



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA TELECOMUNICACIONES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE  
INFORMACIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO  
RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR PARA APLICACIONES  
DE 5G”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**AUTOR:**

**ERICK DANIEL VALDEZ CHAMORRO**

Riobamba - Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA TELECOMUNICACIONES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE  
INFORMACIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO  
RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR PARA APLICACIONES  
DE 5G”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**AUTOR: ERICK DANIEL VALDEZ CHAMORRO**

**DIRECTOR: ING. PAUL DAVID MORENO AVILES**

Riobamba - Ecuador

2024

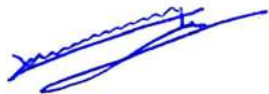
© 2024, Erick Daniel Valdez Chamorro

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Erick Daniel Valdez Chamorro, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de Abril del 2024



**Erick Daniel Valdez Chamorro**

**1003777222**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA TELECOMUNICACIONES**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR PARA APLICACIONES DE 5G”**, realizado por el señor: **ERICK DANIEL VALDEZ CHAMORRO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Franklin Geovanni Moreno Montenegro

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



2024-04-08

Ing. Paul David Moreno Aviles Phd.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



2024-04-08

Ing. Hugo Oswaldo Moreno Aviles Phd.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



2024-04-08

## **DEDICATORIA**

Deseo dedicar este trabajo a mi amada familia, en especial a mi padre, Manuel Valdez, cuyo apoyo inquebrantable ha sido el motor principal de mi crecimiento personal. A mi madre, Carmen Chamorro, quien siempre ha velado por mi bienestar con devoción. A mis queridos hermanos, Alexis Valdez, Suri Yopez y Joshua Yopez, quienes han sido una constante fuente de inspiración en mi camino hacia el éxito. También quiero dedicar mi profundo agradecimiento a mi familia paterna, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental para que no me falte nada en esta travesía. Su amor y respaldo han sido pilares fundamentales en mi vida, y por ello les dedico este logro con todo mi corazón y a mi querida compañera de vida Katherine Cazco que siempre me ha estado apoyando con su ejemplo para alcanzar la excelencia. También este trabajo va dedicado a la memoria de aquellos seres queridos que no se encuentran en este mundo como lo es mi abuelita Fabi, Doña Grace y mi tío Fernando que siempre estuvieron presentes en mi vida.

Erick

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por otorgarme salud y estabilidad, permitiéndome culminar con éxito esta etapa de mi vida universitaria. Agradezco infinitamente a mi padre, Manuel Valdez, por inculcarme sólidos valores y por ser un ejemplo de superación constante, enseñándome que con esfuerzo y determinación todo es alcanzable, incluso a pesar de las distancias. Mi hermano, Alexis Valdez, ha sido una parte fundamental en esta última travesía, particularmente en la realización de este trabajo, brindándome su orientación y paciencia, por lo cual estaré eternamente agradecido. Quiero reconocer el apoyo inquebrantable de mi madre, Carmen Chamorro, quien siempre me ha alentado para no desfallecer en este camino universitario. Mis hermanos, Suri y Joshua, han sido constantes creyentes en mí, y su confianza ha sido un impulso invaluable. No puedo dejar de expresar mi profunda gratitud hacia mi abuelita, Maria, y mis tías, Olga, Soraya y Elda, quienes han sido como segundas madres, velando siempre por mi bienestar y asegurándose de que no me falte nada. Agradezco de todo corazón a mi compañera de vida, amiga y pareja, Katherine Cazco, cuya presencia ha sido una fuente inagotable de inspiración y motivación a lo largo de este viaje universitario. Su ejemplo de superación y esfuerzo ha sido para mí una guía invaluable en la consecución de mis metas. También quiero expresar mi gratitud a mis amigos de trayecto universitario, Arnaldo, Francisco, Dorian, Byron y Kevin, quienes han compartido conmigo tanto los momentos buenos como los difíciles. A mis amigos de mi ciudad natal, Fausto, Anderson y Luis, quienes siempre me han alentado a seguir adelante. Mi más sincero agradecimiento a mi mejor amigo, Jhonatan Moreno, y su familia, quienes han sido mi apoyo incondicional y mi segunda familia a lo largo de este camino. Además, deseo agradecer al ingeniero David Moreno por depositar su confianza en mí para la realización de este trabajo, así como por su constante orientación y recomendaciones que fueron clave para alcanzar esta meta. A los ingenieros Jefferson Ribadeneira y Hugo Moreno, les estoy enormemente agradecido por haberme formado como profesional y por compartir sus conocimientos tanto dentro como fuera del aula.

Erick

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS . . . . .	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES . . . . .	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS . . . . .	xv
RESUMEN . . . . .	xvi
SUMARY . . . . .	xvii
INTRODUCCIÓN . . . . .	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1</b> <b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1 <b>Planteamiento del problema</b> . . . . .	2
1.2 <b>Objetivos</b> . . . . .	2
1.2.1 <i>Objetivo General</i> . . . . .	2
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> . . . . .	2
1.3 <b>Justificación</b> . . . . .	3
1.3.1 <i>Justificación Teórica</i> . . . . .	3
1.3.2 <i>Justificación Aplicativa</i> . . . . .	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2</b> <b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1 <b>Espectro Electromagnético</b> . . . . .	5
2.1.1 <b>Espectro radioeléctrico</b> . . . . .	5
2.2 <b>Plan Nacional de frecuencias</b> . . . . .	6
2.2.1 <i>Arcotel</i> . . . . .	6
2.2.2 <i>Servicios radioeléctricos</i> . . . . .	7
2.2.3 <i>Características de las emisiones</i> . . . . .	8



2.2.4	<i>Regiones y zonas</i>	8
2.2.5	<i>Servicios y atribuciones</i>	9
2.3	<b>IMT</b>	9
2.4	<b>Servicio móvil avanzado</b>	10
2.4.1	<i>Cobertura del servicio móvil avanzado</i>	10
2.4.2	<i>Penetración del servicio móvil avanzado</i>	11
2.4.3	<i>Cobertura por provincia</i>	11
2.4.4	<i>Asignación del espectro radioeléctrico</i>	12
2.5	<b>Tecnología 5G</b>	14
2.5.1	<i>Conceptos básicos del 5G</i>	14
2.5.2	<i>Características 5G</i>	15
2.5.3	<i>Espectro radioeléctrico 5G</i>	15
2.5.3.1	<i>Banda media</i>	16
2.5.3.2	<i>Bandas bajas</i>	17
2.5.3.3	<i>Banda FRI</i>	18
2.5.4	<i>5G en América Latina</i>	20
2.6	<b>Base de datos</b>	22
2.6.1	<i>Estructura de datos relacional</i>	22
2.6.2	<i>SQL</i>	22
2.6.3	<i>Mysql</i>	22
2.7	<b>Fronted</b>	23
2.7.1	<i>HTML</i>	23
2.7.2	<i>CSS</i>	23
2.7.3	<i>JavaScript</i>	24
2.7.4	<i>Framework</i>	24
2.7.4.1	<i>Angular</i>	24
2.8	<b>Backend</b>	24

2.8.1	<i>Contenedor</i>	25
2.8.2	<i>Docker</i>	25
2.8.3	<i>Node.js</i>	25

### CAPÍTULO III

3	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	26
3.1	<b>Introducción</b>	26
3.2	<b>Metodología Empleada</b>	26
3.3	<b>Levantamiento de información del espectro radioeléctrico</b>	27
3.4	<b>Creación de la base de datos</b>	27
3.4.1	<i>Base de Datos en Excel</i>	28
3.4.2	<i>Servidor MySQL</i>	29
3.5	<b>Desarrollo de la estructura de la plataforma en backend y fronted</b>	30
3.5.1	<i>Api</i>	30
3.5.2	<i>Database</i>	33
3.5.3	<i>App</i>	36
3.6	<b>Ejecución de la plataforma</b>	38
3.6.1	<i>Ejecución de docker</i>	38
3.6.2	<i>Ejecución de la api</i>	39
3.6.3	<i>Ejecución de la app</i>	40
3.6.4	<i>Visualización de los datos</i>	40

### CAPÍTULO IV

4	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	49
4.1	<b>Identificación de las bandas libres para aplicaciones de 5G</b>	49
4.2	<b>Evaluación del desempeño de la plataforma de información del espectro radioeléctrico en el Ecuador</b>	53

<b>4.3</b>	<b>Discusión de resultados . . . . .</b>	<b>59</b>
------------	--	-----------

## **CAPÍTULO V**

<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>62</b>
----------	---------------------------------------	-----------

<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES . . . . .</b>	<b>62</b>
------------	-------------------------------	-----------

<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>62</b>
------------	----------------------------------	-----------

<b>5.3</b>	<b>TRABAJOS A FUTURO . . . . .</b>	<b>63</b>
------------	------------------------------------	-----------

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Bandas de frecuencias . . . . .	6
<b>Tabla 2-2:</b> Bandas IMT . . . . .	10
<b>Tabla 2-3:</b> Asignación de Espectro por prestador de Servicio Móvil Avanzado . . . . .	12
<b>Tabla 2-4:</b> Definición de los rangos de frecuencia para 5G . . . . .	16
<b>Tabla 2-5:</b> Bandas de operación FR1 banda n1 a n24 . . . . .	18
<b>Tabla 2-6:</b> Bandas de operación FR1 banda n25 a n90 . . . . .	19
<b>Tabla 2-7:</b> Bandas de operación FR1 banda n84 a n104 . . . . .	20
<b>Tabla 3-1:</b> Cuadro Nacional de atribución de frecuencias . . . . .	28
<b>Tabla 3-2:</b> Atribución de frecuencias para el servicio móvil avanzado . . . . .	28

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Evolución de las redes de comunicaciones . . . . .	5
<b>Ilustración 2-2:</b>	Distribución en diferentes regiones del mundo . . . . .	8
<b>Ilustración 2-3:</b>	Penetración del Servicio Móvil Avanzado . . . . .	11
<b>Ilustración 2-4:</b>	Cobertura del Servicio Móvil Avanzado por provincia y tecnologías. . .	12
<b>Ilustración 2-5:</b>	Canalización y asignación de las bandas de Frecuencia SMA . . . . .	13
<b>Ilustración 2-6:</b>	Evolución de las redes móviles . . . . .	14
<b>Ilustración 2-7:</b>	Variación regional de las bandas medias . . . . .	17
<b>Ilustración 2-8:</b>	Variación regional de las bandas bajas . . . . .	18
<b>Ilustración 2-9:</b>	Uso del rango 3.3-4.2 GHz . . . . .	21
<b>Ilustración 3-1:</b>	Diagrama del desarrollo del proyecto de investigación . . . . .	26
<b>Ilustración 3-2:</b>	Parametros Servidor MYSQL . . . . .	29
<b>Ilustración 3-3:</b>	Inicialización del servidor Mysql en Docker Desktop . . . . .	29
<b>Ilustración 3-4:</b>	Carpeta API . . . . .	30
<b>Ilustración 3-5:</b>	Modelo del cuadro de atribución de frecuencias . . . . .	31
<b>Ilustración 3-6:</b>	Carpeta models . . . . .	31
<b>Ilustración 3-7:</b>	Atributos para filtrar mediante la API . . . . .	32
<b>Ilustración 3-8:</b>	Subcarpeta controllers . . . . .	32
<b>Ilustración 3-9:</b>	Subcarpeta routes . . . . .	33
<b>Ilustración 3-10:</b>	Archivo server.js en la carpeta api . . . . .	33
<b>Ilustración 3-11:</b>	Carpeta database . . . . .	33
<b>Ilustración 3-12:</b>	Archivo .sql del cuadro de atribución de frecuencias . . . . .	34
<b>Ilustración 3-13:</b>	hoja de calculo del servicio móvil avanzado en forma de lenguaje SQL .	34
<b>Ilustración 3-14:</b>	Archivo .sql del servicio móvil avanzado . . . . .	34
<b>Ilustración 3-15:</b>	Archivo .sql de televisión abierta . . . . .	35
<b>Ilustración 3-16:</b>	Hoja de calculo de la banda FR1 en forma de lenguaje SQL . . . . .	35
<b>Ilustración 3-17:</b>	Provincias del Ecuador . . . . .	35
<b>Ilustración 3-18:</b>	Provincias y cantones del Ecuador . . . . .	36
<b>Ilustración 3-19:</b>	Archivo .sql de la banda FR15G . . . . .	36
<b>Ilustración 3-20:</b>	Carpeta APP . . . . .	37
<b>Ilustración 3-21:</b>	Carpeta img . . . . .	38
<b>Ilustración 3-22:</b>	Apertura del terminal en la carpeta tesis_erick_valdez . . . . .	39
<b>Ilustración 3-23:</b>	Ejecución de docker compose up . . . . .	39
<b>Ilustración 3-24:</b>	Ejecución de la api con el comando npm run start . . . . .	40
<b>Ilustración 3-25:</b>	Ejecución de la app con el comando npm run start . . . . .	40

<b>Ilustración 3-26:</b> Ventana home . . . . .	41
<b>Ilustración 3-27:</b> Inicio de sesión . . . . .	41
<b>Ilustración 3-28:</b> Barra de navegación . . . . .	42
<b>Ilustración 3-29:</b> Cuadro de atribución de frecuencias dentro de la plataforma . . . . .	42
<b>Ilustración 3-30:</b> Cuadro de atribución de frecuencias filtrado de información . . . . .	42
<b>Ilustración 3-31:</b> Cuadro de atribución de frecuencias para la banda FR1 edición . . . . .	43
<b>Ilustración 3-32:</b> Servicio móvil avanzado filtrado dentro de la plataforma . . . . .	43
<b>Ilustración 3-33:</b> Servicio móvil avanzado dentro de la plataforma . . . . .	44
<b>Ilustración 3-34:</b> Servicio móvil avanzado edición dentro de la plataforma . . . . .	44
<b>Ilustración 3-35:</b> Televisión abierta dentro de la plataforma . . . . .	45
<b>Ilustración 3-36:</b> Televisión abierta edición en la base de datos . . . . .	45
<b>Ilustración 3-37:</b> Banda FR1 5G ventana inicial . . . . .	46
<b>Ilustración 3-38:</b> Banda FR1 5G provincias . . . . .	46
<b>Ilustración 3-39:</b> Banda FR1 5G provincias y cantones . . . . .	47
<b>Ilustración 3-40:</b> Banda FR1 5G dentro de la plataforma . . . . .	47
<b>Ilustración 3-41:</b> Banda FR1 5G edición dentro de la plataforma . . . . .	48
<b>Ilustración 4-1:</b> Banda FR1 desde n18 a n46 . . . . .	49
<b>Ilustración 4-2:</b> Banda FR1 n47 a n75 . . . . .	50
<b>Ilustración 4-3:</b> Banda FR1 n76 a n89 . . . . .	50
<b>Ilustración 4-4:</b> Banda FR1 5G n90 a n99 . . . . .	51
<b>Ilustración 4-5:</b> Banda FR1 n100 a n104 . . . . .	51
<b>Ilustración 4-6:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 470-698 MHz . . . . .	51
<b>Ilustración 4-7:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 698-960 MHz . . . . .	52
<b>Ilustración 4-8:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 1427-1518 MHz . . . . .	52
<b>Ilustración 4-9:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 1710-2025 MHz . . . . .	52
<b>Ilustración 4-10:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2110-2200 MHz . . . . .	53
<b>Ilustración 4-11:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2300-2400 MHz . . . . .	53
<b>Ilustración 4-12:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2500-2690 MHz . . . . .	53
<b>Ilustración 4-13:</b> Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 3300-3400 MHz . . . . .	53
<b>Ilustración 4-14:</b> Resultados de la pregunta 1 de la encuesta . . . . .	54
<b>Ilustración 4-15:</b> Resultados de la pregunta 2 de la encuesta . . . . .	55
<b>Ilustración 4-16:</b> Resultados de la pregunta 3 de la encuesta . . . . .	55
<b>Ilustración 4-17:</b> Resultados de la pregunta 4 de la encuesta . . . . .	56
<b>Ilustración 4-18:</b> Resultados de la pregunta 5 de la encuesta . . . . .	56
<b>Ilustración 4-19:</b> Resultados de la pregunta 6 de la encuesta . . . . .	57
<b>Ilustración 4-20:</b> Resultados de la pregunta 7 de la encuesta . . . . .	57
<b>Ilustración 4-21:</b> Resultados de la pregunta 8 de la encuesta . . . . .	58

<b>Ilustración 4-22:</b> Resultados de la pregunta 9 de la encuesta . . . . .	58
<b>Ilustración 4-23:</b> Resultados de la pregunta 10 de la encuesta . . . . .	59
<b>Ilustración 4-24:</b> Filtrado de bandas FR1 con espectro asignado y atribuciones . . . . .	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** Encuesta realizada al ARCOTEL

**ANEXO B:** Manual de usuario



## RESUMEN

La entidad Arcotel en el Ecuador no cuenta con una plataforma de un compendio de la información del espectro radioeléctrico, por lo que la información se encuentra dispersa en diferentes documentos y tablas de excel, por lo que dificulta saber que porciones del espectro radioeléctrico en el Ecuador se encuentran disponibles para el despliegue de una red 5G, por tal motivo, el objetivo del presente proyecto de investigación fue implementar una plataforma de información de la ocupación del espectro radioléctrico en el Ecuador para aplicaciones de 5G. La metodología empleada fue mediante una serie de fases donde en primera instancia se levantó la información del espectro radioeléctrico de diferentes fuentes bibliográficas haciendo referencia a la banda FR1, seguido se plasmó la información en hojas de calculo en excel y se migro dichas hojas de calculo a un lenguaje sql, se utilizó las herramientas de docker para el despliegue del servidor mysql, y los softwares node.js, de esta manera se pudo implementar la plataforma para su manejo y visualización. Mediante esta serie de pasos se obtuvo una plataforma con la información del espectro radioeléctrico, donde de una manera óptima se lleno los diferentes registros acerca de las diferentes atribuciones y espectro asignado a los diferentes rangos de frecuencia de la banda FR1 y a su vez determinando que bandas son las recomendadas para trabajar con redes 5G. De esta manera se concluyó que existen un total de 49 bandas que se encuentran dentro de las recomendaciones de la ITU para el despliegue de una red 5G y existen 4 bandas que tiene espectro asignado que son la banda n28,n5,n66 y n2, en este contexto el uso de la plataforma para el Arcotel es ideal para identificar espectro radioeléctrico asignado y a su vez la actualización de la plataforma.

**Palabras clave:** <PLATAFORMA> <ESPECTRO RADIOELÉCTRICO> <BANDA FR1> <RANGO DE FRECUENCIAS> <RED 5G>.

0363-DBRA-UPT-2024



## SUMMARY

The Ecuadorian regulatory entity ARCOTEL lacks a centralized platform integrating information on the radio spectrum. Consequently, this information is scattered across various documents and spreadsheets, making it challenging to ascertain which portions of the radio spectrum are available in the country to deploy 5G networks. Therefore, the research objective was to develop a platform aggregating information on radio spectrum occupancy in Ecuador, specifically for 5G-related applications. The methodology involved several stages. Firstly, information on the radio spectrum was gathered from various bibliographic sources, focusing on the FR1 band. Subsequently, the information was organized into Excel spreadsheets and migrated to SQL language. Tools such as Docker were used to implement a MySQL server, and Node.js software was employed to develop the platform, facilitating its management and visualization. Through this process, a platform was created containing detailed information on the radio spectrum, including records of assignments and frequency allocations in different ranges of the FR1 band. Additionally, recommended bands for 5G network deployment were identified. Consequently, 49 bands meet the recommendations of the International Telecommunication Union (ITU) for 5G, with four of them (bands n28, n5, n66, and n2) already having allocated spectrum. This platform provides ARCOTEL with an ideal tool to identify assigned radio spectrums and update the information.

**KEY WORDS:** <PLATFORM> <RADIOELECTRIC SPECTRUM> <FR1 BAND> <FREQUENCY RANGE> <5G NETWORK>.



---

Lic. Maritza Larrea Mg.

0603370784

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad el avance tecnológico de las telecomunicaciones ha tomado una gran relevancia para el ser humano con la primicia de permitir la comunicación a grandes distancias, donde las redes móviles mediante su evolución a través del tiempo han dado paso a establecer comunicaciones mucho más eficientes y con mayor capacidad de transmisión de datos.

Por un lado, las empresas de telefonía móvil son el pilar fundamental para llevar a cabo el salto tecnológico a la nueva generación como lo es el 5G, ofreciendo grandes prestaciones donde la alta velocidad de transmisión de datos, la baja latencia y el mayor ancho de banda son ideales para las tendencias relacionada hacia el internet de las cosas y la aplicación en diferentes sectores industriales, salud y transporte.

Frente a este panorama, para un correcto despliegue de redes 5G en el Ecuador se debería tomar en cuenta la manera en que la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones en el Ecuador (ARCOTEL) tiene asignado el espectro radioeléctrico a los diferentes servicios de Telecomunicaciones.

Debido a que la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador se encuentra muy dispersa, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo la implementación de una plataforma de información de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador, teniendo todos los datos en un solo lugar y que sea mucho más eficiente a la hora de verificar que parte del espectro está ocupado o libre y de esta manera sugerir una posible banda candidata para el despliegue de una red 5G.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

¿Cómo implementar una plataforma de información de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador para aplicaciones de 5G?

¿Cómo organizar la información del uso del espectro radioeléctrico en el Ecuador?

¿Cómo optimizar la gestión del espectro radioeléctrico en el Ecuador?

¿Cuáles frecuencias están disponibles en el Ecuador para la implementación de 5G?

¿Cuál es la manera de verificar el funcionamiento de la plataforma de información de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador?

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 *Objetivo General*

Implementar una plataforma de información de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador para aplicaciones de 5G.

#### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Levantar una base de datos en un servidor en la nube o local con la información del uso del espectro radioeléctrico en el Ecuador.
- Diseñar e implementar una plataforma para la gestión, visualización y actualización de la base de datos del espectro radioeléctrico en el Ecuador.
- Identificar las frecuencias libres en el Ecuador para la implementación de 5G.
- Evaluar el funcionamiento de la plataforma de información de la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 *Justificación Teórica***

El espectro radioeléctrico en el Ecuador es un recurso natural, el cual es limitado pero renovable y a su vez es de dominio público donde el estado ecuatoriano y los diferentes entes se encargan del control y la regulación del espectro radioeléctrico, el espectro radioeléctrico tiene 9 bandas las cuales van desde los KHz hasta los GHz existen diferentes servicios que hacen uso del espectro en el Ecuador como son los servicios móviles, radiodifusión, televisión, radiolocalización, etc.

Los diferentes servicios de telecomunicaciones se rigen a lo que disponga el ente regulatorio que para Ecuador es la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones en el Ecuador (ARCOTEL), el cual menciona que la administración ecuatoriana procurará limitar las frecuencias y el espectro utilizado al mínimo indispensable para un correcto funcionamiento de los diferentes servicios de telecomunicaciones y a su vez atenerse a las prescripciones del Cuadro Nacional de atribución de bandas de frecuencias. (ARCOTEL, 2021, pág. 25)

El cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia permite la correcta distribución de los diferentes tipos de servicios primarios y secundarios, donde a una cierta banda de frecuencia se atribuye varios servicios a nivel mundial o en una determinada región, de esta manera se asegura que no exista interferencia entre los diferentes servicios. (ARCOTEL, 2021, págs. 25)

En la actualidad los requerimientos de la transmisión de datos van en aumento por ende se desarrollan nuevas tecnologías como el 5G que permite una mayor tasa de transmisión, menor tiempo de latencia, mayor ancho de banda y varias aplicaciones tanto en la industria 4.0, servicios móviles e IoT.

