO-DIMM DDR3, 1066MHz
- ◆ HDD: 320GB (5400rpm), HDD más grande a demanda
- ◆ Puertos externos: 2x USB 2.0, 2x USB 3.0, 1x Audio, 1x 10/100/1000Mb/s Ethernet, 1x DVH (analógico, digital) 1x HDMI, 1x eSATA
- ◆ Interfaz remota: Ethernet/USB2.0/1.1
- ◆ Interfaz remota opcional: GSM, WLAN/WiFi etc.
- ◆ Fuente de alimentación: 1x 19,5V (7,9Amax.) y 1x12V (internacional)
- ◆ Sistema operativo: Linux
- ◆ Salida de audio para el software de análisis FFT
- ◆ Cálculo des valeurs limites d'exposition d'après les normes (ICNIRP, BGV B11, BImSchV, EN55022, EN55011 etc.)
- ◆ Software de análisis espectral para MAC OS, Linux, Windows incluido
- ◆ Aprobado por la CE
- ◆ Dimensiones (LxLxH): 485x300x45 mm
- ◆ Peso: 2550gr
- ◆ Garantía: 10 años (ordenador 2 años)



SPECTRAM HF RSA 6000

- ◆ Rango de frecuencias: **de 10MHz hasta 6GHz**
- ◆ Control remoto en tiempo real via Ethernet, USB o GSM/3G (opcional)
- ◆ Nivel de ruido promedio (DANL): -135dBm(1Hz)
- ◆ Nivel de ruido promedio con preamplificador: **-150dBm(1Hz)**
- ◆ Nivel de entrada máximo: +10dBm
- ◆ Tiempo de muestro más rápido: **10mS**
- ◆ Exactitud tip.: +/- 2dB
- ◆ Anchos de banda de resolución (RBW): 3kHz - 50MHz
- ◆ Unidades: dBm, dBµV, V/m, A/m, W/m², dBµV/m, W/cm² etc.
- ◆ Modos de detección: RMS, Min/Max
- ◆ Demodulación: AM, FM
- ◆ Entrada N de 50 Ohm (f)
- ◆ Dual ADC de 14Bit
- ◆ Filtro DDC
- ◆ 150 MIPS DSP (CPU)

SPECTRAM HF RSA 9000

- ◆ Rango de frecuencias: **de 1MHz hasta 9,4GHz**
- ◆ Control remoto en tiempo real via Ethernet, USB ou GSM/3G (opcional)
- ◆ Nivel de ruido promedio (DANL): -155dBm(1Hz)
- ◆ Nivel de ruido promedio con preamplificador: **-170dBm(1Hz)**
- ◆ Nivel de entrada máximo: +20dBm
- ◆ Nivel de entrada máximo: **+40dBm** (opción)
- ◆ Tiempo de bantido más rápido: **5mS**
- ◆ Exactitud tip.: +/- 1dB
- ◆ Base de tiempo: 0,5ppm TCXO (opción)
- ◆ Anchos de banda de resolución (RBW): 1kHz - 50MHz, intervalos de 1/3/10
- ◆ Filtros de EMC: 200Hz, 9kHz, 120kHz, 200kHz, 1,5MHz, 5MHz
- ◆ Unidades: dBm, dBµV, V/m, A/m, W/m², dBµV/m, W/cm² etc.
- ◆ Modos de detección: RMS, Min/Max
- ◆ Démodulation: AM, FM, PM, GSM
- ◆ Entrada: N de 50 Ohm (f)
- ◆ Dual-ADC de 14Bit

Anexo 4: Puntos de medición realizados por solicitud de interferencias en su señal a RADIO COMAS S.A.C