La tecnología 5G necesita una gran cantidad del espectro móvil por lo que se debería priorizar la liberación de bandas principales ya que hace uso de 3 rangos de frecuencias por debajo de 1GHz, entre 1-6 GHz y mayores a 6 GHz, a medida que los requerimientos vayan creciendo las tecnologías anteriores irán quedando obsoletas por lo que se debe dar paso al 5G.

El diseño de una plataforma para el manejo de la información acerca del espectro radioeléctrico en el Ecuador será un beneficio donde se tiene una manera más visual de observar que parte del espectro está ocupado o libre, una vez realizado el diseño e implementación de la plataforma será mucho más fácil identificar las bandas que están libres para la futura implementación de aplicaciones 5G.

### **1.3.2 *Justificación Aplicativa***

Con el trabajo de titulación en marcha se desarrollará una plataforma donde se iniciará con la recopilación de la información del espectro radioeléctrico la cual será facilitada por los diferentes datos que maneja en el ARCOTEL, de esta manera se tratará la información de manera cuidadosa ya que no toda la información se encuentra para el público en general, donde se clasificará la información que es realmente útil para la elaboración de la base de datos.

El servidor que alojará la información dependerá del tamaño de los datos que se maneja, que en primera instancia será de manera local y posteriormente para trabajos futuros se lo podría migrar a la nube, la base de datos la cual nos permitirá almacenar y consultar los datos se lo realizará través de mysql, dependiendo de la escalabilidad y el tamaño de la información en futuro se podría optar por una base de datos no relacional.

En el desarrollo de la plataforma se toma en cuenta dos áreas como lo es la etapa de backend y fronted, donde la etapa de backend es la capa a nivel de servidor que permitirá el acceso a lo datos, la optimización de recursos y la seguridad del sitio, donde el lenguaje de programación a usar dependerá de los requerimientos de la plataforma y el tipo de información a manejar, a su vez haciendo uso de un framework de código abierto, la etapa de fronted es la capa visual a nivel de cliente, dependiendo de los privilegios del usuario dependerá la consulta, actualización y eliminación de los datos mediante la plataforma haciendo uso de programas opensource.

Una vez desarrollada e implementada la plataforma lo que realizara es mediante una API que hará la consulta de los datos que están alojados en mysql, estableciendo la conexión con el servidor para posterior mediante una aplicación web observar los datos, donde el usuario podrá visualizar la diferente información acerca del espectro radioeléctrico y poder identificar de una manera más optima toda la información alojada en un solo lugar y evaluar tanto el desempeño de la plataforma y que espacios del espectro radioeléctrico se encuentran libres o a su vez que tecnologías se podría sugerir reemplazar para el despliegue de una red 5G.

Cabe mencionar que el presente trabajo de titulación forma parte del proyecto de investigación denominado 5GFR1EC del cual son participes los grupos de investigación GICI y GIEM.

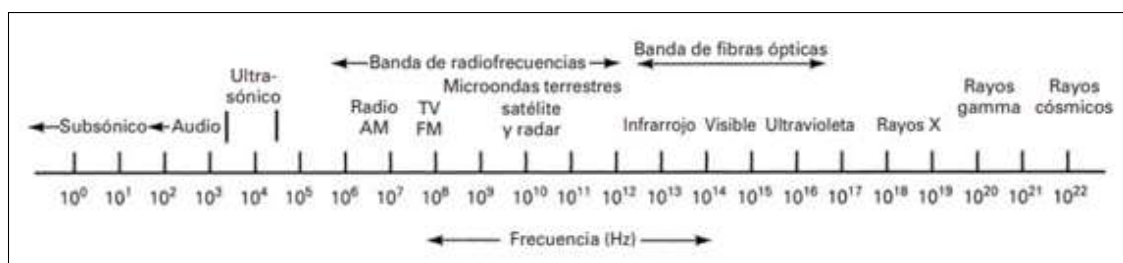
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Espectro Electromagnético

El propósito de un sistema electrónico de comunicación es posibilitar el intercambio de datos entre varios puntos, usualmente referidos como estaciones. Este procedimiento consiste en convertir la información original en forma de energía electromagnética para su transmisión hacia una o más estaciones receptoras. Posteriormente, en estos puntos receptores, la información se convierte nuevamente a su estado inicial. La energía electromagnética puede propagarse de diversas maneras: a través de conductores metálicos, transportando voltaje o corriente, mediante la emisión de ondas de radio al espacio, o como ondas luminosas a lo largo de una fibra óptica. Este tipo de energía se extiende por un amplio espectro de frecuencias, que es prácticamente infinito. (TOMASI, 2003, págs. 4)

El espectro electromagnético es muy amplio y en general su magnitud física viene representada por los Hertz que se observa en la ilustración 2-1, se considera que el espectro electromagnético va desde las bandas subsónicas hasta los rayos cósmicos donde cabe resaltar que el espectro electromagnético sería mucho más amplio pero la tecnología desarrollada por el humano solo ha logrado determinar estas bandas.



**Ilustración 2-1:** Evolución de las redes de comunicaciones

Fuente: (TOMASI, 2003)

##### 2.1.1 Espectro radioeléctrico

El rango de frecuencias del espectro radioeléctrico, típicamente definido como inferior a los 3000 GHz, se expande naturalmente a través del espacio y se asigna para diversos servicios de radiocomunicaciones. A pesar de su limitación, este recurso permite la transferencia de energía y la transmisión de una variedad de mensajes a distancias significativas, mediante un proceso de propagación espacial sin requerir una guía artificial. (LLANOS, 2013, pág. 13)

En la legislación ecuatoriana de telecomunicaciones, se presenta otra definición del espectro radioeléctrico. Rste se describe como un conjunto de ondas electromagnéticas que viajan por

el espacio sin necesidad de guías artificiales y se utilizan para proporcionar una variedad de servicios, como telecomunicaciones, transmisión de audio y video, seguridad, defensa, situaciones de emergencia, transporte e investigación científica, entre otros. El uso de estas ondas debe cumplir con los principios y regulaciones establecidos en la Constitución.(ECUADOR, 2015, pág. 5)

El espectro radioeléctrico se encuentra dividido en nueve bandas de frecuencia, las cuales están identificadas con números enteros dispuestos en orden ascendente, tal como se detalla en la Tabla 2-1. Dado que la unidad de medida de la frecuencia es el Hertz (Hz). (ARCOTEL, 2021, pág. 23)

**Tabla 2-1:** Bandas de frecuencias

Número de la banda	Símbolos	Gama de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12	THF	300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

Realizado por: Erick V., 2023

## 2.2 Plan Nacional de frecuencias

### 2.2.1 Arcotel

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones asume la responsabilidad de administrar, regular y supervisar las telecomunicaciones, así como la gestión del espectro radioeléctrico en Ecuador. También se encarga de los aspectos técnicos relacionados con la gestión de medios de comunicación social que empleen frecuencias del espectro radioeléctrico o que implementen y operen redes.(ECUADOR, 2015, pág. 35)

Dentro de sus diversas competencias, la ARCOTEL es la única entidad autorizada para asignar directamente el espectro radioeléctrico a empresas públicas o, por delegación, a empresas mixtas en las que tenga mayoría accionaria, al sector privado y a empresas de la economía popular y solidaria, según lo estipulado en la ley correspondiente.(ECUADOR, 2015, pág. 25)



### 2.2.2 *Servicios radioeléctricos*

Existen varios tipos de servicios eléctricos que se incluyen en el plan nacional de frecuencias los elementos a tener en cuenta se encuentra en (ECUADOR, 2015, págs. 4-7):

- Servicio fijo: Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.
- Servicio fijo por satélite: Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites.
- Servicio fijo: Servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.
- Servicio fijo por satélite: Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites.
- Servicio entre satélites: Servicio de radiocomunicación que establece enlaces entre satélites artificiales.
- Servicio de operaciones espaciales: Servicio de radiocomunicación que concierne exclusivamente al funcionamiento de los vehículos espaciales.
- Servicio móvil: Servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles.
- Servicio móvil aeronáutico: Servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronave o entre estaciones de aeronave.
- Servicio móvil terrestre: Servicio móvil entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.
- Servicio móvil terrestre por satélite: Servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.
- Servicio de radiodifusión: Servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género.
- Servicio de radionavegación: Servicio de radiodeterminación para fines de radionavegación.
- Servicio de aficionados: Servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuados por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotécnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

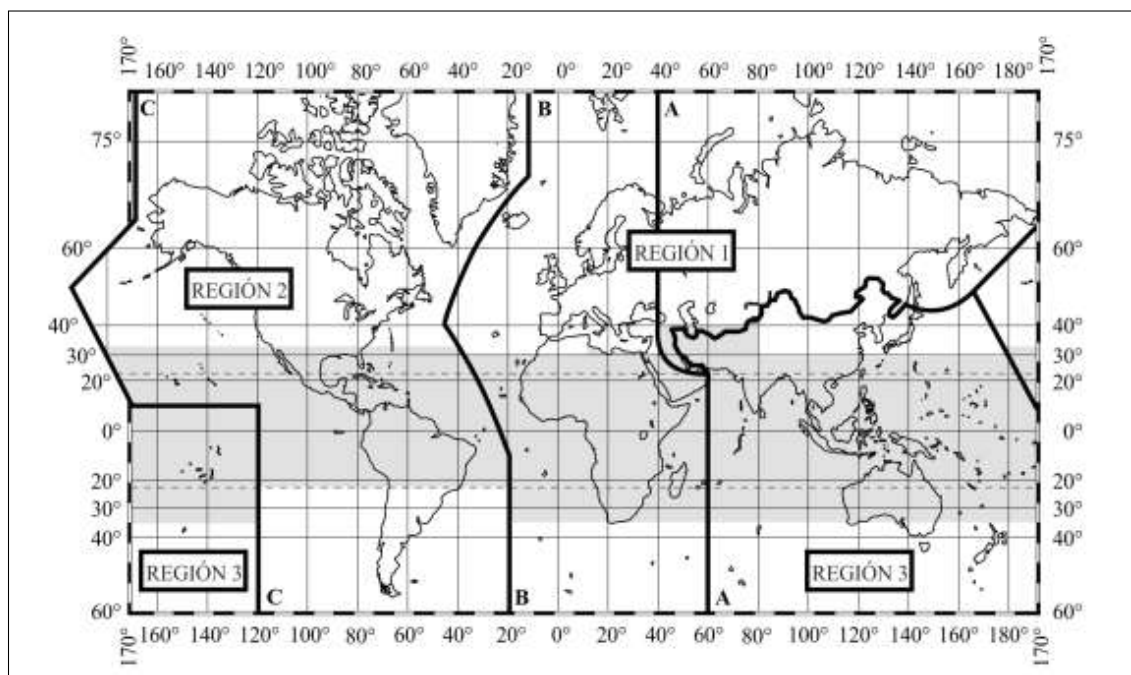
### 2.2.3 Características de las emisiones

Para un mejor entendimiento de lo que son varios conceptos relacionados con las emisiones, ARCOTEL ofrece diferentes definiciones de términos que se deben tomar en cuenta en el plan nacional de frecuencias mencionando algunos de ellos (ARCOTEL, 2021, págs. 13-16):

- Banda de frecuencias asignada: Banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la emisión de una estación determinada; la anchura de esta banda es igual a la anchura de banda necesaria más el doble del valor absoluto de la tolerancia de frecuencia. Cuando se trata de estaciones espaciales, la banda de frecuencia asignada incluye el doble del desplazamiento máximo debido al efecto Doppler que puede ocurrir con relación a un punto cualquiera de la superficie de la tierra.
- Frecuencia asignada: Centro de la banda de frecuencias asignada a una estación.
- Frecuencia característica: Frecuencia que puede identificarse y medirse fácilmente en una emisión determinada.

### 2.2.4 Regiones y zonas

Para el uso adecuado del cuadro de distribución de frecuencias del Ecuador hay que considerar la manera en que la UIT ha dividido el mundo en 3 regiones que se indica en la ilustración 2-2



**Ilustración 2-2:** Distribución en diferentes regiones del mundo

Fuente: (UIT, 2020)

Donde la región 2 es a la que pertenece el Ecuador en este caso esto es importante para considerar la manera en la que realiza la recomendación la UIT para la distribución del espectro radioeléctrico.

### **2.2.5 Servicios y atribuciones**

Para el correcto uso del cuadro de atribución de frecuencia del Ecuador hay que considerar que existen diferentes distribuciones que se refieren a la región 2 y para el país también es oportuno tomar las siguientes medidas ofrecidas por el plan nacional de frecuencias para la interpretación de la terminología que hace uso el cuadro de atribución de frecuencia donde existen los siguientes en (ARCOTEL, 2021, pág. 30):

- Servicio cuyo nombre está impreso en el Cuadro de atribución de frecuencias en mayúsculas se denomina servicio primario.
- Servicio cuyo nombre está impreso en el Cuadro de atribución de frecuencias en caracteres normales se denomina servicio secundario.
- Las estaciones de un servicio secundario no deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les pueden asignar en el futuro.
- No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario a las que se les haya asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro.
- Tienen derecho de protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio.

## **2.3 IMT**

Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) son infraestructuras móviles modernas que mejoran el acceso a una variedad de servicios de telecomunicaciones, especialmente los servicios móviles avanzados. Estos sistemas se basan en redes tanto móviles como fijas, las cuales están cada vez más utilizando tecnologías de conmutación de paquetes.(UIT-R, 2012, pág. 2)

En la siguiente Tabla 2-2 se observa las diferentes bandas IMT recomendadas y separadas por regiones.

**Tabla 2-2: Bandas IMT**

Band	Identificativo para las bandas IMT		
	Region 1	Region 2	Region 3
450-470 MHz	5.286AA		
470-698 MHz		5.295 ,5.308A	5.296A
694/698-960 MHz	5.317A	5.317A	5.313A, 5.317A
1 427-1 518 MHz	5.341A, 5.346	5.34/B	5.341C, 5.346A
1 710-2025 MHz	5.384A. 5.388		
2 110-2200 MHz	5.388		
2300-2400 MHz	5.384A		
2500-2690 MHz	5.384A		
3300-3400 MHz	5.429B	5.429D	5.429F
3400-3600 MHz	5.430A	5.431B	5.432A 5.432B 5.433A
3600-3700 MHz	5.434		
4800-4990 MHz	5.441B	5.441A. 5.441B	5.441B
24.25-27.5 GHz	5.532AB		
37-43.5 GHz	5.550B		
45.5-47 GHz	5.553A	5.553A	5.553A
47.2-48.2 GHz	5.553B	5.553B	5.553B
66-71 GHz	5.559AA		

Realizado por: (ITU-R, 2023)

## 2.4 Servicio móvil avanzado

### 2.4.1 Cobertura del servicio móvil avanzado

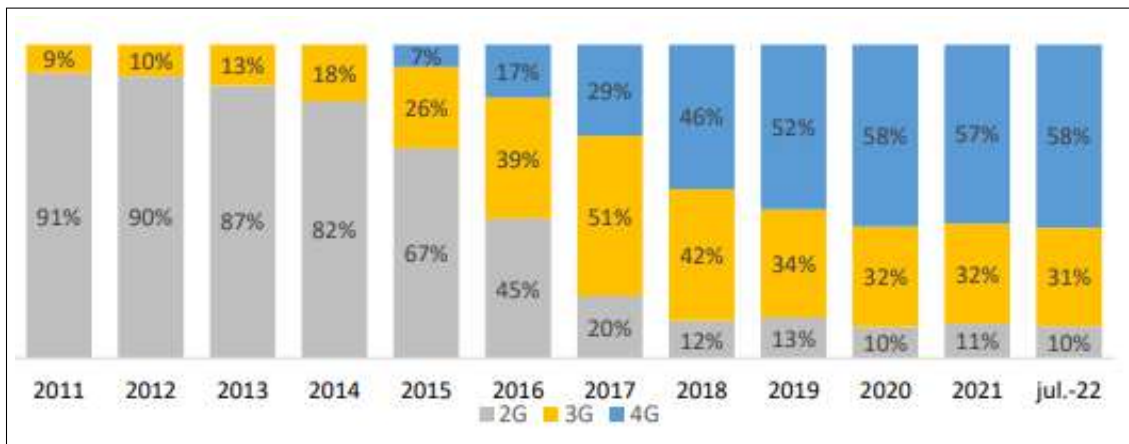
El servicio móvil avanzado constituye una parte integral del servicio móvil terrestre en el ámbito de las telecomunicaciones. Facilita la transmisión, emisión y recepción de señales que incluyen datos escritos, imágenes, sonidos, voz o cualquier tipo de información definida por el 3GPP. (ARCOTEL, 2018, pág. 2)

Según los datos proporcionados a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones por los proveedores de Servicio Móvil Avanzado (SMA), y detallados en el informe del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) correspondiente a junio de 2022 (con información actualizada hasta diciembre de 2021), en Ecuador, la tecnología 4G brinda

cobertura al 77,63 % de la población, mientras que las tecnologías 2G y 3G alcanzan una cobertura del 95,91 %. (INFORMACIÓN, 2019, pág. 11)

### 2.4.2 Penetración del servicio móvil avanzado

líneas activas en relación con la población total a nivel nacional. En este contexto, el 58,55 % de las líneas activas (equivalentes a 10,04 millones) utilizan la tecnología 4G, como se observa en la ilustración 2-3. Por otro lado, la tecnología 3G representa el 31,26 % con 5,36 millones de líneas activas. En contraste, la tecnología 2G tiene una participación más modesta del 10,19 %, lo que equivale a 1,75 millones de líneas activas. (INFORMACIÓN, 2019, pág. 13)

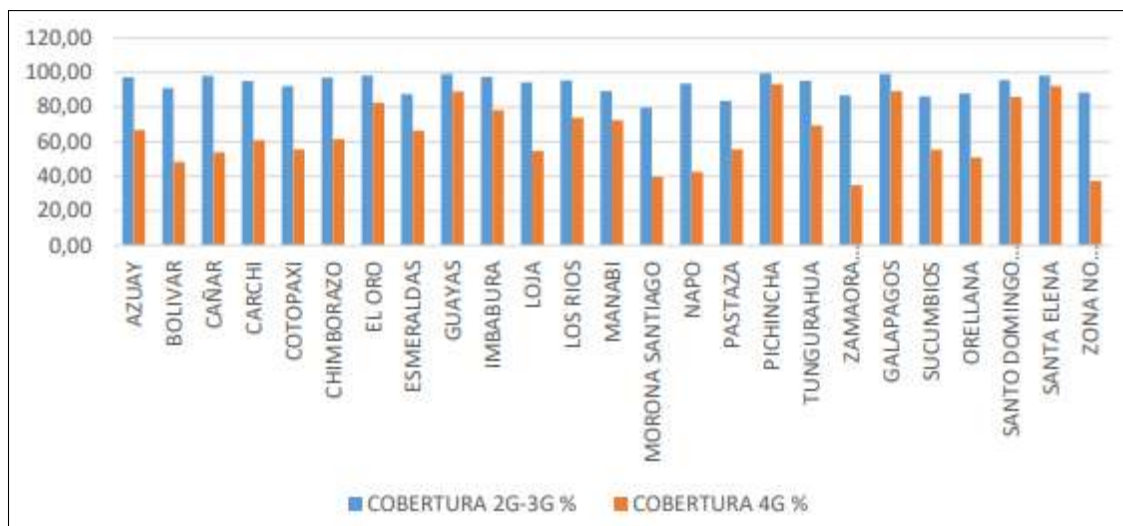


**Ilustración 2-3:** Penetración del Servicio Móvil Avanzado

Fuente: (INFORMACIÓN, 2019)

### 2.4.3 Cobertura por provincia

Al examinar la cobertura por provincia, se consideró la información sobre la extensión poblacional de las tecnologías 2G+3G y 4G durante el segundo semestre del año 2021. La representación en la Ilustración 2-4 muestra que al menos en 14 provincias, la cobertura de la tecnología 4G es inferior al 60%. Principalmente, estas provincias se encuentran en la región amazónica, así como en el centro y sur del país. (INFORMACIÓN, 2019, pág. 14)



**Ilustración 2-4:** Cobertura del Servicio Móvil Avanzado por provincia y tecnologías.

Fuente: (INFORMACIÓN, 2019)

#### 2.4.4 Asignación del espectro radioeléctrico

Con la creciente expansión y adopción de tecnologías móviles, como 4G o 5G, la industria enfrenta una mayor demanda de espectro radioeléctrico en diversas frecuencias. Esto permite a los proveedores aprovechar las ventajas de la amplia cobertura geográfica proporcionada por las bandas de frecuencia más bajas, al mismo tiempo que aprovechan la capacidad de transportar grandes volúmenes de datos ofrecidos por las bandas de frecuencia más altas o milimétricas. (INFORMACIÓN, 2019, pág. 15)

En la Tabla 2-3 se refleja que en el Ecuador el Espectro Radioeléctrico tiene asignado 280 MHz para el servicio de SMA.

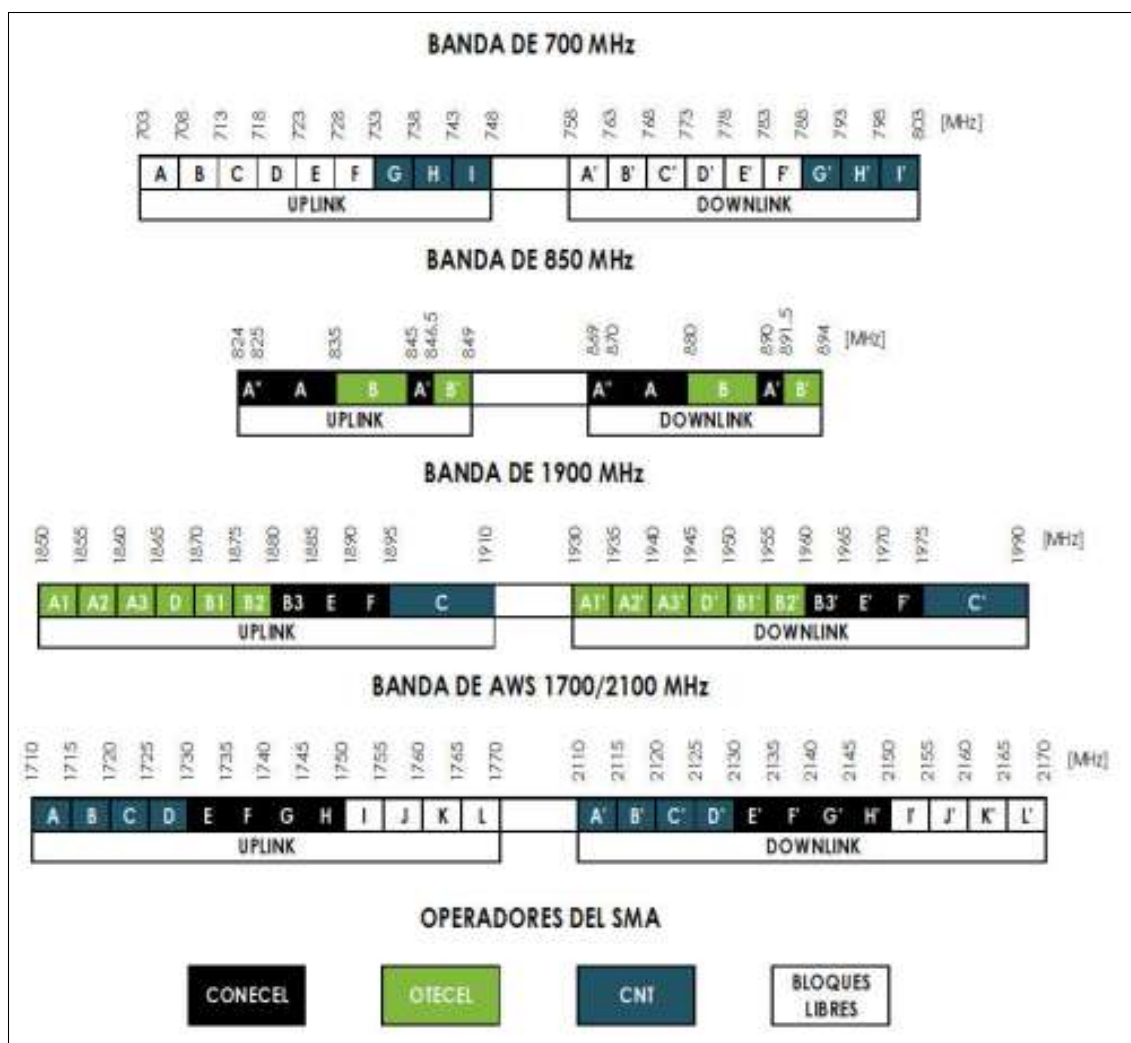
**Tabla 2-3:** Asignación de Espectro por prestador de Servicio Móvil Avanzado

Prestador	BANDA				Total
	700 MHz	850 MHz	1700 / 2100 MHz	1900 MHz	
SMA					
CNT EP	30 Mhz		40 MHz	30 MHz	100 MHz
CONCEL S.A		25 Mhz	40 MHz	30 MHz	95 MHz
OTECEL S.A		25 Mhz		60 MHz	85 MHz
LIBRE	60 MHz		40 MHz		100 MHz

Realizado por: (INFORMACIÓN, 2019)

Es evidente que en el país existe una cantidad considerable de espectro identificado y disponible. Es relevante mencionar que desde el año 2015, Ecuador no ha asignado espectro para servicios móviles, especialmente en lo que respecta a la asignación de bandas IMT, como la de 700 MHz. Esta banda es particularmente importante debido a su relevancia para la expansión de la cobertura en redes 4G y el desarrollo de redes de alta velocidad como las de 5G. Por lo tanto, la asignación de esta frecuencia se convierte en un factor crucial para el avance del sector.(INFORMACIÓN, 2019, pág. 16)

Otro dato importante que tomar en cuenta es la manera en que el espectro esta canalizado en el Ecuador y la manera en la que se asignan las bandas para las diferentes operadoras reflejado en la ilustración 2-5

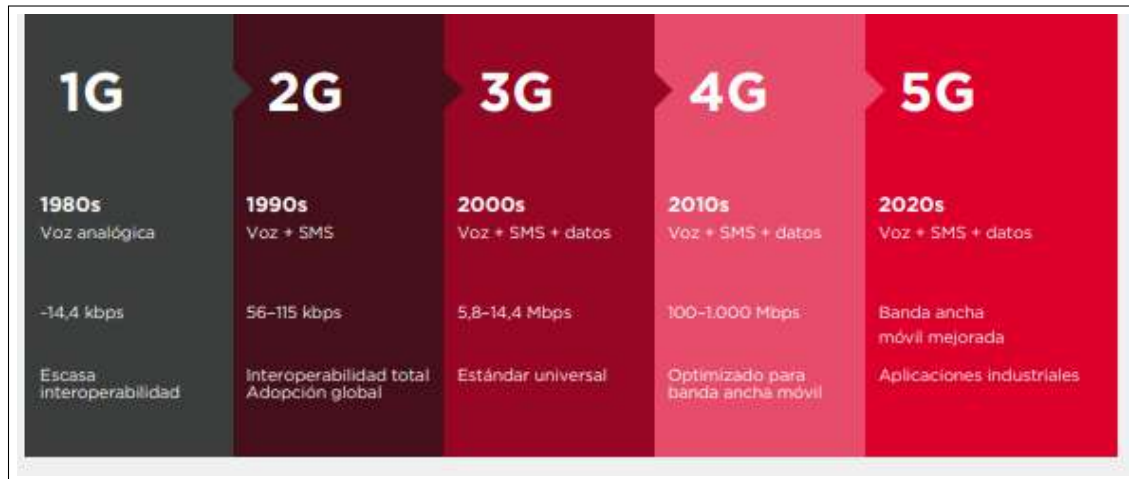


**Ilustración 2-5:** Canalización y asignación de las bandas de Frecuencia SMA

Fuente: (ARCOTEL, 2018)

## 2.5 Tecnología 5G

Un importante logro de las redes móviles es su continuo progreso tecnológico, el cual permite satisfacer el crecimiento de diversos sectores como la industria, la telefonía y el Internet de las cosas. Esto se refleja en tasas de transferencia más rápidas y tiempos de respuesta reducidos, como se muestra en la ilustración. 2-6.



**Ilustración 2-6:** Evolución de las redes móviles

Fuente: (CASTELLS, 2023)

### 2.5.1 Conceptos básicos del 5G

La industria móvil tiene 5 objetivos a cumplir con el 5G de los cuales serían idóneos para la nueva era donde se menciona lo siguiente en (CASTELLS, 2023, pág. 9) :

- Garantizar un acceso continuo para todos, las redes 5G funcionarán simultáneamente con las redes 4G y otras tecnologías de red, proporcionando una experiencia de banda ancha segura, confiable y de alta velocidad. Esto respaldará una variedad de aplicaciones y casos de uso.
- La innovación y eficiencia en la red es característica clave de las redes 5G, las cuales se fundamentarán en una combinación de tecnologías consolidadas e innovadoras en diversas bandas de espectro. El propósito es ofrecer redes de mayor calidad de forma más económica.
- Las redes 5G son fundamentales para respaldar el despliegue a gran escala de conexiones inteligentes de Internet de las cosas (IoT) en diversos contextos. Además, proporcionan una plataforma mejorada para apoyar la adopción generalizada de servicios de comunicación crítica.
- Las redes 5G permiten una experiencia de banda ancha móvil mejorada, ofreciendo velocidades de hasta 1 Gbps. Esto satisface la creciente demanda de datos móviles en áreas



urbanas y suburbanas densamente pobladas, además de respaldar casos de uso específicos como el acceso inalámbrico fijo (FWA).

- La industria móvil juega un papel crucial al proveer las redes y plataformas necesarias para impulsar la digitalización y automatización de prácticas y procesos industriales específicos, incluyendo el apoyo a los objetivos de la industria 4.0.

### **2.5.2 Características 5G**

La tecnología 5G presenta diversos aspectos, como su velocidad, latencia y costos, y se destaca por varias especificaciones que prometen beneficios significativos, tales como:

- Tasa de transferencia de datos de hasta 10 Gbps, que es 100 veces superior a las redes 4G y 4.5G.
- Latencia de 1ms.
- Banda ancha mil veces más rápida por unidad de área.
- Mayor disponibilidad.
- Cobertura máxima.
- Reducción del consumo de energía de la red hasta en un 90
- Permita aplicar técnicas como masivo MIMO y beamforming para mejorar la capacidad y cobertura.

### **2.5.3 Espectro radioeléctrico 5G**

Para asegurar una cobertura amplia y respaldar todos los casos de uso, la tecnología 5G requiere acceso al espectro en tres rangos de frecuencia fundamentales. Estos tres rangos comprenden frecuencias por debajo de 1 GHz, entre 1-6 GHz y por encima de 6 GHz.(GSMA, 2019, pág. 2)

La frecuencia por debajo de 1 GHz permite una cobertura amplia en áreas urbanas, suburbanas y rurales, y desempeña un papel crucial en respaldar los servicios del Internet de las Cosas (IoT).(GSMA, 2019, pág. 2)

La banda de frecuencia entre 1 y 6 GHz proporciona una combinación óptima de beneficios en términos de cobertura y capacidad. Este rango incluye el espectro entre 3.3 y 3.8 GHz, que se prevé que sea fundamental para muchos servicios 5G iniciales. Además, abarca otras frecuencias que

los operadores pueden asignar o reorganizar para 5G, como 1800 MHz, 2.3 GHz y 2.6 GHz, entre otras. A largo plazo, se necesitará más espectro en el rango de 3 a 24 GHz para mantener la calidad de los servicios 5G y satisfacer la creciente demanda.(GSMA, 2019, pág. 2)

El espectro por encima de 6 GHz es crucial para lograr las velocidades de banda ancha ultra altas previstas para 5G. Actualmente, las bandas de 26 GHz o 28 GHz cuentan con un amplio respaldo a nivel internacional en este rango. Un aspecto fundamental abordado en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19) de la UIT fue alcanzar un acuerdo internacional sobre las bandas de frecuencia 5G por encima de 24 GHz.(GSMA, 2019, pág. 2)

El organismo 3GPP define 2 rangos de frecuencia denominado FR1 y FR2 visualizando la distribución en la Tabla 2-4

**Tabla 2-4:** Definición de los rangos de frecuencia para 5G

Rango de frecuencia designado	Rango de frecuencia correspondiente
FR1	410 - 7125 MHz
FR2	24250- 52600 MHz

**Realizado por:** (ETSI, 2023)

#### 2.5.3.1 *Banda media*

El espectro de banda media se configura específicamente para las implementaciones de la tecnología 5G, ya que ofrece un equilibrio óptimo entre cobertura y capacidad. Este espectro generalmente abarca frecuencias situadas entre 1 GHz y 7 GHz. Su disponibilidad asegura una cobertura sólida y una capacidad considerablemente mayor que el espectro de banda baja, lo que resulta fundamental para la conectividad 5G y permite el transporte eficiente de datos a distancias extensas.(AMERICAS, 2023, pág. 5)

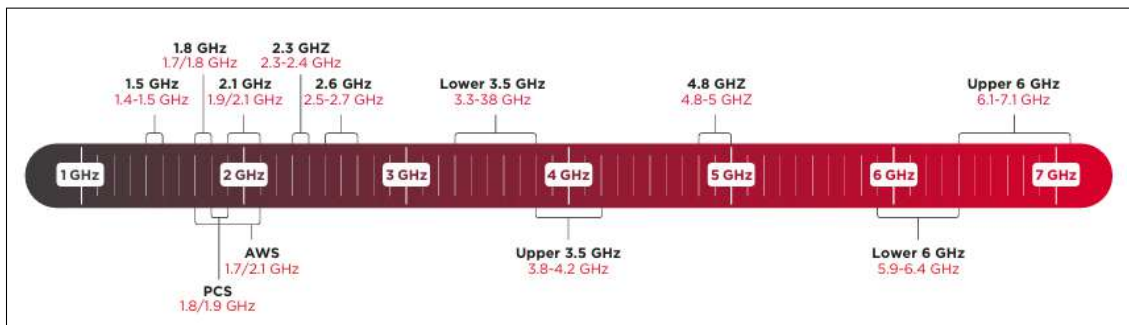
Las implementaciones de 5G en el espectro de banda media logran un equilibrio entre la velocidad de conexión y el alcance, lo que las convierte en soluciones ideales para entornos urbanos, suburbanos y rurales.(AMERICAS, 2023, pág. 5)

En el intervalo de frecuencias de 2,5 a 4,2 GHz en el espectro de banda media, la tecnología 5G tiene la capacidad de proporcionar velocidades que varían entre 100 y 900 Mbps a un solo usuario inalámbrico, superando las velocidades ofrecidas por muchas conexiones por cable y fibra en hogares. Gracias a las favorables características de propagación, las implementaciones en el espectro de banda media pueden alcanzar áreas más allá de los centros urbanos y ofrecer servicios confiables dentro de edificios con una calidad de servicio (QoS) establecida.(AMERICAS, 2023, pág. 5).

En los Estados Unidos se tienen designadas diferentes bandas para el despliegue de 5G entre las que se mencionan en (AMERICAS, 2023, pág. 5-9):

- Banda de 2.5 GHz : ayuda al despliegue del servicio 5G ya que se otorgo bloques de 49.5 MHz, 50.5 MHz y 17.5MHz.
- Banda de 3100-3550MHz: Facilita el servicio comercial en la porción que es superior de 100 MHz.
- Banda de 3.45 GHz: Se subasto el rango de 3450 - 3550 MHz para el uso comercial de 5G teniendo un total de 100 MHz.
- Banda C (3700 - 3980 MHz) : Operan de manera segura y coexisten con los radialtímetros
- Banda de 4400 - 5000 MHz: Es utilizada para servicios fijos y móviles admitiendo LOS.

En la banda media se necesita un armonización de diferentes bandas y coexistencia del servicio 5G con otras tecnologías por ende es ideal usar una diferente gama de bandas medias como se observa en la ilustración 2-7



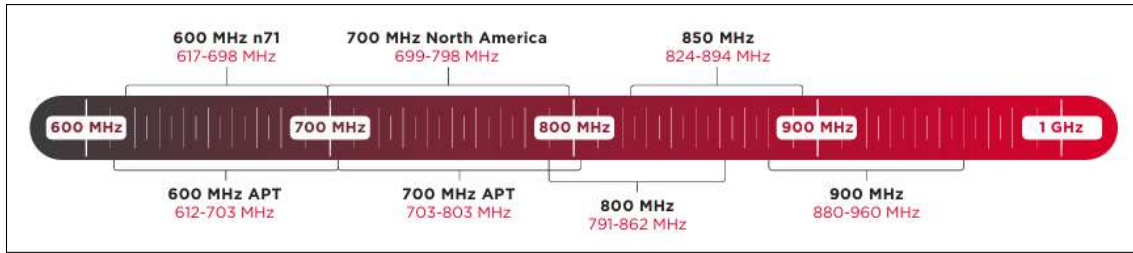
**Ilustración 2-7:** Variación regional de las bandas medias

Fuente: (GSMA, 2023a)

### 2.5.3.2 Bandas bajas

La banda conocida como sub 1 GHz, debido a sus características de alcance de la señal, resulta ideal para proporcionar cobertura en zonas rurales y para mejorar la velocidad ofrecida por LTE-Advanced. En comparación con la frecuencia de 2600 MHz, el uso de una frecuencia de 700 MHz puede resultar en un rango de cobertura 3.7 veces mayor. Esto también conlleva beneficios económicos adicionales al desplegar una celda, ya que se logra una mayor cobertura en comparación con las bandas de frecuencia media.(GSMA, 2023b, pág. 4)

La ilustración 2-8 muestra las diferentes bandas que se puede dar uso para el despliegue de 5G donde destaca la banda de 700 y de 850 a 900 MHz.



**Ilustración 2-8:** Variación regional de las bandas bajas

Fuente: (GSMA, 2023a)

### 2.5.3.3 Banda FR1

La banda FR1 es ampliamente utilizada debido a sus diversas prestaciones. Al abarcar bandas por debajo de los 6 GHz, ofrece una cobertura más amplia al poder atravesar obstáculos y aprovechar gran parte de la infraestructura existente, lo que resulta en beneficios de costos al facilitar la actualización. La 3GPP recomienda el uso de diferentes rangos en la banda FR1, lo cual se refleja en la Tabla 2-5

**Tabla 2-5:** Bandas de operación FR1 banda n1 a n24

Banda de operación NR	UPLINK		DOWNLINK		MODO DUPLEX
	BS receptor	UE transmisor	BS transmisor	UE receptor	
n1	1920	1980	2110	2170	FDD
n2	1850	1910	1930	1990	FDD
n3	1710	1785	1805	1880	FDD
n5	824	849	869	894	FDD
n7	2500	2570	2620	2690	FDD
n8	880	915	925	960	FDD
n12	699	716	729	746	FDD
n13	777	787	746	756	FDD
n14	788	798	758	768	FDD
n18	815	830	860	875	FDD
n20	832	862	791	821	FDD
n24	1626.5	1660.5	1525	1559	FDD

Realizado por: (ETSI, 2023)

**Tabla 2-6:** Bandas de operación FR1 banda n25 a n90

Banda de operación NR	UPLINK		DOWNLINK		MODO DUPLEX
	BSrecep- tor	UE trans- misor	BS trans- misor	UE re- ceptor	
n25	1850	1915	1930	1995	FDD
n26	814	849	859	894	FDD
n28	703	748	758	803	FDD
n29	N/A	N/A	717	728	SDL
n30	2305	2315	2350	2360	FDD
n34	2010	2025	2010	2025	TDD
n38	2570	2620	2570	2620	TDD
n39	1880	1920	1880	1920	TDD
n40	2300	2400	2300	2400	TDD
n41	2496	2690	2496	2690	TDD
n46	5150	5925	5150	5925	TDD
n47	5855	5925	5855	5925	TDD
n48	3550	3700	3550	3700	TDD
n50	1432	1517	1432	1517	TDD
n51	1427	1432	1427	1432	TDD
n53	2483.5	2495	2483.5	2495	TDD
n65	1920	2010	2110	2200	FDD
n66	1710	1780	2110	2200	FDD
n67	N/A	N/A	738	758	SDL
n70	1690	1710	1995	2020	FDD
n71	663	698	617	652	FDD
n75	N/A0	N/A	1432	1517	SDL
n76	N/A0	N/A	1427	1432	SDL
n77	3300	4200	3300	4200	TDD
n78	3300	3800	3300	3800	TDD
n79	4400	5000	4400	5000	TDD
n80	1710	1785	N/A	N/A	SUL
n81	880	915	N/A	N/A	SUL
n82	832	862	N/A	N/A	SUL
n83	703	748	N/A	N/A	SUL

Realizado por: (ETSI, 2023)

**Tabla 2-7:** Bandas de operación FR1 banda n84 a n104

Banda de operación NR	UPLINK		DOWNLINK		MODO DUPLEX
	BSreceptor	UE transmisor	BS transmisor	UE receptor	
n84	1920	1980	N/A	N/A	SUL
n85	698	716	728	746	FDD
n86	1710	1780	N/A	N/A	SUL
n89	824	849	N/A	N/A	SUL
n90	2496	2690	2496	2690	TDD
n91	832	862	1427	1432	FDD
n92	832	862	1432	1517	FDD
n93	880	915	1427	1432	FDD
n94	880	915	1432	1517	FDD
n95	2010	2025	N/A	N/A	SUL
n96	5925	7125	5925	7125	TDD
n97	2300	2400	N/A	N/A	SUL
n98	1880	1920	N/A	N/A	SUL
n99	1625.5	1660.5	N/A	N/A	SUL
n100	874.4	880	919.4	925	FDD
n101	1900	1910	1900	1910	TDD
n102	5925	6425	5925	6425	TDD
n104	6425	7125	6425	7125	TDD

Realizado por: (ETSI, 2023)

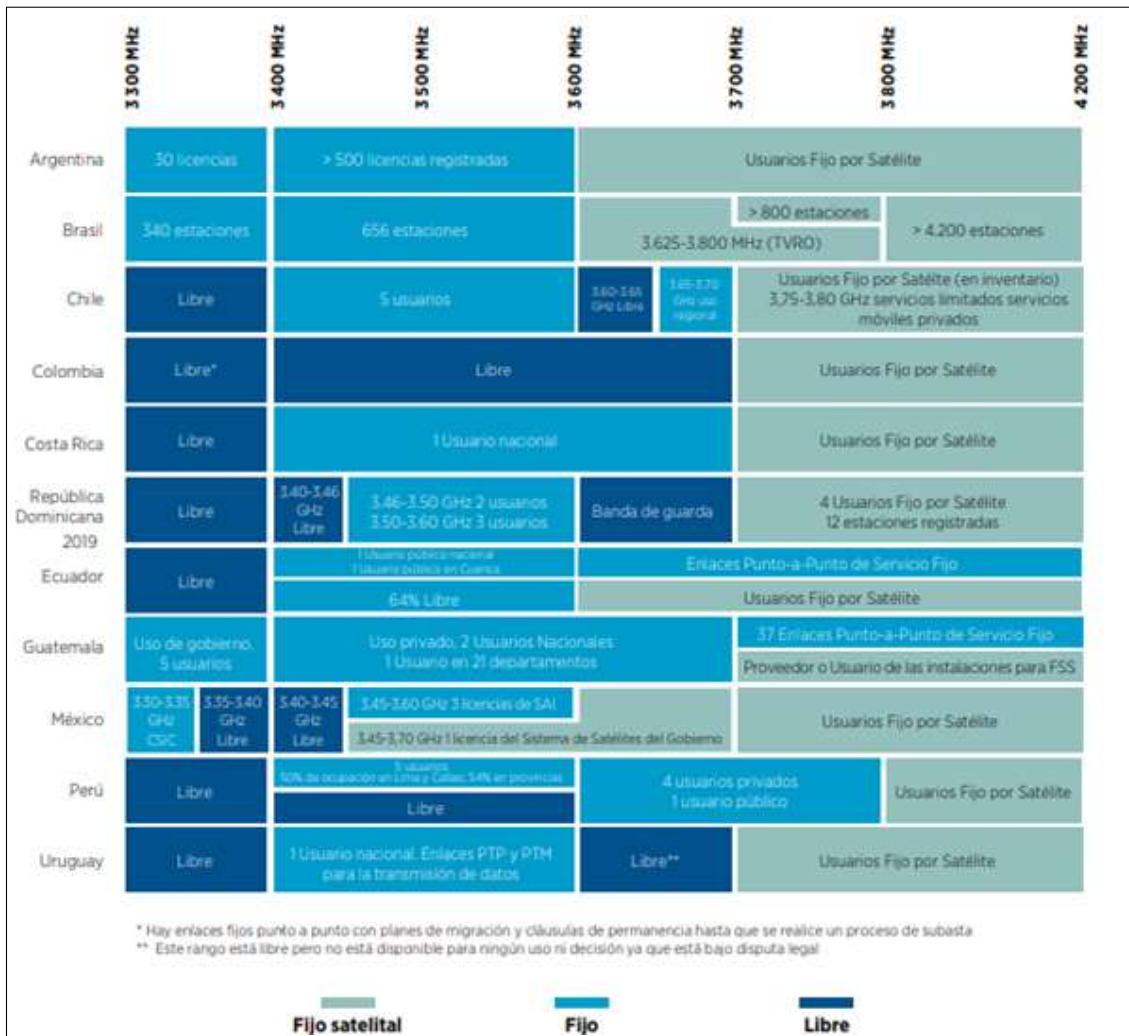
#### 2.5.4 5G en América Latina

Las frecuencias que oscilan entre 3.3 y 3.8 GHz se encuentran actualmente en uso en la mayoría de las redes comerciales 5G y son compatibles con el conjunto más amplio de dispositivos comerciales. Esta característica las coloca como la opción más cercana a una banda armonizada a nivel global, lo que se espera que desbloquee el potencial completo de la tecnología 5G en América Latina en los próximos años.(GSMA, 2020, pág. 3)

A pesar de la diversidad en la utilización del rango 3.3-3.8 GHz, se observa una tendencia en América Latina hacia la liberación de los segmentos de 3.3-3.4 GHz y 3.4-3.6 GHz para servicios IMT. Ocho de los once países analizados (Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, República Dominicana y Uruguay) ya han liberado al menos 100 MHz en esta franja.(GSMA, 2020, pág. 23)

Actualmente, no hay pruebas que demuestren la viabilidad de la coexistencia co-canal de los servicios IMT con otros servicios en el rango de 3.5 GHz. Por lo tanto, dado que se trata de asignaciones exclusivas, no sería necesario llevar a cabo un análisis de la interferencia co-canal dentro de este intervalo. Sin embargo, en lo que respecta a la posible interferencia entre los servicios IMT y el SFS en una banda adyacente, es esencial considerar los estudios realizados por la UIT y la GSMA. Estos estudios ofrecen medidas que deben ser implementadas para garantizar que un servicio no cause interferencia perjudicial al otro. (GSMA, 2020, pág. 3)

La ilustración 2-9 muestra que existen rangos que se encuentran disponibles en distintos países haciendo énfasis en el rango de 3.3 GHz a 3.4 GHz que pertenece a la banda n78 donde diferentes países como Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana y Ecuador tiene un mayor potencial para poder explotar este rango para el despliegue de la red 5G.



**Ilustración 2-9:** Uso del rango 3.3-4.2 GHz

Fuente: (GSMA, 2020)

Todos los conceptos mencionados sobre la tecnología 5G y del espectro radioeléctrico son la

base para el desarrollo de la plataforma que abarca todos los datos recopilados de la información del espectro radioeléctrico, cabe mencionar algunos conceptos acerca de lo que conforma a una plataforma web.

## **2.6 Base de datos**

Una base de datos se describe como un amplio almacén de información que se organiza y establece en una única instancia, lo que permite su acceso simultáneo por parte de múltiples usuarios. En este contexto, la integración de datos se realiza con una mínima duplicidad. De este modo, la base de datos no está limitada a un solo departamento, sino que se comparte en toda la organización. Además, la base de datos también incluye una descripción detallada de la información que puede relacionarse con los metadatos.(MARQUEZ, 2009, pág. 2)

### **2.6.1 Estructura de datos relacional**

Se fundamenta en el concepto matemático de relación, donde una base de datos se organiza en forma de tablas con sus columnas y filas. En este contexto, un atributo representa el nombre de una columna, y las relaciones se utilizan para almacenar información sobre los objetos que representan la base de datos. Las tablas contienen filas que corresponden a registros individuales, mientras que las columnas representan los atributos de dichos registros.(MARQUEZ, 2009, pág. 16)

### **2.6.2 SQL**

Las siglas SQL significan Lenguaje de consulta estructurada que permite manejar los datos de una base de datos relacional dando la oportunidad de realizar consultas, actualizar, borrar, crear y modificar diferentes tablas y también ofrecer un control de acceso a estas.(MARQUEZ, 2009, pág. 41)

### **2.6.3 Mysql**

Se define como un sistema de gestión de la base de datos que fue desarrollado por MySQL AB el cual destaca por su gran adaptación a diferentes entornos de desarrollo, ya que permite la integración con diferentes lenguajes de programación como PHP, Java y la integración en diferentes sistemas operativos. Entre las características más destacables que menciona (PÉREZ, 2007, pág. 14):

- Facilidad de uso ya que es un sistema de base de datos alto rendimiento, pero relativamente simple y es mucho menos complejo de configurar y administrar que sistemas más grandes
- Opensource que es de código abierto es decir su código fuente puede ser modificado.
- Capacidad de gestión de lenguajes de consulta ya que comprende el lenguaje SQL.



- Capacidad: puede conectarse a distintos clientes simultáneamente al servidor donde los clientes pueden hacer uso de una variedad de lenguajes de programación como C, PHP, Python y Java.
- Conectividad y seguridad: Dispone de un control de acceso y poder acceder desde cualquier sitio con conexión a internet.
- Permite la ejecución en diferentes sistemas operativos.

## **2.7 Fronted**

El concepto de "frontend" se enfoca en la interfaz de usuario, abarcando todo lo con lo que el usuario puede interactuar y percibir durante la navegación. En la actualidad, para garantizar una experiencia positiva, la inmersión y la usabilidad son aspectos fundamentales. Es relevante señalar que existen diversos frameworks, preprocesadores y bibliotecas diseñados para facilitar y mejorar estas funciones. Estas herramientas ofrecen un valioso respaldo en la creación de interfaces atractivas y funcionales, lo que contribuye a optimizar la experiencia del usuario en entornos digitales. (MESTRES, 2018, pág. 5)

### **2.7.1 HTML**

El lenguaje HTML, cuyo significado es HyperText Markup Language, se define como un lenguaje de marcado que emplea etiquetas para generar hipertexto. Su función principal es la creación y diseño de páginas web. Estas páginas no solo representan un medio eficaz de comunicación, sino que también ofrecen la capacidad de alcanzar a una audiencia extensa, conectando con millones de personas de manera efectiva y accesible. La versatilidad y la universalidad de HTML lo convierten en una herramienta esencial en la construcción de la experiencia digital, permitiendo compartir información y contenido de manera impactante a través de la red. (CANARIAS, 2016, págs. 5-6)

### **2.7.2 CSS**

CSS, cuyo nombre se deriva de su abreviatura en inglés *Cascading Style Sheets*.<sup>o</sup> "hojas de estilo en cascada."<sup>en</sup> español, es una característica que se integra con HTML para proporcionar un mayor control sobre la presentación de las páginas, tanto para los desarrolladores web como para los usuarios. Con CSS, los diseñadores y los usuarios pueden crear hojas de estilo que definan la apariencia de diversos elementos, como encabezados y enlaces. Estas hojas de estilo son aplicables a cualquier página web y permiten la optimización para mejorar su posicionamiento. (ARIMETRICS, 2022, pág. )

### **2.7.3 JavaScript**

JavaScript es un lenguaje de programación utilizado para crear pequeños programas diseñados para realizar acciones específicas dentro del contexto de una página web. Con JavaScript, es posible incorporar efectos especiales en las páginas y establecer interactividad con el usuario. La interpretación y ejecución de las instrucciones en JavaScript se realiza en el navegador del cliente, lo que implica que este lenguaje depende principalmente, y posiblemente exclusivamente, de los recursos del navegador para su funcionamiento.(ALVAREZ, 2007, pág. 5)

### **2.7.4 Framework**

Un framework es una estructura o esquema ampliamente utilizado por programadores para simplificar el desarrollo de software. La adopción de un framework acelera los procesos de programación al evitar la escritura repetitiva de código. Además, asegura la implementación de buenas prácticas y la coherencia en el código desarrollado.(ARIMETRICS, 2022, pág. )

#### **2.7.4.1 Angular**

Angular, un marco de ingeniería de software de código abierto respaldado por Google, está especializado en el desarrollo de aplicaciones web del tipo Single Page Application (SPA) y Progressive Web App (PWA), siendo apto para dispositivos móviles y de escritorio. Con un nivel de complejidad que varía entre medio y alto, Angular proporciona soluciones sólidas y escalables, diseñadas para garantizar un estilo de codificación coherente y altamente modular. El desarrollo con Angular puede realizarse utilizando TypeScript o JavaScript, siendo este último capaz de proporcionar herramientas adicionales como tipado estático y decoradores. El nombre "Angular" se origina en el uso de paréntesis angulares (<>) en HTML.(COPPOLA, 2022, pág. )

## **2.8 Backend**

El backend, o también conocido como el lado del servidor, desempeña diversas funciones esenciales, tales como la interacción con bases de datos, la verificación de acciones de sesiones de usuarios, la preparación de la página en un servidor, y la entrega de todas las vistas generadas por el desarrollador frontend. Este componente se encarga de gestionar las operaciones detrás de escena para asegurar el correcto funcionamiento y la entrega eficiente de la interfaz que experimenta el usuario.(MESTRES, 2018, pág. 5)

### **2.8.1 Contenedor**

Los contenedores son esencialmente procesos que se ejecutan dentro del sistema operativo y poseen ciertas características distintivas. Operan en el mismo entorno que los procesos convencionales y deben su singularidad al KERNEL de Linux, que, a través de algunas de sus características, proporciona capacidades notables a estos procesos.(AMÉNDOLA, 2022, pág. )

Un contenedor se presenta como un proceso aislado, tanto de otros contenedores como de procesos comunes. Este aislamiento se logra gracias a una estructura del KERNEL llamada Namespaces. Además, cuando se busca limitar y controlar el acceso a recursos computacionales como CPU o memoria, el KERNEL de Linux proporciona una característica denominada controlGroups o cgroups, que permite esta restricción y gestión.(AMÉNDOLA, 2022, pág. )

### **2.8.2 Docker**

Docker es un software de código abierto que se utiliza para desplegar aplicaciones en contenedores virtuales. Estos contenedores simplifican la ejecución de diversas aplicaciones en entornos complejos. Un ejemplo específico de esto es la habilidad de Docker para ejecutar de manera fluida el sistema de gestión de contenidos WordPress en sistemas operativos como Windows, Linux y macOS.(D, 2023, pág. )

### **2.8.3 Node.Js**

Node.js es un entorno de ejecución multiplataforma basado en JavaScript que se emplea para desarrollar aplicaciones escalables en el lado del servidor. Este entorno está diseñado con una arquitectura orientada a eventos, lo que posibilita el establecimiento y manejo de múltiples conexiones simultáneas. Esta característica evita bloqueos de procesos y contribuye a la eficiencia del sistema.(CHIYANA, 2021, pág. )

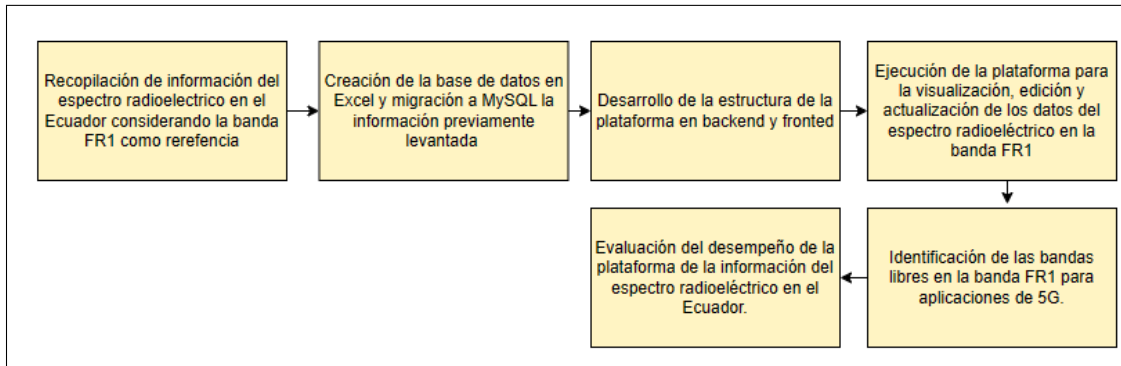
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Introducción

Se consideró para la ejecución del proyecto de investigación 6 fases que se indica en la ilustración 3-1, considerando la fase número 1 como la parte primordial del proyecto, ya que se lleva a cabo la recopilación de la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador, considerando la información proporcionada por el ARCOTEL en su portal web y haciendo alusión a la Banda FR1.

En la segunda fase se creó la base de datos donde se hizo uso de dos softwares Excel y MySQL, con los datos más relevantes y concernientes a la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador, se consideró el plan nacional de frecuencias del Ecuador y la banda FR1. Para la tercera fase se desarrolló lo que es la estructura de la plataforma considerando la etapa de backend y fronted haciendo uso de un framework que facilita la elaboración de la plataforma. En la cuarta fase se consumió mediante un api la base de datos previamente creada para la visualización en la plataforma. En la quinta y última fase se llevó a cabo la identificación de las bandas libres tomando en cuenta la banda FR1 y la evaluación del desempeño de la plataforma.



**Ilustración 3-1:** Diagrama del desarrollo del proyecto de investigación

Realizado por: Valdez E., 2024

#### 3.2 Metodología Empleada

La metodología que se empleó es a través de una serie de pasos que se observa en la Ilustración 3-1, para la recopilación de la información y la elaboración de la plataforma donde se consideró el siguiente procedimiento:

- Recopilación de la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador mediante la revisión

documental de los diferentes servicios de telecomunicaciones tomando en cuenta la banda FR1.

- Creación de la base de datos con la información del uso del espectro radioeléctrico en el Ecuador estableciendo una primera base de datos en una hoja de cálculo de Excel.
- Preparación del servidor MySQL para la migración de la primera base de dato en Excel a MySQL de manera local.
- Desarrollo de la estructura de la plataforma tanto en backend y fronted haciendo uso del framework Angular y el entorno Node.js.
- Ejecución de la plataforma para la visualización, edición y actualización de los datos del espectro radioeléctrico en la banda FR1.

### **3.3 Levantamiento de información del espectro radioeléctrico**

En primera instancia se realizó el levantamiento de información del espectro radioeléctrico en el Ecuador, se consideró la recopilación de la información de diferentes páginas web y documentación, para la elección de la información se usó la banda FR1 que parte desde los 410 MHz hasta los 7125 MHz

El primer documento revisado es el plan nacional de frecuencias del Ecuador del 2021 que es la última actualización, se tomó en cuenta el cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias, donde se extrajo información desde la banda 410 MHz hasta la banda de 7250 MHz tomando solamente los parámetros de: banda, atribución y normativa técnica relacionada en el Ecuador.

Los siguientes documentos que se revisaron son el servicio móvil avanzando de mayo del 2018 realizado por el ARCOTEL y la política pública de telecomunicaciones del 2023-2025, en el documento de servicio móvil avanzado se consideró la canalización y asignación de bandas de frecuencias en el Ecuador para las diferentes operadoras como CONECEL, OTECEL y CNT, el documento de política pública de telecomunicaciones se lo utilizó para corroboración de la información de la asignación del espectro por prestador del servicio móvil avanzado.

### **3.4 Creación de la base de datos**

La creación de la base de datos tienes dos partes: la primera fue la creación de una hoja de cálculo en Excel con los datos de las diferentes tablas y la segunda parte es la migración de estos datos almacenados a MySQL.

### 3.4.1 Base de Datos en Excel

Se creó la primera hoja de cálculo donde se almacenó los datos de la diferente documentación, se partió del cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia, debido a que es muy extenso se consideró la banda FR1, en la Tabla 3-1 se observa una sección de toda la hoja de cálculo.

**Tabla 3-1:** Cuadro Nacional de atribución de frecuencias

Limite Inferior	Limite Superior	Ancho de Banda	Atribución	Apéndice	Resolución
410	420	10	FIJOMÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIONES-PACIAL	EQA.25	Res. SNT-2014-0343
420	430	10	FIJOMÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización	EQA.25	Res. SNT-2014-0343
430	432	2	FIJO RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados	5.276 5.278 EQA.25	Res. ARCOTEL-2018-1012

Realizado por: (ARCOTEL, 2021)

La segunda hoja de cálculo que se consideró es con respecto a la asignación del espectro del servicio móvil avanzado, donde se recopiló la información del documento del servicio móvil avanzado del 2018 y otras fuentes para tener una sola hoja de cálculo que se ve reflejado en la Tabla 3-2

**Tabla 3-2:** Atribución de frecuencias para el servicio móvil avanzado

Banda	Bloque	Limite inferior	Limite superior	Operadora	Canal	Tecnología	Ancho de banda
700 N28	A	703	708	Libre	UPLINK	Libre	5
700 N28	B	708	713	Libre	UPLINK	Libre	5
700 N28	C	713	718	Libre	UPLINK	Libre	5
700 N28	D	718	723	Libre	UPLINK	Libre	5

Realizado por: Valdez E., 2024

La tercera hoja de calculo que se consideró es con respecto a la banda FR1 proporcionada por el 3GPP, como se observa en la Tabla 2-5 donde se agregó dos nuevas columnas: atribución y si el espectro esta asignado o no.

### 3.4.2 Servidor MySQL

En primera instancia se consideró la instalación de diferentes tipos de software opensource mencionando: Node.js, Docker, MySQL Workbench Y Visual Studio Code. Una vez designado el espacio lo que se creó es un archivo docker-compose.yml el cual permite el uso de mysql y docker.

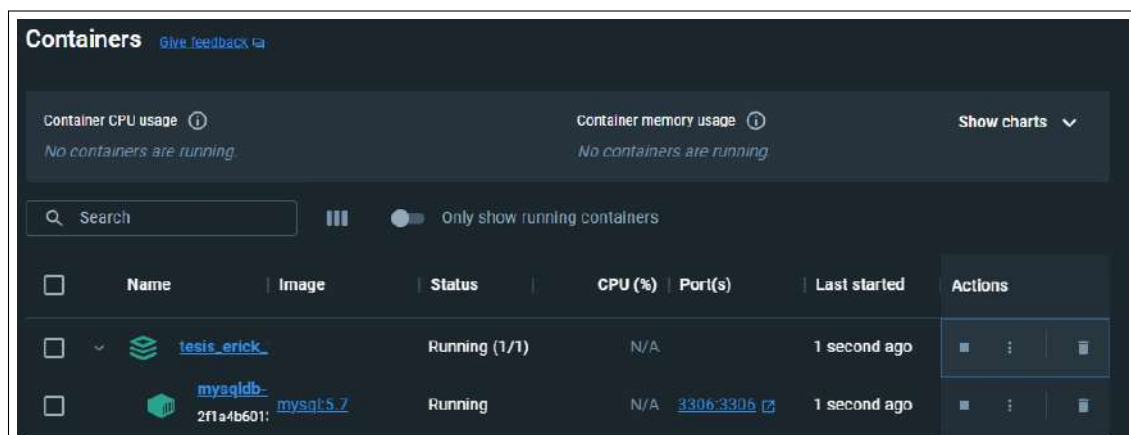
La plataforma Docker Desktop es aquella plataforma que tiene el servidor de MySQL, el cual tendrá alojado la base de datos y las diferentes tablas, una vez creado el contenedor del servidor MySQL se configuraron diferentes parámetros como: usuario, password, nombre de la base de datos, puerto local, puerto docker. Como se observa en la ilustración 3-2

```
MYSQLDB_USER=root
MYSQLDB_ROOT_PASSWORD=123456
MYSQLDB_DATABASE=radiofrecuencias_db
MYSQLDB_LOCAL_PORT=3306
MYSQLDB_DOCKER_PORT=3306
```

**Ilustración 3-2:** Parametros Servidor MYSQL

Realizado por: Valdez E., 2024

Una vez configurado los diferentes parámetros se arrancó el software docker desktop, con el comando docker compose up en la ruta donde se aloja la plataforma se levantó el servidor de mysql que se observa en la ilustración 3-3.



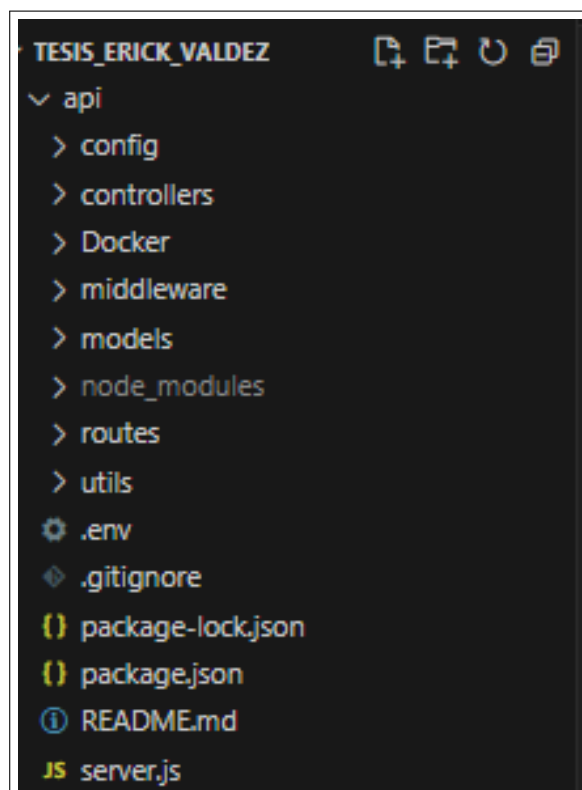
**Ilustración 3-3:** Inicialización del servidor Mysql en Docker Desktop

Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.5 Desarrollo de la estructura de la plataforma en backend y fronted

#### 3.5.1 *Api*

Para el desarrollo de la plataforma se tomó en cuenta la creación de dos carpetas la primera de ellas llamada API, la cual es la encargada de crear y relacionar la base de datos alojada en docker, con la segunda carpeta llamada APP que es la parte visual de la plataforma. Dentro de la carpeta API se tiene diferentes carpetas y formatos de archivos los cuales son importantes para la creación de las diferentes tablas, que serán cargadas en la base de datos de mysql como se observa en la ilustración 3-4



**Ilustración 3-4:** Carpeta API

Realizado por: Valdez E., 2024

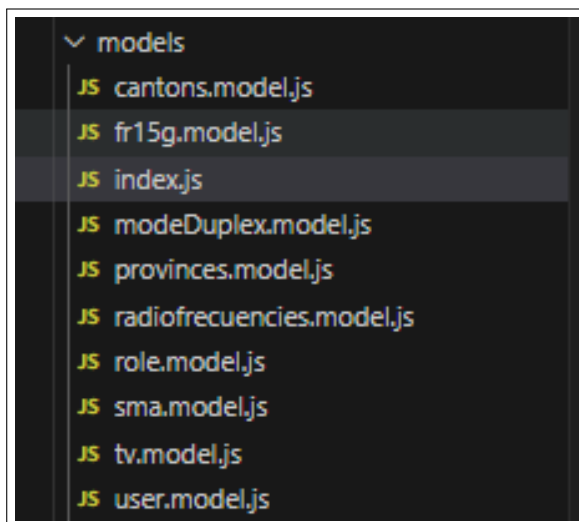
Dentro de la carpeta API se tiene una subcarpeta llamada models, la cual contiene los archivos de todas las tablas que se crearon y dentro de cada archivo se definen los atributos de la tabla es decir las columnas, todo esto se realizó mediante la dependencia llamada sequelize que es parte de node.js y permite la creación de tablas mediante el entorno de visual studio code como se observa en la ilustración 3-5, se creo la tabla radiofrecuencias con sus respectivos atributos que están relacionados con las columnas de nuestra hoja de calculo acerca de la tabla del cuadro de atribución de frecuencias, donde se asocia un id, limite inferior, limite superior, ancho de banda, atribución, apendice, resolución y el link de la resolución.



```
module.exports = (sequelize, Sequelize) => {
  const Radiofrecuencias = sequelize.define("radiofrecuencias", {
    id: {
      type: Sequelize.INTEGER,
      primaryKey: true,
      autoIncrement: true,
    },
    lowerLimit: {
      type: Sequelize.DOUBLE,
    },
    upperLimit: {
      type: Sequelize.DOUBLE,
    },
    bw: {
      type: Sequelize.STRING,
    },
    attribution: {
      type: Sequelize.STRING,
    },
    appendix: {
      type: Sequelize.STRING,
    },
    resolution: {
      type: Sequelize.STRING,
    },
    link: {
```

**Ilustración 3-5:** Modelo del cuadro de atribución de frecuencias  
Realizado por: Valdez E., 2024

Este procedimiento se realizó a todas las tablas que se crearon con la información del espectro radioeléctrico, las tablas que se crearon son de:cantones,provincias,servicio móvil avanzado, televisión, banda FR15G. Para las diferentes columnas de cada tabla se tomó en consideración las hojas de calculo que fueron realizadas en primera instancia en excel para determinar los datos que se desean como se muestra en la ilustración 3-6



**Ilustración 3-6:** Carpeta models  
Realizado por: Valdez E., 2024

La subcarpeta llamada controllers, el archivo radiofrecuencias.controller.js tiene un script el cual permite realizar el filtrado de información donde se asignó los diferentes atributos que se filtran, en la tabla llamada radiofrecuencias correspondiente al cuadro de atribución de frecuencias donde se

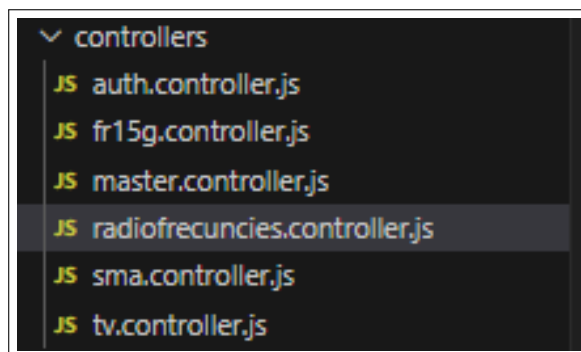
escogió los atributos de limite inferior, limite superior y la atribución para realizar el filtrado como se observa en la ilustración 3-7

```
1 const db = require("../models");
2 const Radiofrecuencias = db.radiofrecuencias;
3 const Op = db.Sequelize.Op;
4 const { getPagination, getPagingData } = require("../utils/utils");
5
6 // find by ranges
7 exports.filter = (req, res) => {
8   const data = req.body;
9   const { page, size } = req.query;
10  const { limit, offset } = getPagination(page, size);
11  let whereObject = {};
12  if (data?.lowerLimit > 0 && data?.upperLimit > 0) {
13    whereObject.lowerLimit = { [Op.gte]: data.lowerLimit };
14    whereObject.upperLimit = { [Op.lte]: data.upperLimit };
15  }
16  if (data?.atribution?.length > 0) {
17    whereObject.atribution = { [Op.like]: `%${data.atribution}%` };
18  }
19
20  Radiofrecuencias.findAndCountAll({
21    limit,
22    offset,
23    where: whereObject,
24  })
25 }
```

**Ilustración 3-7:** Atributos para filtrar mediante la API

Realizado por: Valdez E., 2024

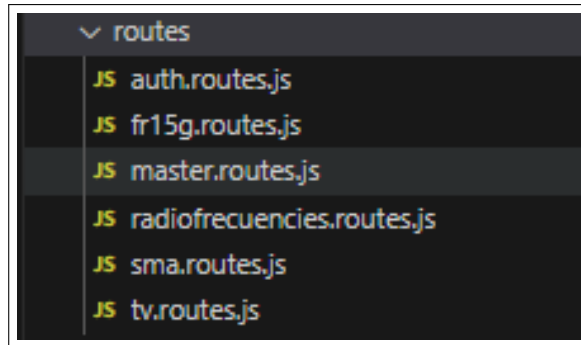
Los archivos .controller fueron creados para cada una de las tablas como se observa en la ilustración 3-8



**Ilustración 3-8:** Subcarpeta controllers

Realizado por: Valdez E., 2024

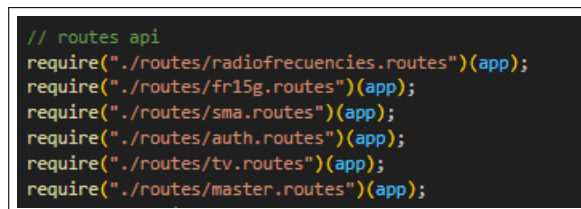
Luego se tiene la carpeta denominada routes la cual tiene diferentes archivos que definen la ruta a donde apunta la api para ejecutar diferentes comandos como post,get,put que se usaron para encontrar y filtrar la información dentro de las tablas creadas, en la ilustración 3-9 se observa las rutas creadas para cada tabla de información del espectro radioeléctrico.



**Ilustración 3-9:** Subcarpeta routes

Realizado por: Valdez E., 2024

El archivo server.js es aquel donde se tuvo que definir las rutas a las que debe apuntar la app, para que se pueda visualizar en la plataforma como se observa en la ilustración 3-10.

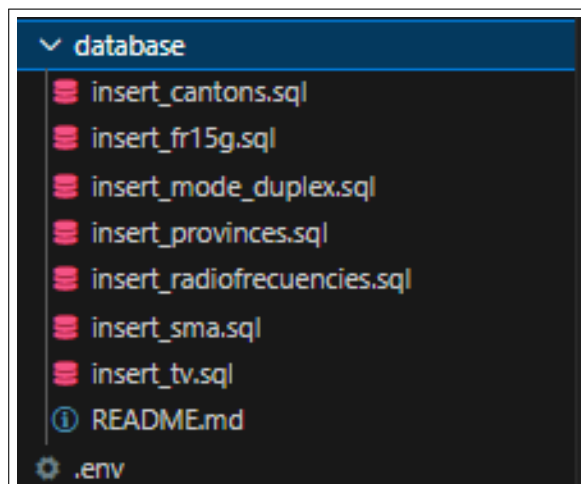


**Ilustración 3-10:** Archivo server.js en la carpeta api

Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.5.2 Database

Se creó una carpeta llamada Database la cual aloja todos los archivos .sql como se observa en la ilustración 3-11.



**Ilustración 3-11:** Carpeta database

Realizado por: Valdez E., 2024

Estos archivos .sql van de la mano con los atributos que se asignaron en la tabla models, por lo que se respetó el orden en el que se lo ingreso y mediante este script se llenaron los registros de las diferentes tablas con sus atribuciones correspondientes, al momento de ejecutar la API el primer archivo es insert\_radiofrecuencias.sql, el cual tiene todos los registros del cuadro de atribución de frecuencias, estos registros se migraron de excel a lenguaje sql mediante la concatenación como se observa en la ilustración 3-12, donde se observa que al inicio del script se debe insertar la función de sql INSERT INTO radiofrecuencias (lowerLimit, upperLimit, bw, attribution, appendix, resolution, LINK, createdAt, updatedAt) VALUES que al momento de ejecutar lo que hace es llenar la tabla radiofrecuencias con diferentes valores de registros con sus respectivos atributos.

```

1  INSERT INTO radiofrecuencias (lowerLimit, upperLimit, bw, attribution, appendix, resolution, LINK, createdAt, updatedAt)
2  VALUES (400.05,400.15,0.1,'FRECUENCIAS PATRON Y SEÑALES HORARIAS POR SATÉLITE ', '5.261
3  5.262', '', 'curdate(),curdate()),
4  (400.15,401,0.9,'AYUDAS A LA METEOROLOGIA
5  METEOROLOGÍA POR SATÉLITE
6  MÓVIL POR SATÉLITE
7  INVESTIGACIÓN ESPACIAL
8  Operaciones espaciales', '5.208A
9  5.208B
10  5.209
11  5.263
12  5.262
13  5.264', '', 'curdate(),curdate()),

```

**Ilustración 3-12:** Archivo .sql del cuadro de atribución de frecuencias

Realizado por: Valdez E., 2024

El siguiente archivo es sma.sql el cual tiene todos los registros del servicio móvil avanzado, esto se realizó con la migración de excel a lenguaje sql para posterior crear el archivo .sql como se observa en la ilustración 3-13.

Banda	Bloque	Limite inferior	Limite Superior	Operadora	Canal	Tecnología	Ancho de Banda
700 N28	A	703	708	Libre	UPLINK	Libre	5 ("700 N28", "A", 703, 708, "Libre", "UPLINK", "Libre", 5),
700 N28	B	708	713	Libre	UPLINK	Libre	5 ("700 N28", "B", 708, 713, "Libre", "UPLINK", "Libre", 5),
700 N28	C	713	718	Libre	UPLINK	Libre	5 ("700 N28", "C", 713, 718, "Libre", "UPLINK", "Libre", 5),
700 N28	D	718	723	Libre	UPLINK	Libre	5 ("700 N28", "D", 718, 723, "Libre", "UPLINK", "Libre", 5),
700 N28	E	723	728	Libre	UPLINK	Libre	5 ("700 N28", "E", 723, 728, "Libre", "UPLINK", "Libre", 5),

**Ilustración 3-13:** hoja de calculo del servicio móvil avanzado en forma de lenguaje SQL

Realizado por: Valdez E., 2024

De esta manera los datos se migraron al archivo .sql ejecutando la misma función mencionada anteriormente como se muestra en la ilustración 3-14.

```

INSERT INTO servicio_movil_avanzados (band, bloque, upper_limit, lower_limit, operator, channel, technology, createdAt, updatedAt)
VALUES ("700 N28", "A", 703, 708, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),
("700 N28", "B", 708, 713, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),
("700 N28", "C", 713, 718, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),
("700 N28", "D", 718, 723, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),
("700 N28", "E", 723, 728, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),
("700 N28", "F", 728, 733, "Libre", "UPLINK", "Libre", curdate(), curdate()),

```

**Ilustración 3-14:** Archivo .sql del servicio móvil avanzado

Realizado por: Valdez E., 2024

El archivo tv.sql hace referencia a los registros de la información del espectro radioeléctrico en

televisión abierta, donde la asignación de los diferentes registros se observa en la ilustración 3-15. donde se tomó encuesta los atributos de provincia, estación, frecuencia y enlace.

```
INSERT INTO television_analogicas (province, station, channel, frequency, link, createdAt, updatedAt)
VALUES ("GALAPAGOS", "TV MANABITA CANAL 30", 29, 563, "SATELITAL", curdate(), curdate()),
("CAÑAR", "TELECUENCA", 26, 545, "RADIOELECTRICO", curdate(), curdate()),
("CAÑAR", "TV LEGISLATIVA", 41, 635, "SATELITAL", curdate(), curdate()),
("ESMERALDAS", "ECUADOR TV", 48, 677, "SATELITAL", curdate(), curdate()),
("ESMERALDAS", "UCSG TELEVISION", 32, 581, "SATELITAL", curdate(), curdate()),
("PICHINCHA", "46 UHF ABC (RTU)", 22, 521, "RADIOELECTRICO", curdate(), curdate()),
("SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS", "TELE-RED", 31, 575, "RADIOELECTRICO", curdate(), curdate()),
("PICHINCHA", "TELEVISION SATELITAL", 24, 533, "RADIOELECTRICO", curdate(), curdate())
```

**Ilustración 3-15:** Archivo .sql de televisión abierta

Realizado por: Valdez E., 2024

El archivo fr15g.sql tiene todos los registros de la banda FR1, donde se consideró los atributos de provincia, cantón, banda de operación, limite inferior de enlace de subida, limite superior de enlace de subida, limite inferior de enlace de bajada, limite superior de enlace de bajada, modo de duplexación, banda libre, atribución, la migración se realizo de excel a lenguaje SQL como se observa en la ilustración 3-16.

D PROVINCIA	ID CANTON	Banda de operación Np	UPLINK		DOWNLINK		MODO DUPLEX	ATRIBUCIÓN	ESPECTRO ASIGNADO
			BS receptor	UE transmisor	BS transmisor	UE receptor			
1	1	n1	1920	1980	2110	2170	FDD		(1, 1, 'n1', 1920, 1980, 2110, 2170, 'FDD', , ''),
1	1	n2	1850	1910	1930	1990	FDD		(1, 1, 'n2', 1850, 1910, 1930, 1990, 'FDD', , ''),
1	1	n3	1710	1785	1805	1880	FDD		(1, 1, 'n3', 1710, 1785, 1805, 1880, 'FDD', , ''),
1	1	n5	824	849	869	894	FDD		(1, 1, 'n5', 824, 849, 869, 894, 'FDD', , ''),
1	1	n7	2500	2570	2620	2690	FDD		(1, 1, 'n7', 2500, 2570, 2620, 2690, 'FDD', , ''),
1	1	n8	880	915	925	960	FDD		(1, 1, 'n8', 880, 915, 925, 960, 'FDD', , ''),

**Ilustración 3-16:** Hoja de calculo de la banda FR1 en forma de lenguaje SQL

Realizado por: Valdez E., 2024

En la asignación de las provincias y de los cantones se creó dos tablas que serán relacionales con la tabla de FR15GS, la cual sera la tabla de provincia como se observa en la 3-17, donde cada provincia sera asignada con un id es decir un número de identificación, que va desde el número 1 hasta el 26 donde el número 25 es para zonas no delimitadas y el número 26 para Nacional.

```
INSERT INTO provincias (id, province, createdAt, updatedAt)
VALUES (1, "Azuay", curdate(), curdate()),
(2, "Bolívar", curdate(), curdate()),
(3, "Cañar", curdate(), curdate()),
(4, "Carchi", curdate(), curdate()),
(5, "Cotopaxi", curdate(), curdate()),
(6, "Chimborazo", curdate(), curdate()),
(7, "El Oro", curdate(), curdate()),
(8, "Esmeraldas", curdate(), curdate()),
```

**Ilustración 3-17:** Provincias del Ecuador

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 3-18 se observa la tabla de cantones donde se tendrá un total de 221 cantones donde se distribuyo cada cantón con su id respectivo y su provincia correspondiente, donde se agregó un id mas que hace referencia al espectro de manera Nacional.

```

INSERT INTO cantons (id,canton,id_province, createdAt, updatedAt)
VALUES (1,'Cuenca',1,curdate(),curdate()),
(2,'Girón',1,curdate(),curdate()),
(3,'Gualaquero',1,curdate(),curdate()),
(4,'Nabón',1,curdate(),curdate()),
(5,'Paute',1,curdate(),curdate()),
(6,'Pucara',1,curdate(),curdate()),
(7,'San Fernando',1,curdate(),curdate()),
(8,'Santa Isabel',1,curdate(),curdate()),
(9,'Sigsig',1,curdate(),curdate()),
(10,'Oña',1,curdate(),curdate()),
(11,'Chordeleg',1,curdate(),curdate()),
(12,'El Pan',1,curdate(),curdate()),
(13,'Sevilla de Oro',1,curdate(),curdate()),
(14,'Guachapala',1,curdate(),curdate()),
(15,'Camilo Ponce Enríquez',1,curdate(),curdate()),
(16,'Guaranda',2,curdate(),curdate()),

```

**Ilustración 3-18:** Provincias y cantones del Ecuador

Realizado por: Valdez E., 2024

Una vez asignadas las provincias y cantones en el archivo .sql de la banda FR15GS, donde cada provincia y cada cantón tendrá su propia banda FR1 que va desde la banda n1 hasta la banda n104 ya que la asignación de espectro en cada ciudad es diferente y en dos ciudades distintas se puede hacer uso del mismo espectro como se observa en la ilustración 3-19.

```

1 INSERT INTO fr15gs (id_province, id_canton, operation_band_nr, uplink_bs_receptor, uplink
2 VALUES (1, 1, 'n1', 1920, 1980, 2110, 2170, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
3 (1, 1, 'n2', 1850, 1910, 1930, 1990, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
4 (1, 1, 'n3', 1710, 1785, 1805, 1880, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
5 (1, 1, 'n5', 824, 849, 869, 894, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
6 (1, 1, 'n7', 2500, 2570, 2620, 2690, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
7 (1, 1, 'n8', 880, 915, 925, 960, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
8 (1, 1, 'n12', 699, 716, 729, 746, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
9 (1, 1, 'n13', 777, 787, 746, 756, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
10 (1, 1, 'n14', 788, 798, 758, 768, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
11 (1, 1, 'n18', 815, 830, 860, 875, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
12 (1, 1, 'n20', 832, 862, 791, 821, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),
13 (1, 1, 'n24', 1626.5, 1660.5, 1525, 1559, 'FDD', 0, '', curdate(), curdate()),

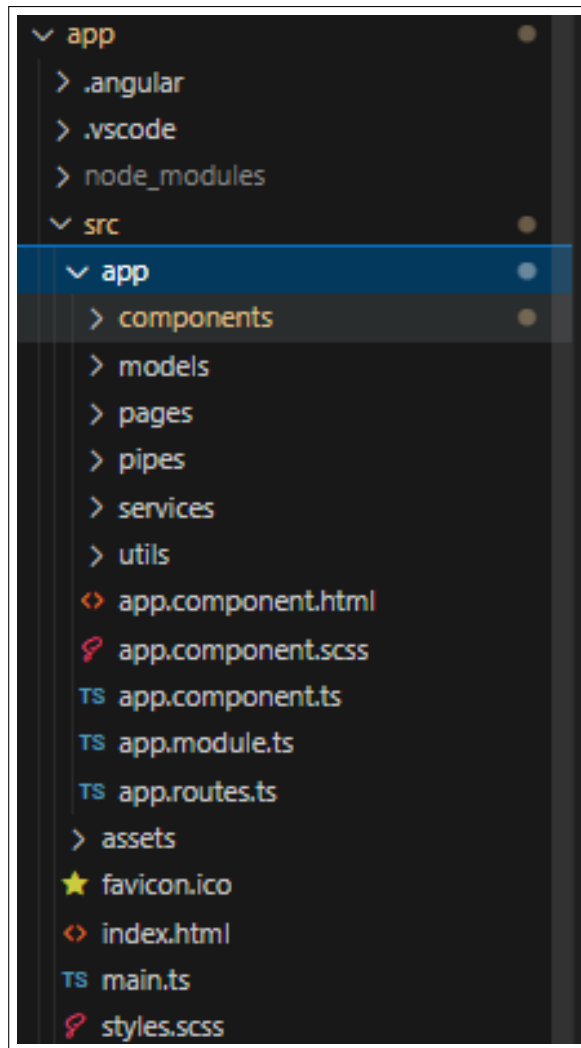
```

**Ilustración 3-19:** Archivo .sql de la banda FR15G

Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.5.3 App

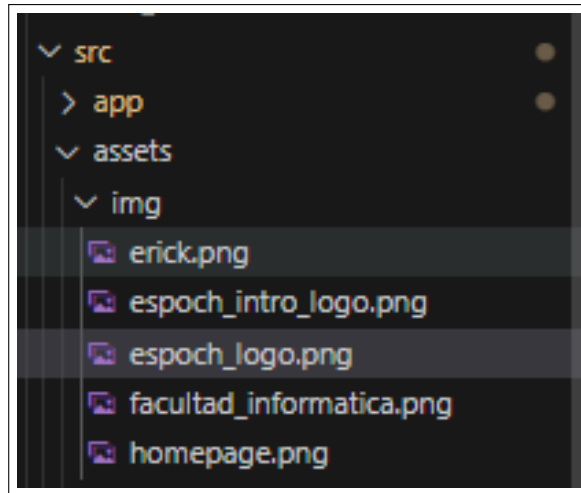
La creación de la carpeta app se la realizó con el entorno de Angular, el cual sera el encargado de crear todas las dependencias y librerías que se utilizaron para la visualización de los datos en la plataforma esta carpeta contiene, carpetas llamadas como components en la cual se editó todo lo que se visualizara en la plataforma, en las diferentes paginas y las barras de navegación, una carpeta denominada models la cual contendrá todos los archivos necesarios que van asociados con la filtración de información en cada una de las tablas, la carpeta page contiene el menú de inicio, el login, logos el pie de pagina entre otros como se observa en la ilustración 3-20



**Ilustración 3-20:** Carpeta APP

Realizado por: Valdez E., 2024

En la carpeta img se almacenan todas las imágenes que se utilizaron en la plataforma como se observa en la ilustración 3-21



**Ilustración 3-21:** Carpeta img

Realizado por: Valdez E., 2024

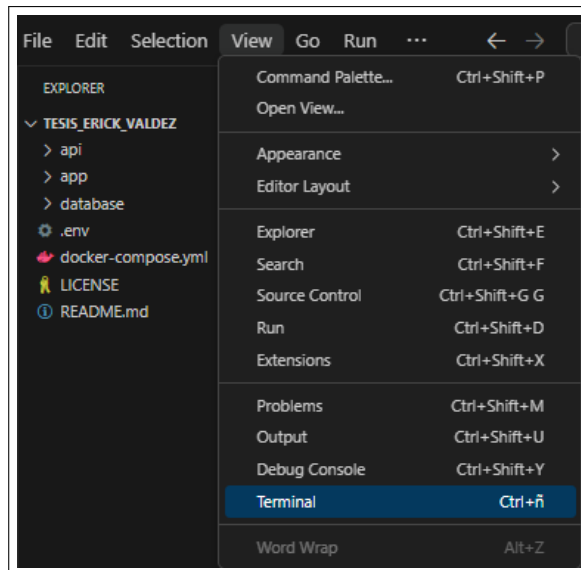
### 3.6 Ejecución de la plataforma

Una vez culminada la preparación de la estructura de la plataforma y llenado los diferentes scripts de sql se debe seguir una serie de pasos para la ejecución de la plataforma detallados a continuación.

#### 3.6.1 *Ejecución de docker*

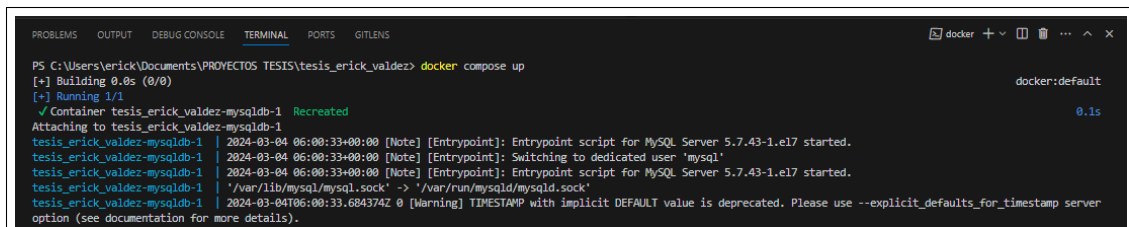
Como primer paso se ejecutó lo que es el software docker desktop, posterior se abrió la plataforma visual studio code y se seleccionó la carpeta en la que es almacenado la plataforma con su respectivo nombre, en este caso se encuentra alojado en el disco local C y la carpeta se denomina tesis\_erick\_valdez, luego se abrió el terminal en visual studio code como se observa en la ilustración 3-22.





**Ilustración 3-22:** Apertura del terminal en la carpeta tesis\_erick\_valdez  
 Realizado por: Valdez E., 2024

Como segundo paso se tiene la visualización en el terminal, donde se verificó que el directorio de la carpeta sea el correcto como se muestra en la ilustración 3-23, posterior se ejecutó el comando docker compose up, el cual arrancara el servidor de mysql almacenado en docker como un contenedor.



**Ilustración 3-23:** Ejecución de docker compose up  
 Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.6.2 Ejecución de la api

Se abrió un nuevo terminal y en este se ejecutó el comando cd api para ingresar en el directorio de la carpeta denominada api y posterior a eso se ejecutó el comando npm run start, el cual da un mensaje de que se ejecutó la api esto permitió que la api cree: la base de datos, las diferentes tablas, sus registros, los filtros, los valores de edición y eliminación de registros dentro de la app como se observa en la ilustración 3-24

```
PS C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez> cd api
PS C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez\api> npm run start

> api@1.0.0 start C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez\api
> node server.js

(node:19388) [SQLITE0094] DeprecationWarning: A boolean value was passed to options.operatorsAliases. This is a no-op with v5 and should be removed.
(Use `node --trace-deprecation ...` to show where the warning was created)
Server is running on port 8080.
Executing (default): SELECT TABLE_NAME FROM INFORMATION_SCHEMA.TABLES WHERE TABLE_TYPE = 'BASE TABLE' AND TABLE_NAME = 'radiofrecuencias' AND TABLE_SCHEMA = 'iofrecuencias_db'
Executing (default): SHOW INDEX FROM 'radiofrecuencias'
```

**Ilustración 3-24:** Ejecución de la api con el comando npm run start

Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.6.3 Ejecución de la app

Se abrió un nuevo terminal y se ejecutó el comando `cd app` para ingresar en el directorio de la carpeta denominada `app`, posterior a eso se ejecutó el comando `npm run start` el cual dará un mensaje de que se ejecutó la app, esto permitió que la app cree la relación de la base de datos con la visualización y edición de los datos dentro de la plataforma como se observa en la ilustración 3-25

```
PS C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez> cd app
PS C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez\app> npm run start

> app@1.0.0 start C:\Users\erick\Documents\PROYECTOS TESIS\tesis_erick_valdez\app
> ng serve

✓ Browser application bundle generation complete.

Initial Chunk Files | Names          | Raw Size
vendor.js           | vendor        | 4.12 MB |
styles.css, styles.js | styles       | 701.50 kB |
polyfills.js       | polyfills    | 314.81 kB |
main.js            | main         | 266.38 kB |
scripts.js         | scripts      | 164.33 kB |
runtime.js         | runtime      | 6.84 kB |

| Initial Total | 5.54 MB

Build at: 2024-03-04T06:10:38.558Z - Hash: 78931068db54dc3b - Time: 7979ms
```

**Ilustración 3-25:** Ejecución de la app con el comando npm run start

Realizado por: Valdez E., 2024

### 3.6.4 Visualización de los datos

En el arranque de la plataforma se escribió en el navegador lo siguiente `localhost:4200` donde se ingresa a la plataforma y se visualizó una ventana denominada `home`, donde se tiene una breve leyenda con el nombre de la plataforma como se observa en la ilustración 3-26



**Ilustración 3-26:** Ventana home  
Realizado por: Valdez E., 2024

Luego se tiene una pestaña denominada iniciar sesión donde existen dos opciones: registrarse y otra de poder acceder a los datos.

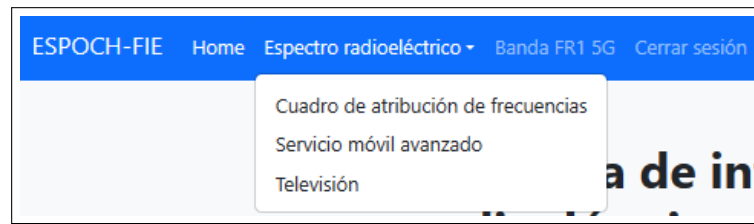
Se creó un súper usuario que permitió la edición dentro de la plataforma y eliminación de datos como se observa en la ilustración 3-27



**Ilustración 3-27:** Inicio de sesión  
Realizado por: Valdez E., 2024

Una vez que se inicia sesión se tiene una barra de navegación la cual esta dividida en el cuadro de atribución de frecuencias, el servicio móvil avanzado, televisión abierta y la banda FR1 5G

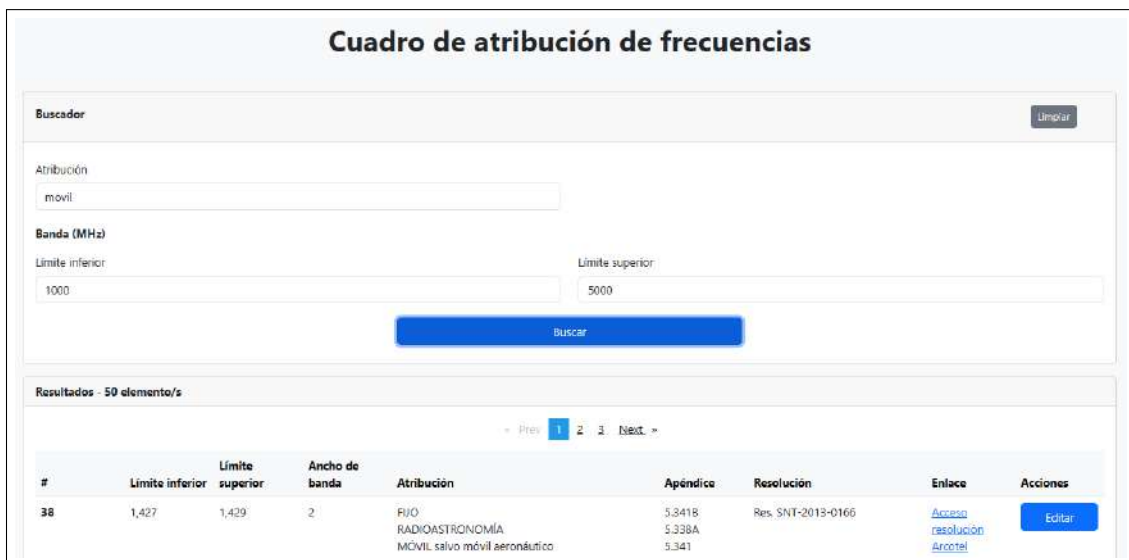
detallada en la ilustración 3-28.



**Ilustración 3-28:** Barra de navegación

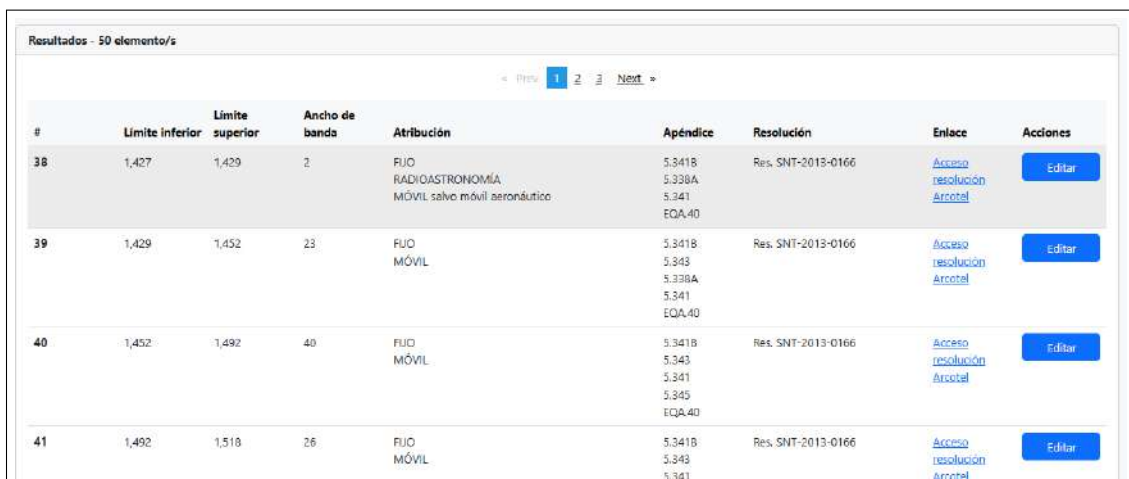
Realizado por: Valdez E., 2024

La primer ventana es de cuadro de atribución de frecuencias el cual permitió realizar un filtrado de información tanto como frecuencia inferior, frecuencia superior y atribución donde se llenó los parámetros, entregando resultados como se observa en las ilustraciones 3-29 y 3-30.



**Ilustración 3-29:** Cuadro de atribución de frecuencias dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024



**Ilustración 3-30:** Cuadro de atribución de frecuencias filtrado de información

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 3-31, se demuestra que se puede realizar la edición de diferentes parámetros con respecto al cuadro de atribución de frecuencias.

**Ilustración 3-31:** Cuadro de atribución de frecuencias para la banda FR1 edición

Realizado por: Valdez E., 2024

La segunda ventana desplegable es la información acerca del servicio móvil avanzado, el cual permitió realizar diferentes tipos de filtrado tanto como banda, operador, canal y tecnología como se observa en las ilustraciones 3-32 y 3-33

#	Banda	Bloque	Límite superior	Límite inferior	Operador	Canal	Tecnología	Ancho de banda	Acciones
1	700 N26	A	703	708	Libre	UPLINK	Libre	5	Editar

**Ilustración 3-32:** Servicio móvil avanzado filtrado dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

Resultados - 12 elemento/s									
#	Banda	Bloque	Límite superior	Límite inferior	Operador	Canal	Tecnología	Ancho de banda	Acciones
1	700 N28	A	703	708	Libre	UPLINK	Libre	5	<a href="#">Editar</a>
2	700 N28	B	708	713	Libre	UPLINK	Libre	5	<a href="#">Editar</a>
3	700 N28	C	713	718	Libre	UPLINK	Libre	5	<a href="#">Editar</a>
4	700 N28	D	718	723	Libre	UPLINK	Libre	5	<a href="#">Editar</a>
5	700 N28	E	723	728	Libre	UPLINK	Libre	5	<a href="#">Editar</a>

**Ilustración 3-33:** Servicio móvil avanzado dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 3-34. se demostró que se puede realizar la edición de diferentes parámetros con respecto al servicio móvil avanzado dentro de la plataforma.

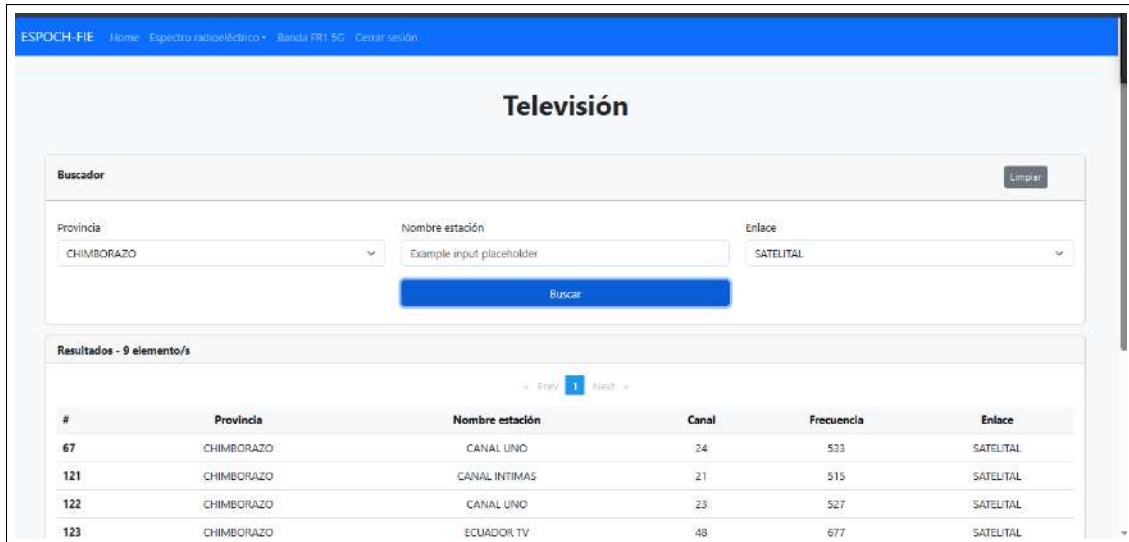
### Editar - Servicio Movil Avanzado ✕

Banda	Bloque	
<input type="text" value="700 N28"/>	<input type="text" value="A"/>	
Límite superior	Límite inferior	
<input type="text" value="703"/>	<input type="text" value="708"/>	
Operador	Canal	Tecnología
<input type="text" value="Libre"/>	<input type="text" value="UPLINK"/>	<input type="text" value="Libre"/>

**Ilustración 3-34:** Servicio móvil avanzado edición dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

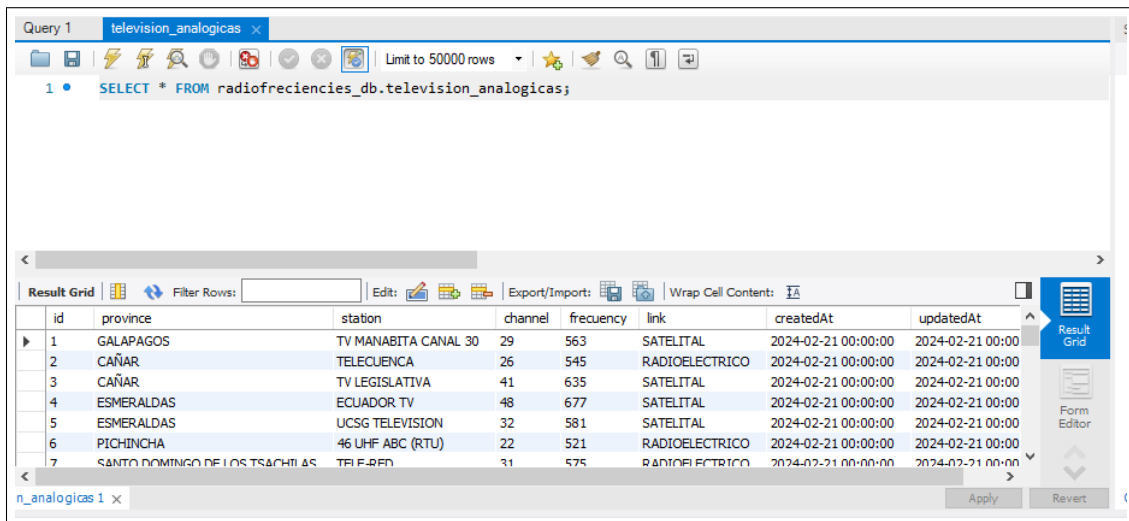
La tercera ventana que existe es del servicio de televisión abierta, esta ventana se encuentra a manera de información como se muestra en la ilustración 3-35 y el filtrado se lo puede realizar por provincia, nombre de estación y el tipo de enlace.



**Ilustración 3-35:** Televisión abierta dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

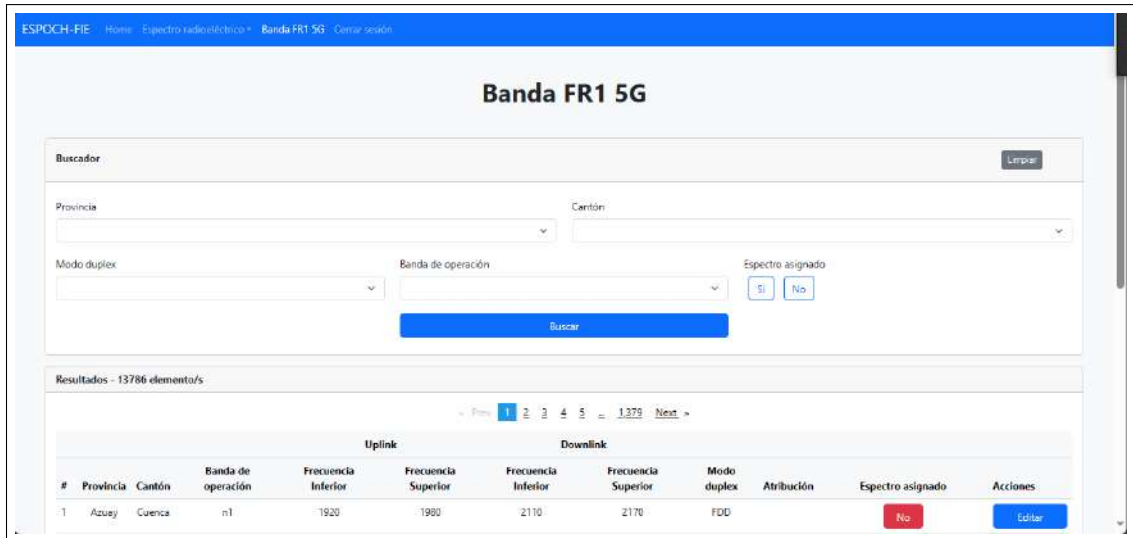
En la ilustración 3-36 se tiene la edición de los registros ingresando directamente a la base de datos y teniendo la alternativa de cambiar o agregar un nuevo registro.



**Ilustración 3-36:** Televisión abierta edición en la base de datos

Realizado por: Valdez E., 2024

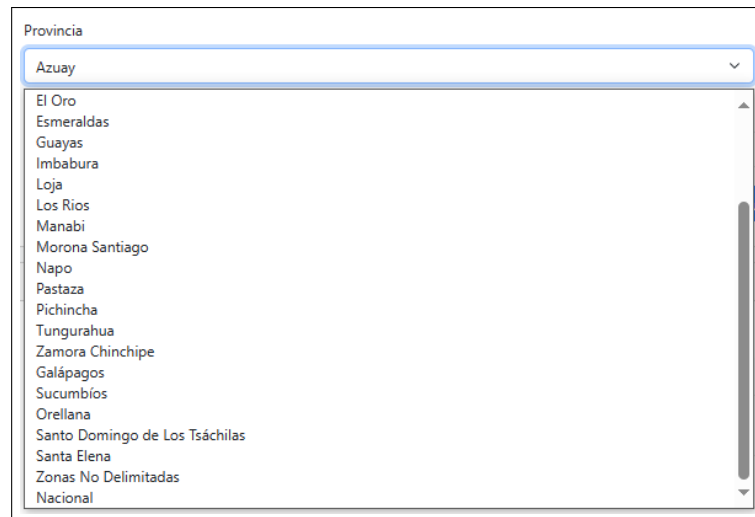
La última ventana que se encuentra en la plataforma es acerca de la banda FR1 5G como se observa en la ilustración 3-37, esta ventana contiene información acerca de toda la banda FR1 límites inferiores y superiores tanto para uplink como para downlink, el modo de duplexación, la atribución y si el espectro se encuentra asignado.



**Ilustración 3-37:** Banda FR1 5G ventana inicial

Realizado por: Valdez E., 2024

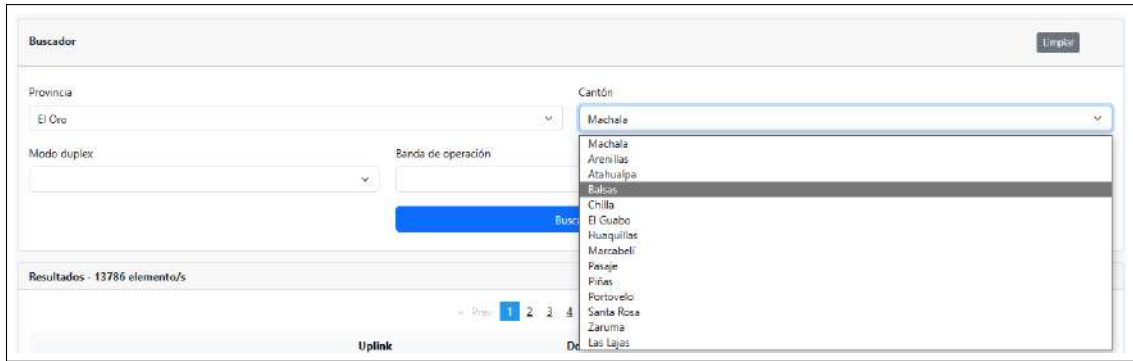
Lo importante de la ventana de la banda FR1 5G es que se tiene asignado la banda FR1 para cada provincia como se muestra en la ilustración 3-38, contemplando las 24 provincias del Ecuador y los cantones correspondientes a cada provincia como se observa en la ilustración 3-39, se adjunto la banda FR1 5G nacional para saber como se encuentra el espectro asignado en las diferentes provincias y sus cantones de forma general.



**Ilustración 3-38:** Banda FR1 5G provincias

Realizado por: Valdez E., 2024





**Ilustración 3-39:** Banda FR1 5G provincias y cantones

Realizado por: Valdez E., 2024

También en la ventana de la banda FR1 5G existe la posibilidad de filtrar mediante: tipo de duplexación, banda de operación y si el espectro se encuentra asignado.

La ventana de la banda FR1 5G se observa en la ilustración 3-40 y la opción de edición de diferentes parámetros como se mira en la ilustración 3-41.

#	Provincia	Cantón	Banda de operación	Uplink		Downlink		Modo duplex	Atribución	Espectro asignado	Acciones
				Frecuencia Inferior	Frecuencia Superior	Frecuencia Inferior	Frecuencia Superior				
13726	Nacional	Nacional	n1	1920	1980	2110	2170	FDD	FDD.MÓVIL	No	Editar
13727	Nacional	Nacional	n2	1850	1910	1930	1990	FDD	(FDD, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE) : Asignado 60 MHz a OTECEL (1850-1880)UL y (1930-1960)DL, Asignado 30 MHz a CONECEL (1880-1895)UL y (1900-1975)DL, Asignado 30 MHz a CNT (1895-1910)UL y (1975-1990)DL	Si	Editar
13728	Nacional	Nacional	n3	1710	1785	1805	1880	FDD	FDD.MÓVIL	No	Editar
13729	Nacional	Nacional	n5	824	849	869	894	FDD	(FDD, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico) : Asignado 25 MHz a CONECEL (824-835 y 845-846.5)UL	Si	Editar

**Ilustración 3-40:** Banda FR1 5G dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

**Editar - Banda FR1 5G** ✕

---

Banda de operación	Modo duplex
n1	FDD

Uplink

BS receptor	UE transmisor
1920	1980

Downlink

BS transmisor	UE receptor
2110	2170

Atribución

FIJO,MÓVIL

Espectro asignado

---

**Ilustración 3-41:** Banda FR1 5G edición dentro de la plataforma

Realizado por: Valdez E., 2024

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En esta sección del proyecto de investigación se tiene como propósito la identificación de las bandas libres para aplicaciones de 5G y la evaluación del desempeño de la plataforma de información del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

#### 4.1 Identificación de las bandas libres para aplicaciones de 5G

Para la identificación de las bandas libres para aplicaciones de 5G, se consideró todos los datos dentro de la plataforma ya que esto es de gran ayuda al momento de realizar filtración de información en las diferentes ventanas con respecto a los servicios atribuidos, se obtuvieron las siguientes atribuciones en las diferentes bandas como se observa en las ilustración 4-1 a la ilustración 4-5, donde se realizó la asignación de cada atribución a cada banda de frecuencia desde la banda n1 hasta la banda n104.

13735	Nacional	Nacional	n18	815	830	860	875	FDD	FIJO, MÓVIL	No	Editar
13736	Nacional	Nacional	n20	832	862	791	821	FDD	MÓVIL, Fijo, FJO, MÓVIL	No	Editar
13737	Nacional	Nacional	n24	1626.5	1660.5	1525	1559	FDD	MÓVIL POR SATÉLITE RADIOASTRONOMÍA, OPERACIONES ESPACIALES, Exploración de la Tierra por satélite, Fijo, Móvil	No	Editar
13738	Nacional	Nacional	n25	1850	1915	1930	1995	FDD	FIJO, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE	No	Editar
13739	Nacional	Nacional	n26	814	849	859	894	FDD	FIJO, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13740	Nacional	Nacional	n28	703	748	758	803	FDD	(MÓVIL Fijo) : Asignado 30 MHz a CNT (733-748)UL y (788-803)DL, 60 MHz Libres (703-733)UL y (758-788)DL	Si	Editar
13741	Nacional	Nacional	n29			717	728	SDL	MÓVIL, Fijo	No	Editar
13742	Nacional	Nacional	n30	2305	2315	2350	2360	FDD	FIJO, MÓVIL, RADIOLOCALIZACIÓN, Aficionados	No	Editar
13743	Nacional	Nacional	n34	2010	2025	2010	2025	TDD	FIJO, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE	No	Editar
13744	Nacional	Nacional	n38	2570	2620	2570	2620	TDD	FIJO, FIJO POR SATÉLITE, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13745	Nacional	Nacional	n39	1880	1920	1880	1920	TDD	FIJO, MÓVIL	No	Editar
13746	Nacional	Nacional	n40	2300	2400	2300	2400	TDD	FIJO, MÓVIL, RADIOLOCALIZACIÓN, Aficionados	No	Editar
13747	Nacional	Nacional	n41	2496	2690	2496	2690	TDD	FIJO, FIJO POR SATÉLITE, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13748	Nacional	Nacional	n46	5150	5925	5150	5925	TDD	FIJO POR SATÉLITE, MÓVIL salvo móvil aeronáutico, RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA,	No	Editar

**Ilustración 4-1:** Banda FR1 desde n18 a n46

**Realizado por:** Valdez E., 2024

13749	Nacional	Nacional	n47	5855	5925	5855	5925	TDD	FUJO,FUJO POR SATELITE,MÓVIL,Aficionados,Radiolocalización	No	Editar
13750	Nacional	Nacional	n48	3550	3700	3550	3700	TDD	FUJO,MÓVIL salvo móvil aeronáutico, FUJO POR SATELITE, Radiolocalización	No	Editar
13751	Nacional	Nacional	n50	1432	1517	1432	1517	TDD	FUJO,MÓVIL	No	Editar
13752	Nacional	Nacional	n51	1427	1432	1427	1432	TDD	FUJO,RADIOASTRONOMÍA,MÓVIL salvo móvil aeronáutico,MÓVIL	No	Editar
13753	Nacional	Nacional	n53	2483.5	2495	2483.5	2495	TDD	FUJO,MÓVIL,MÓVIL POR SATELITE,RADIOLOCALIZACIÓN,RADIO DETERMINACION POR SATELITE	No	Editar
13754	Nacional	Nacional	n65	1920	2010	2110	2200	FDD	FUJO,MÓVIL,MÓVIL POR SATELITE	No	Editar
13755	Nacional	Nacional	n66	1710	1780	2110	2200	FDD	(FUJO, MÓVIL,MÓVIL POR SATELITE) : Asignado 40 MHz a CNT (1710-1730)UL y (2110-2130)DL, Asignado 40 MHz a CONECEL (1730-1750)UL y (2130-2150)DL, 40 MHz Libres (1750-1770)UL y (2150-2170)DL	Si	Editar
13756	Nacional	Nacional	n67			738	758	SDL	MÓVIL Fijo	No	Editar
13757	Nacional	Nacional	n70	1695	1710	1995	2020	FDD	AYUDAS A LA METEOROLOGÍA,METEOROLOÍA POR SATELITE,FUJO,MÓVIL, salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13758	Nacional	Nacional	n71	663	698	617	652	FDD	RADIO DIFUSIÓN, Fijo, Móvil	No	Editar
13759	Nacional	Nacional	n74	1427	1470	1475	1518	FDD	FUJO,RADIOASTRONOMÍA,MÓVIL salvo móvil aeronáutico,MÓVIL	No	Editar
13760	Nacional	Nacional	n75			1432	1517	SDL	FUJO, MÓVIL	No	Editar

**Ilustración 4-2: Banda FR1 n47 a n75**  
**Realizado por: Valdez E., 2024**

13761	Nacional	Nacional	n76			1427	1432	SDL	FUJO,RADIOASTRONOMÍA,MÓVIL salvo móvil aeronáutico,MÓVIL	No	Editar
13762	Nacional	Nacional	n77	3300	4200	3300	4200	TDD	MÓVIL salvo móvil aeronáutico,FUJO, FUJO POR SATELITE, Radiolocalización	No	Editar
13763	Nacional	Nacional	n78	3300	3800	3300	3800	TDD	MÓVIL salvo móvil aeronáutico,FUJO, FUJO POR SATELITE, Radiolocalización	No	Editar
13764	Nacional	Nacional	n79	4400	5000	4400	5000	TDD	FUJO,MÓVIL,FUJO POR SATELITE,Radioastronomia,Investigación especial	No	Editar
13765	Nacional	Nacional	n80	1710	1785			SUL	FUJO, MÓVIL	No	Editar
13766	Nacional	Nacional	n81	880	915			SUL	FUJO, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13767	Nacional	Nacional	n82	832	862			SUL	FUJO, MÓVIL	No	Editar
13768	Nacional	Nacional	n83	703	748			SUL	MÓVIL, Fijo	No	Editar
13769	Nacional	Nacional	n84	1920	1980			SUL	FUJO, MÓVIL	No	Editar
13770	Nacional	Nacional	n85	698	716	728	746	FDD	MÓVIL Fijo	No	Editar
13771	Nacional	Nacional	n86	1710	1780			SUL	FUJO, MÓVIL	No	Editar
13772	Nacional	Nacional	n89	824	849			SUL	FUJO, MÓVIL	No	Editar

**Ilustración 4-3: Banda FR1 n76 a n89**  
**Realizado por: Valdez E., 2024**

13773	Nacional	Nacional	n90	2496	2690	2496	2690	TDD	FUO,MÓVIL,MÓVIL POR SATÉLITE,RADIOLOCALIZACIÓN,RADIODETERMINACION POR SATÉLITE,FUO POR SATÉLITE,MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13774	Nacional	Nacional	n91	832	862	1427	1432	FDD	FUO, MÓVIL, RADIOASTRONOMÍA, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13775	Nacional	Nacional	n92	832	862	1432	1517	FDD	FUO, MÓVIL	No	Editar
13776	Nacional	Nacional	n93	880	915	1427	1432	FDD	FUO, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico, RADIOASTRONOMÍA	No	Editar
13777	Nacional	Nacional	n94	880	915	1432	1517	FDD	FUO, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico	No	Editar
13778	Nacional	Nacional	n95	2010	2025			SUL	FUO, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE	No	Editar
13779	Nacional	Nacional	n96	5925	7125	5925	7125	TDD	FUO,FUO POR SATÉLITE,MÓVIL	No	Editar
13780	Nacional	Nacional	n97	2300	2400			SUL	FUO,MÓVIL,RADIOLOCALIZACIÓN,Aficionados	No	Editar
13781	Nacional	Nacional	n98	1880	1920			SUL	FUO, MÓVIL	No	Editar
13782	Nacional	Nacional	n99	1625.5	1660.5			SUL	MÓVIL,MARÍTIMO POR SATÉLITE,MÓVIL POR SATÉLITE,RADIONAVEGACION AERONÁUTICA,RADIODETERMINACION POR SATÉLITE,Móvil por satélite excepto móvil marítimo por satélite,RADIOASTRONOMÍA	No	Editar

**Ilustración 4-4:** Banda FR1 5G n90 a n99  
**Realizado por:** Valdez E., 2024

13783	Nacional	Nacional	n100	874.4	880	919.4	925	FDD	FUO, MÓVIL MÓVIL salvo móvil aeronáutico, Aficionados, Radiolocalización	No	Editar
13784	Nacional	Nacional	n101	1900	1910	1900	1910	TDD	FUO, MÓVIL	No	Editar
13785	Nacional	Nacional	n102	5925	6425	5925	6425	TDD	FUO,FUO POR SATÉLITE,MÓVIL	No	Editar
13786	Nacional	Nacional	n104	6425	7125	6425	7125	TDD	FUO,FUO POR SATÉLITE,MÓVIL	No	Editar

**Ilustración 4-5:** Banda FR1 n100 a n104  
**Realizado por:** Valdez E., 2024

Una vez que se ha determinado la atribución y si el espectro se encuentra asignado o no, se realizó la comparativa con las bandas que son recomendadas por la ITU para la región 2 y la banda FR1, la Tabla 2-2 es con la que se realizó la comparativa, se ha determinado que las bandas de la FR1 que se encuentran dentro del rango de las bandas IMT se visualizan en la ilustración 4-6 a 4-13.

		UPLINK		DOWNLINK		
Banda IMT	Banda FR1	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Duplexación
470-698	n71	663	698	617	652	FDD

**Ilustración 4-6:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 470-698 MHz  
**Realizado por:** Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
694/698-960	N5	824	849	869	894	FDD
	N8	880	915	925	960	FDD
	N12	699	716	729	746	FDD
	N13	777	787	746	756	FDD
	N14	788	798	758	768	FDD
	N18	815	830	860	875	FDD
	N20	832	862	791	821	FDD
	N26	814	849	859	894	FDD
	N28	703	748	758	803	FDD
	N29	N/A	N/A	717	728	SDL
	N67	N/A	N/A	738	758	SDL
	N81	880	915	N/A	N/A	SUL
	N82	832	862	N/A	N/A	SUL
	N83	703	748	N/A	N/A	SUL
	N85	698	716	728	746	FDD
	N89	824	849	N/A	N/A	SUL
	N91	832	862	1427	1432	FDD
N92	832	862	1432	1517	FDD	
N93	880	915	1427	1432	FDD	
N94	880	915	1432	1517	FDD	
N100	874.4	880	919.4	925	FDD	

**Ilustración 4-7:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 698-960 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
1427-1518	N50	1432	1517	1432	1517	TDD
	N51	1427	1432	1427	1432	TDD
	N74	1427	1470	1475	1518	FDD
	N75	N/A	N/A	1432	1517	SDL
	N76	N/A	N/A	1427	1432	SDL
	N91	832	862	1427	1432	FDD
	N92	832	862	1432	1517	FDD
	N94	880	915	1427	1432	FDD
N94	880	915	1432	1517	FDD	

**Ilustración 4-8:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 1427-1518 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
1710-2025	n1	1920	1980	2110	2170	FDD
	n2	1850	1910	1930	1990	FDD
	n3	1710	1785	1805	1880	FDD
	n25	1850	1915	1930	1995	FDD
	n34	2010	2025	2010	2025	TDD
	n39	1880	1920	1880	1920	TDD
	n65	1920	2010	2110	2200	FDD
	n66	1710	1780	2110	2200	FDD
	n80	1710	1785	N/A	N/A	SUL
	n84	1920	1980	N/A	N/A	SUL
	n86	1710	1780	N/A	N/A	SUL
	n95	2010	2025	N/A	N/A	SUL
	n98	1880	1920	N/A	N/A	SUL
	n101	1900	1910	1900	1910	TDD
n70	1695	1710	1995	2020	FDD	

**Ilustración 4-9:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 1710-2025 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite Inferi	Limite super	Limite inferi	Limite super	
2110-2200	n65	1920	2010	2110	2200	FDD
	n66	1710	1780	2110	2200	FDD
	n1	1920	1980	2110	2170	FDD

**Ilustración 4-10:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2110-2200 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite Inferi	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
2300-2400	n30	2305	2315	2350	2360	FDD
	n40	2300	2400	2300	2400	TDD
	n97	2300	2400	N/A	N/A	SUL

**Ilustración 4-11:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2300-2400 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite Inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
2500-2690	n7	2500	2570	2620	2690	FDD
	n38	2570	2620	2570	2620	TDD
	n41	2496	2690	2496	2690	TDD
	n90	2496	2690	2496	2690	TDD

**Ilustración 4-12:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 2500-2690 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

Banda IMT	Banda FR1	UPLINK		DOWNLINK		Duplexación
		Limite Inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
3300-3400	n77	3300	4200	3300	4200	TDD
	n78	3300	3800	3300	3800	TDD

**Ilustración 4-13:** Bandas FR1 5G frecuencia dentro del rango de 3300-3400 MHz

Realizado por: Valdez E., 2024

## 4.2 Evaluación del desempeño de la plataforma de información del espectro radioeléctrico en el Ecuador

Para evaluar el desempeño de la plataforma y poder calificar su funcionalidad, se ha realizado una encuesta al personal del ARCOTEL ZONAL 3 en la provincia de Chimborazo, en el cantón de Riobamba, se consideró que en la actualidad existen 4 profesionales que trabajan en la entidad con la parte técnica del control y gestión del espectro radioeléctrico de los cuales son: el director técnico, un analista técnico de títulos habilitantes y dos técnicos profesionales, donde se realizó una inducción acerca del uso de la plataforma y como se encuentra estructurada, al momento de realizar la encuesta solamente se aplico la encuesta a dos personas, al técnico profesional y al analista técnico en representación del director técnico y el otro técnico profesional.

La encuesta que se aplicó tiene un número de 10 preguntas y consta de 5 respuestas las cuales son:

- Muy de acuerdo con una puntuación de 5
- De acuerdo con una puntuación de 4
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo con una puntuación de 3
- En desacuerdo con una puntuación de 2.
- Muy en desacuerdo con una puntuación de 1.

En la ilustración 4-14 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo con la presentación de la plataforma y el otro 50 % considero que estaba de acuerdo con la plataforma, el fin de la primera pregunta fue para determinar que tan agradable a la vista es la plataforma en termino de colores y barra de navegación.



**Ilustración 4-14:** Resultados de la pregunta 1 de la encuesta

**Realizado por:** Valdez E., 2024

En la ilustración 4-15 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo con el menú de navegación de la plataforma y el otro 50 % considero que estaba de acuerdo, el fin de la segunda pregunta fue para determinar si la ubicación de la barra de navegación es la adecuada y si es interactiva y de fácil uso para el usuario.





**Ilustración 4-15:** Resultados de la pregunta 2 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

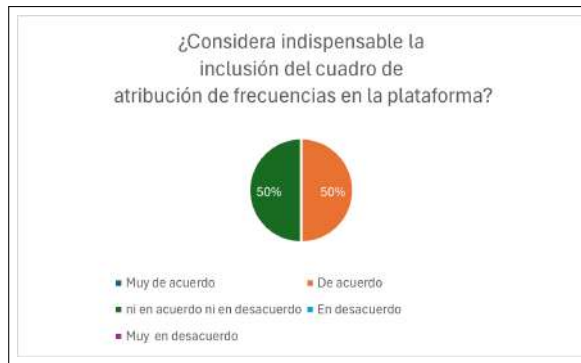
En la ilustración 4-16 se observa que el 100 % estuvo muy de acuerdo con el uso de credenciales para acceder a la plataforma, el fin de la tercera pregunta fue determinar si es necesario el uso de credenciales a la plataforma para seguridad de esta.



**Ilustración 4-16:** Resultados de la pregunta 3 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-17 se observa que el 50 % estuvo de acuerdo con el cuadro de atribución de frecuencias y el otro 50 % no estaba ni en acuerdo ni en desacuerdo, el fin de la cuarta pregunta fue determinar si es necesario o no la inclusión del cuadro de frecuencias ya que este se encuentra en la plan nacional de frecuencias del Ecuador a manera de pdf.



**Ilustración 4-17:** Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-18 se observa que el 100 % estuvo muy de acuerdo con la filtración de datos en las tablas que se muestran en la plataforma, el fin de la quinta pregunta fue determinar si los parámetros que se filtran en las diferentes tablas son los adecuados para la facilidad de la búsqueda de información.



**Ilustración 4-18:** Resultados de la pregunta 5 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-19 se observa que el 100 % estuvo de acuerdo con la facilidad de búsqueda acerca del espectro radioeléctrico, el fin de la sexta pregunta fue determinar si la consolidación de toda la información del espectro radioeléctrico en una plataforma es más viable que la búsqueda de información en documentación.



**Ilustración 4-19:** Resultados de la pregunta 6 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-20 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo con el despliegue de una tabla para cada provincia y canton en la banda FR1 y el otro 50 % estuvo de acuerdo, el fin de la séptima pregunta fue determinar si es necesario tener esta separación de banda para cada cantón o si solamente es necesario con una sola tabla en general.



**Ilustración 4-20:** Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-21 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo con la información proporcionada por la plataforma y el otro 50 % no estuvo ni en acuerdo ni en desacuerdo, el fin de la octava pregunta fue determinar si la información que se encontro en el internet acerca del espectro radioelectrico en el Ecuador es la oportuna y las mas parecida a la realidad.



**Ilustración 4-21:** Resultados de la pregunta 8 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-22 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo en utilizar la plataforma y actualizar la base de datos con nueva información y el otro 50 % estuvo de acuerdo, el fin de novena pregunta fue para determinar la cooperación del personal de la entidad del ARCOTEL en aportar mas información que incluso puede llegar a ser confidencialidad para poder alimentar la base de datos de la plataforma.



**Ilustración 4-22:** Resultados de la pregunta 9 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

En la ilustración 4-23 se observa que el 50 % estuvo muy de acuerdo en la forma en la que se presenta la plataforma y consideran que es una herramienta que agilizaría procesos dentro de la entidad 50 % estuvo de acuerdo, el fin de la ultima pregunta de la encuesta era determinar si la plataforma que se presento seria de utilidad para el personal técnico y si estarían dispuestos a utilizarlo en su trabajo diario para facilitar la búsqueda de información.



**Ilustración 4-23:** Resultados de la pregunta 10 de la encuesta

Realizado por: Valdez E., 2024

Para poder terminar el desempeño de la plataforma se considero los siguientes rangos de puntajes con sus respectivas escalas, considerando que el puntaje maximo es de 50 puntos por cada encuesta:

- 50-41 puntos : Muy Satisfecho
- 40-31 puntos : Satisfecho
- 30-21 puntos : Neutral
- 20-11 puntos : Insatisfecho
- 10-0 puntos : Muy insatisfecho

La encuesta realizada al Técnico profesional tuvo un puntaje total de 48 puntos, de esta manera se determinó que esta muy satisfecho con el desempeño de la plataforma, por otro lado la encuesta realizada al Analista técnico tuvo un puntaje de 40 puntos, por lo que se estableció que el desempeño general de la plataforma es muy satisfactorio ya que esta cumple con el objetivo de informar acerca del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

### 4.3 Discusión de resultados

Como se observó en las diferentes ilustraciones de la comparativa realizada entre las bandas recomendadas por la IMT y la banda FR1, se determinó que existen bandas de la FR1 que no se encuentran dentro de los lineamientos de la ITU para los servicios móviles internacionales mencionadas a continuación:

- banda n24: que va del rango de 1625.5 a 1660.5 MHz para UL y 1525 a 1559 MHz para DL.
- banda n46: que va del rango de 5150 a 5925 MHz para UL Y 5150 a 5925 MHz para DL.

- banda n47: que va del rango de 5855 a 5925 MHz para UL y 5855 a 5925 MHz para DL.
- banda n53: que va del rango de 2483.5 a 2495 MHz para UL y 2483.5 a 2495 MHz para DL.
- banda n96: que va del rango de 5925 a 7125 MHz para UL y 5925 a 7125 MHz para DL.
- banda n99: que va del rango de 1625.5 a 1660.5 MHz para UL y sin asignación en DL ya que es una banda suplementaria para UL
- banda n102: que va del rango de 5925 a 6425 MHz para UL y 5925 a 6425 MHz para DL.
- banda n104: que va del rango de 6245 a 7125 para UL y de 6425 a 7125 para DL.

Dando un total de 8 bandas que no se encuentran dentro de las recomendaciones de la ITU para bandas de servicios móviles internacionales.

Las 5G Americas realizó una recomendación a la entidad ARCOTEL donde sugería considerar para las bandas IMT el espectro de frecuencia de (698-806)MHz y en este rango entran las bandas n12,n13,n14,n28,n29,n67,n83 y n85, la banda que se ha considerado en los distintos países latinoamericanos es la banda n28 al realizar la inspección en esa banda con la plataforma, se determinó que se tiene atribuido servicios y espectro como se detalla a continuación

- banda n28: (MÓVIL, Fijo), Asignado 30 MHz a CNT (733-748)UL y (788-803)DL, 60 MHz Libres (703-733)UL y (758-788)DL, considerando que aun existen 60 MHz libres aun para ser asignados a las diferentes operadoras.

A su vez el rango de frecuencias de 1427 a 1518 MHz se ha reconocido por el ente de 5G Americas como apto para enlaces suplementarios donde entra la banda n75 y n76, como enlaces suplementarios para downlink y comparando con la plataforma, en nuestro país se tiene atribuido lo siguiente

- banda n75: FIJO,MÓVIL.
- banda n76: FIJO,RADIOASTRONOMÍA,MÓVIL salvo móvil aeronáutico,MÓVIL.

También recomienda la entidad 5G Americas el uso de la banda de 2300 a 2400 MHz centrandose en la banda de LTE n40 donde se puede asignar hasta 100 MHz de ancho de banda y contrastando con la plataforma en el Ecuador se tiene atribuido lo siguiente

- banda n40: FIJO, MÓVIL, RADIOLOCALIZACIÓN, Aficionados.

La entidad hace la recomendación de realizar la concesión del rango de frecuencias de 3300 MHz a 3600 MHz donde entran las bandas n77 y n78 donde contrastando con la plataforma en el Ecuador se tiene atribuido lo siguiente :

- banda n77: MÓVIL salvo móvil aeronáutico, Fijo, FIJO, FIJO POR SATÉLITE, Radiolocalización.
- banda n78: MÓVIL salvo móvil aeronáutico, Fijo, FIJO, FIJO POR SATÉLITE, Radiolocalización.

Al momento de haber realizado un filtrado dentro de la plataforma de la banda FR1 se visualizó que existen 4 bandas que se encuentran con el espectro asignado que son la banda n2, n5, n28 y n66 a diferentes operadores del país y teniendo bloques libres en la banda n28 y n66 con 60 MHz y 40 MHz libres respectivamente como se muestra en la ilustración 4-24

#	Provincia	Cantón	Banda de operación	Uplink		Downlink		Modo duplex	Atribución	Espectro asignado	Acciones
				Frecuencia Inferior	Frecuencia Superior	Frecuencia Inferior	Frecuencia Superior				
13727	Nacional	Nacional	n2	1850	1910	1930	1990	FDD	(FIJO, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE) : Asignado 60 MHz a OTECEL (1850-1880)UL y (1930-1960)DL. Asignado 30 MHz a CONECEL (1880-1895)UL y (1960-1975)DL. Asignado 30 MHz a CNT (1895-1910)UL y (1975-1990)DL	Si	Editar
13729	Nacional	Nacional	n5	824	849	869	894	FDD	(FIJO, MÓVIL, MÓVIL salvo móvil aeronáutico) : Asignado 25 MHz a CONECEL (824-833 y 845-846.5)UL y (869-880 y 890-891.5)DL. Asignado 25 MHz a OTECEL (835-849)UL y (880-894)DL	Si	Editar
13740	Nacional	Nacional	n28	703	748	758	803	FDD	(MÓVIL, Fijo) : Asignado 30 MHz a CNT (733-748)UL y (768-803)DL. 60 MHz Libres (703-733)UL y (758-788)DL	Si	Editar
13755	Nacional	Nacional	n66	1710	1780	2110	2200	FDD	(FIJO, MÓVIL, MÓVIL POR SATÉLITE) : Asignado 40 MHz a CNT (1710-1730)UL y (2110-2130)DL. Asignado 40 MHz a CONECEL (1730-1750)UL y (2130-2150)DL. 40 MHz Libres (1750-1770)UL y (2150-2170)DL	Si	Editar

**Ilustración 4-24:** Filtrado de bandas FR1 con espectro asignado y atribuciones

**Realizado por:** Valdez E., 2024

Las bandas que tenemos libres en la actualidad en el país y que se contemplan dentro de las recomendaciones de la ITU sin considerar las que ya tienen espectro asignado, se contabilizaron un total de 49 bandas de las cuales 13 hacen uso de la duplexación TDD, 22 la duplexación FDD, 4 son bandas suplementarias para downlink (SDL) y 10 son bandas suplementarias para uplink (SUL).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Con el presente trabajo de titulación se desarrolló e implementó una plataforma con la ocupación del espectro radioeléctrico en el Ecuador considerando la banda FR1, donde la plataforma tiene diferentes ventanas informativas del estado del espectro radioeléctrico en el Ecuador.
- Se levanto la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador, donde se consolidó toda la información en una sola base de datos que se ejecuta de manera local mediante docker.
- Con el diseño del backend y fronted mediante herramientas como node.js y angular, la plataforma permite la visualización, edición y eliminación de registros de las diferentes ventanas de información del espectro radioeléctrico en el Ecuador.
- Se ha identificado las diferentes atribuciones y bandas libres correspondientes de la tabla FR1, considerando que las bandas con espectro asignado son las bandas n28,n2,n5 y n66 con bloques libres en la banda n28 y n66 con un total de 100 MHz y bandas recomendadas para su uso como la banda n75, n76, n40, n77 y n78.
- En la evaluación del desempeño de la plataforma se obtuvo una calificación satisfactoria con respecto a la encuesta realizada al personal técnico del ARCOTEL ZONAL 3.
- La plataforma desarrollada es una gran herramienta acerca de la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador para el ARCOTEL, mediante el trabajo en conjunto con la entidad y su retroalimentación de la plataforma de parte del personal, sera mucho mas fácil identificar que porciones del espectro radioeléctrico se encuentran libres y son óptimos para el despliegue de una red 5G, que es el siguiente paso para el avance de las comunicaciones móviles en el país y ofrecer una mayor calidad del servició móvil a la ciudadanía.

#### 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la actualización de la base de datos se siga la plantilla ya establecida y actualizar directamente desde mysql para no tener problemas en la ejecución de la plataforma.
- Se recomienda tener un ordenador con mínimo 4 GB de ram ya que el consumo de la plataforma es de 2GB de ram.



### **5.3 TRABAJOS A FUTURO**

Con la inducción de la plataforma al personal técnico del ARCOTEL se enfatizó en un desarrollo con mayor alcance de la plataforma considerando la exportación de documentos .csv directamente de la plataforma y a su vez agregando información acerca del servicio de radiodifusión y televisión abierta, así como ventanas adicionales de información técnica con respecto a un enlace así como el lugar de ubicación de la estación base, área de cobertura, coordenadas, fichas técnicas de los equipos para que la plataforma se le de un uso a gran escala por toda la entidad.

Por lo que quedaría como un trabajo a futuro desarrollar nuevas plantillas para mas servicios que hacen uso del espectro radioeléctrico y enriquecer la plataforma con información mas fidedigna que pueda aportar la entidad del ARCOTEL bajo el marco de un convenio de confidencialidad de la información que será tratada e implementada en la plataforma para su uso.

# BIBLIOGRAFÍA

1. **ALVAREZ, MIGUEL.** *Introducción: Manual de JavaScript*. [en línea]. [Consulta: ]. Disponible en: <http://desarrolloweb.com/manuales/manual-javascript.html><http://desarrolloweb.com/manuales/manual-javascript.html>.
2. **AMÉNDOLA, MAURICIO:** Contenedores de software: Qué son y qué ventajas ofrecen | OpenWebinars. OpenWebinars. [blog], 2022. [Consulta: 15 de noviembre 2023]. Disponible en : <https://openwebinars.net/blog/contenedores-de-software-que-son-y-que-ventajas-ofrecen/>.
3. **AMERICAS, 5G. MID-BAND.** [en línea]. [Consulta: 4 Enero 2024]. Disponible en: [https://www.ntia.gov/sites/default/files/publications/5g\\_americas.pdf](https://www.ntia.gov/sites/default/files/publications/5g_americas.pdf).
4. **ARCOTEL, SERVICIO MÓVIL AVANZADO.** [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Junio-2018\\_f.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Junio-2018_f.pdf).
5. **ARCOTEL, PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS.** [en línea]. [Consulta: 20 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/PNF-V.6.0\\_14-07-21\\_v.1.pdf](https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/PNF-V.6.0_14-07-21_v.1.pdf).
6. **ARIMETRICS,** Qué es CSS - Definición, significado y ejemplos. Arimetrics. [blog], 2022. [Consulta: 15 de noviembre 2023]. Disponible en : <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/css>.
7. **CANARIAS, GOBIERNO. LENGUAJE HTML.** [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ilopmon/files/2016/12/html\\_2016.pdf](https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ilopmon/files/2016/12/html_2016.pdf).
8. **CASTELLS, PAU.** *5G en América Latina Liberando el potencial*. [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2023/06/290623-5G-in-Latam-ESP.pdf>.
9. **CHIYANA, SIMOES:** ¿Qué es Node.js, y para qué sirve? ITDO. [blog], 2021. [Consulta: 27 de noviembre 2023]. Disponible en : <https://www.itdo.com/blog/que-es-node-js-y-para-que-sirve/>.
10. **COPPOLA, MARIA:** ¿Qué es Angular? Características y ventajas. HubSpot. [blog], 2022. [Consulta: 20 de noviembre 2023]. Disponible en : <https://blog.hubspot.es/website/que-es-angular>.
11. **D, Carolina:** ¿Qué es Docker y cómo funciona? - Una explicación sencilla. HOSTINGER TUTORIALES. [blog], 2023. [Consulta: 20 de noviembre 2023]. Disponible en : <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-docker>.
12. **ECUADOR, REGISTRO OFICIAL DEL. LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES.** [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en : .
13. **ETSI, ETSI TS 138 101-1 - V17.8.0 - 5G; NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone (3GPP TS 38.101-1 version 17.8.0 Release 17).** [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <https://portal.etsi.org/TB/ETSIDeliverableStatus.aspx>.

14. **GSMA**, *Espectro 5G Posición de política pública de la GSMA*. [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/10/5G-Spectrum-Positions-SPA.pdf>.
15. **GSMA**, *5G y el Rango 3,3-3.8 GHz en América Latina*. [en línea]. [Consulta: ]. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/11/5G-and-3.5-GHz-Range-in-Latam-Spanish.pdf>.
16. **GSMA**, *Spectrum Policy Trends 2023*. [en línea]. [Consulta: 2 Enero 2024]. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2023/02/Spectrum-Policy-Trends-2023-1.pdf>.
17. **GSMA**, *Vision 2030: Low-Band Spectrum for 5G*. [en línea]. [Consulta: 2 Enero 2024]. Disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/07/5G-Low-Band-Spectrum-1.pdf>.
18. **INFORMACIÓN, MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA. POLITICA PUBLICA DE TELECOMUNICACIONES**. [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/Poli%CC%81tica-Pu%CC%81blica-Telecomunicaciones-2023-2025-con-ANEXOS-nuevos-signed-signed-signed-signed\\_firmado.pdf](https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/Poli%CC%81tica-Pu%CC%81blica-Telecomunicaciones-2023-2025-con-ANEXOS-nuevos-signed-signed-signed-signed_firmado.pdf).
19. **ITU-R**, *Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications in the bands identified for IMT in the Radio Regulations*. [en línea]. [Consulta: 4 Enero 2024]. Disponible en: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-7-202312-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-7-202312-I!!PDF-E.pdf).
20. **LLANOS, ALONSO**. *Gestión del espectro radioeléctrico en Ecuador*. [en línea]. [Consulta: 15 de diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3833/1/SM138-Llanos-Gestion.pdf>.
21. **MARQUEZ, MERCEDES**. *Bases de datos*. [en línea]. [Consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: <https://bdigital.uvhm.edu.mx/wp-content/uploads/2020/05/Bases-de-Datos.pdf>.
22. **MESTRES, ANNA**. *Introducción al frontend y backend*. [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: [https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/141486/1/Tecnologias%20y%20herramientas%20para%20el%20desarrollo%20web\\_Modulo1\\_Introduccion%20al%20frontend%20y%20backend.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/141486/1/Tecnologias%20y%20herramientas%20para%20el%20desarrollo%20web_Modulo1_Introduccion%20al%20frontend%20y%20backend.pdf).
23. **PÉREZ, ALEJANDRO**, Desarrollo de herramientas web de gestión docente(, Trabajo de titulación), Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Colombia, 2007. Págs. 13-15.
24. **TOMASI, WAYNE**. *Sistemas de comunicaciones Electrónicas*. Cuarta Edición ed. Pearson Educacion, 2003, 4.
25. **UIT**, *REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES; ARTICULOS*. [en línea]. [Consulta: 15 diciembre 2023]. Disponible en: <https://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.44.48.es.301.pdf>.

- 26. UIT-R**, *Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT)*. [en línea]. [Consulta: 4 Enero 2024]. Disponible en: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-I!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-I!!PDF-S.pdf).

# ANEXOS

## ANEXO A: Encuesta realizada al ARCOTEL

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**ENCUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**  
**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DE LA**  
**OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR PARA**  
**APLICACIONES DE 5G.”**

**Objetivo:** Determinar el desempeño de la plataforma con respecto a la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

Datos Generales. –

Entidad a la que pertenece: ARCOTEL -C203.

Cargo: Analista Técnico de Titulos Habilitantes y Control Zona

Marcar con una X

1. ¿Considera usted agradable la presentación de la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

2. ¿Es el menú inicial amigable para el usuario y facilita su navegación?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

3. ¿Considera necesario el uso de credenciales para acceder a la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

4. ¿Considera indispensable la inclusión del cuadro de atribución de frecuencias en la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

5. ¿La funcionalidad de filtrado de información en las diversas tablas facilita la interacción del usuario?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

6. ¿Facilita la búsqueda de información la consolidación de datos sobre el espectro radioeléctrico en la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

7. ¿Considera necesario desplegar una tabla para cada cantón de Ecuador en la banda FR1?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

8. ¿Cree que la información proporcionada en la plataforma es oportuna con respecto al estado del espectro radioeléctrico en Ecuador?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

9. ¿Estaría dispuesto a utilizar la plataforma para visualizar y actualizar la base de datos con nueva información sobre el espectro radioeléctrico en Ecuador?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

10. ¿Le agrada la forma en que se presenta la plataforma y considera que sería una herramienta que impulsaría y agilizaría procesos dentro de la entidad o académicamente?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

ENCUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR PARA APLICACIONES DE 5G.”

**Objetivo:** Determinar el desempeño de la plataforma con respecto a la información del espectro radioeléctrico en el Ecuador.

Datos Generales. –

Entidad a la que pertenece: ARCO TEL.

Cargo: PROFESOR TÉCNICO I

Marcar con una X

1. ¿Considera usted agradable la presentación de la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

2. ¿Es el menú inicial amigable para el usuario y facilita su navegación?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo



3. ¿Considera necesario el uso de credenciales para acceder a la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

4. ¿Considera indispensable la inclusión del cuadro de atribución de frecuencias en la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

5. ¿La funcionalidad de filtrado de información en las diversas tablas facilita la interacción del usuario?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

6. ¿Facilita la búsqueda de información la consolidación de datos sobre el espectro radioeléctrico en la plataforma?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

7. ¿Considera necesario desplegar una tabla para cada cantón de Ecuador en la banda FR1?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

8. ¿Cree que la información proporcionada en la plataforma es oportuna con respecto al estado del espectro radioeléctrico en Ecuador?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

9. ¿Estaría dispuesto a utilizar la plataforma para visualizar y actualizar la base de datos con nueva información sobre el espectro radioeléctrico en Ecuador?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo

10. ¿Le agrada la forma en que se presenta la plataforma y considera que sería una herramienta que impulsaría y agilizaría procesos dentro de la entidad o académicamente?

Muy de acuerdo

De acuerdo

Ni en acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Muy en desacuerdo



## **ANEXO B: Manual de usuario**

### **MANUAL DE USUARIO DEL MANEJO DE LA PLATAFORMA DE INFORMACIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR.**

#### **Descripción**

El presente manual tiene como objetivo proporcionar una guía para la instalación correcto despliegue de la plataforma. A través de este manual, se describirán los pasos necesarios para la instalación, actualización y ejecución de la plataforma.

#### **Advertencia**

Es de suma importancia una vez actualizada la base de datos no borrarla por ninguna circunstancia ya que se tendría que realizar todo el proceso de llenar los registros. nuevamente.

#### **Requerimientos del sistema**

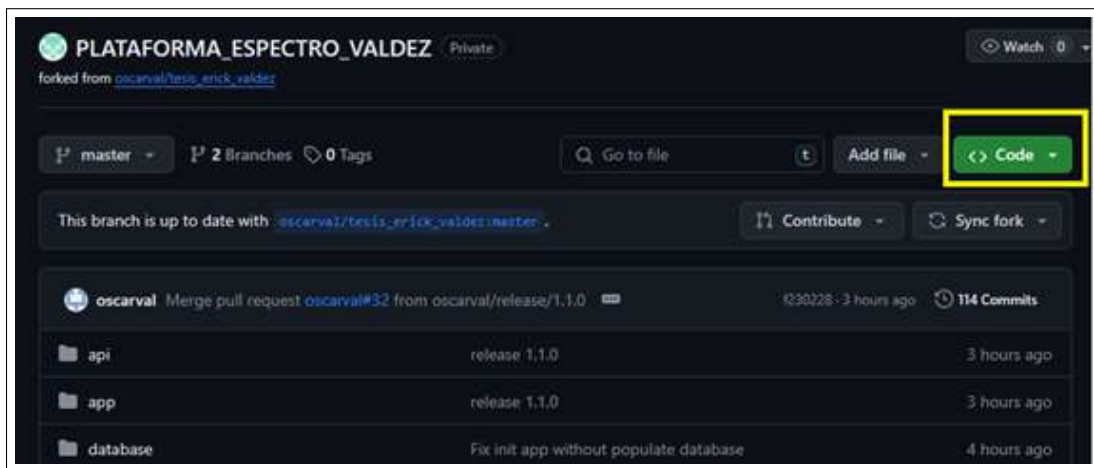
Ordenador de mesa o laptop con sistema operativo Windows 10 de preferencia. 8 GB de memoria ram mínimo.

#### **Software Necesario**

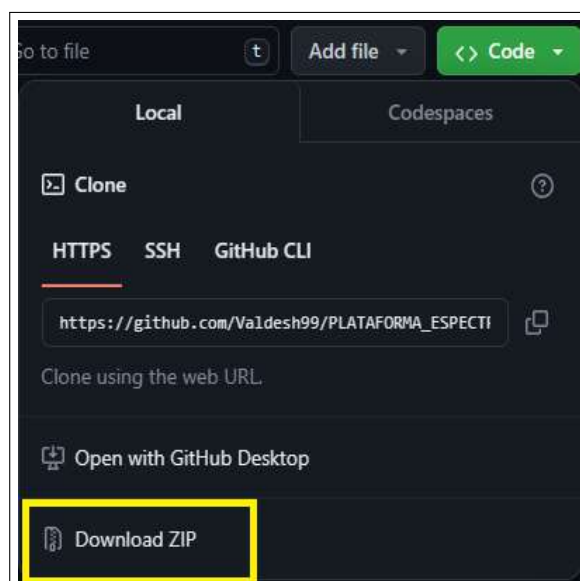
- Node.Js
- Git (opcional)
- Docker (opcional del tipo de instalación)
- Wslupdate64 (en caso de instalar Docker)
- Mysql-intaller-community

### Instrucciones para la instalación

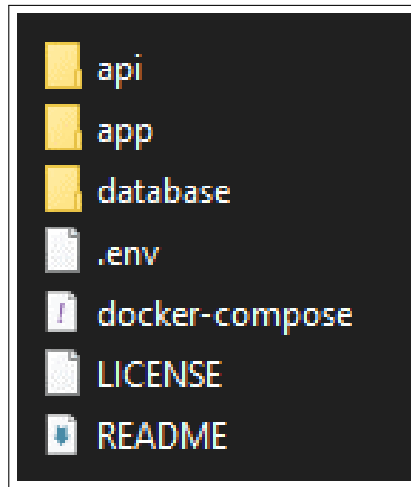
Previo a la instalación de la plataforma es necesario descargar la plataforma del repositorio de github como se muestra a continuación donde daremos click en donde dice code.



Posterior a eso se debe descargar el archivo en formato.zip como se muestra en la siguiente imagen.

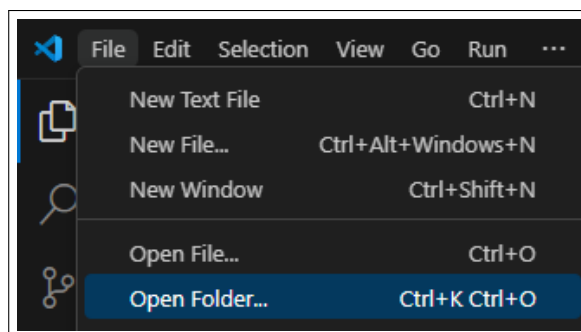


Una vez descargado el archivo lo alojaremos en la carpeta donde se encontrará la plataforma y descomprimiremos donde se obtendrá lo siguiente.

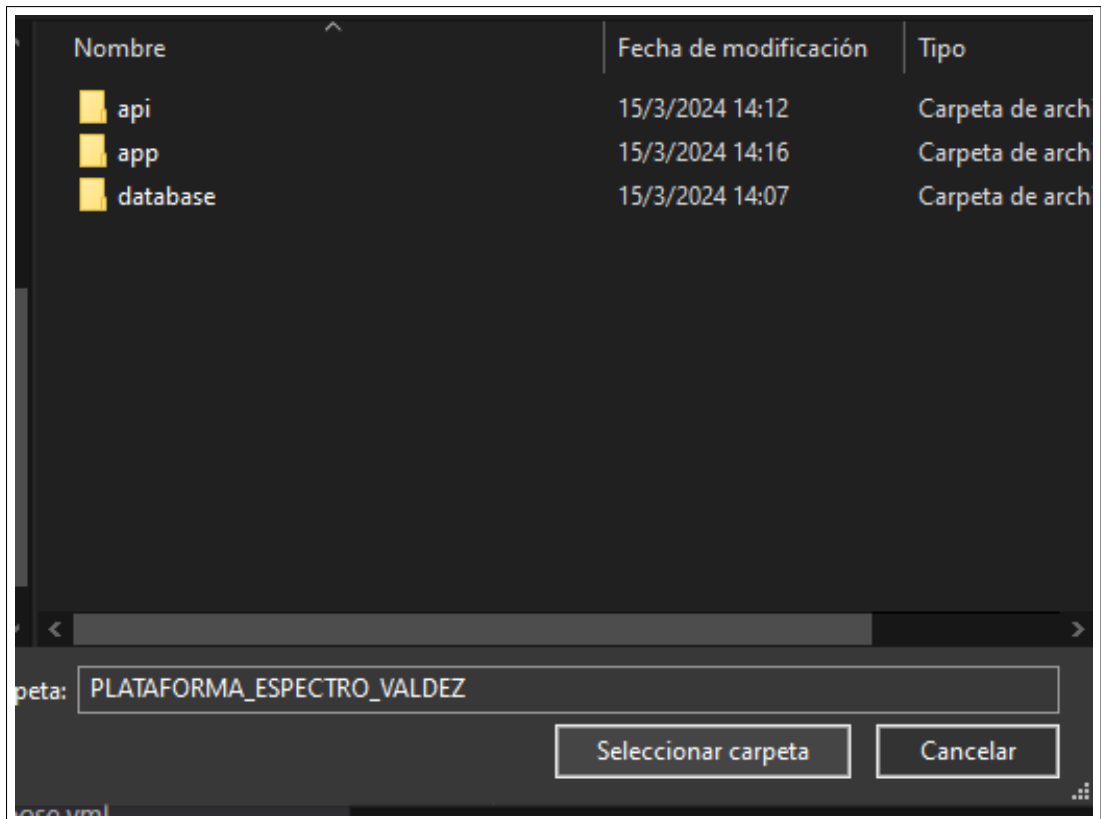


### Método 1 Mysql Server

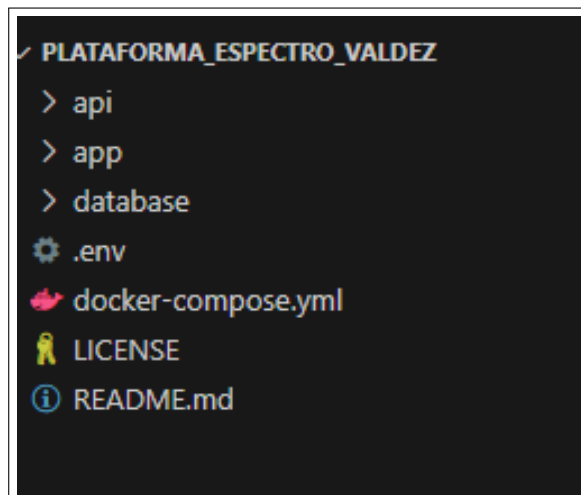
Si se instaló un servidor de mysql se necesita realizar unos ligeros cambios dentro del código de la plataforma, se debe abrir visual studio code y seleccionar donde dice open folder como se muestra a continuación.



Posterior se debe seleccionar la carpeta donde se tiene alojado el proyecto



Una vez seleccionado la carpeta tendremos la siguiente ventana



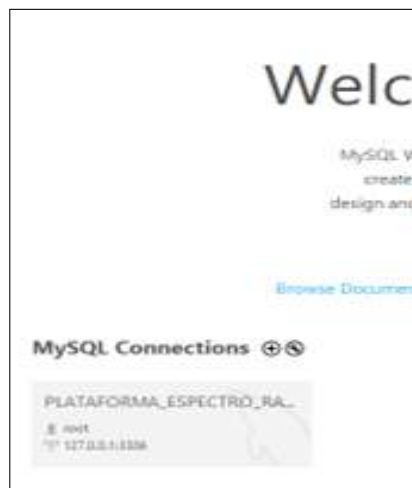
Haremos click en el archivo .env y debemos colocar el usuario que será root y la contraseña de nuestro servidor mysql creado como se observa a continuación

```
PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-DEVELOP
├── api
├── app
├── database
├── .env
├── docker-compose.yml
├── LICENSE
└── README.md

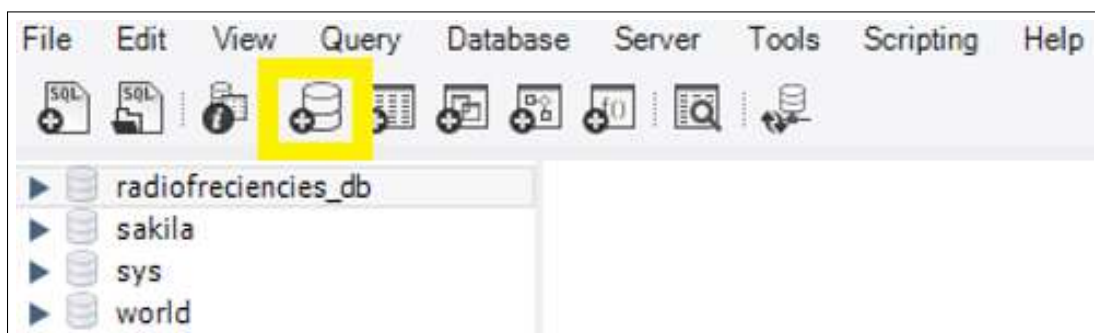
.env
1  MYSQLDB_USER=root
2  MYSQLDB_ROOT_PASSWORD=Espochgici2024.
3  MYSQLDB_DATABASE=radiofrecuencias_db
4  MYSQLDB_LOCAL_PORT=3306
5  MYSQLDB_DOCKER_PORT=3306
6
7  NODE_LOCAL_PORT=6868
8  NODE_DOCKER_PORT=8080
```

Posterior a eso nos fijaremos el nombre de la base de datos que en este caso es radiofrecuencias\_db, entonces dentro de nuestro servidor debemos crear una base de datos con el nombre mencionado anteriormente, los pasos que se deben seguir se los detalla a continuación:

### 1. Iniciar Workbench

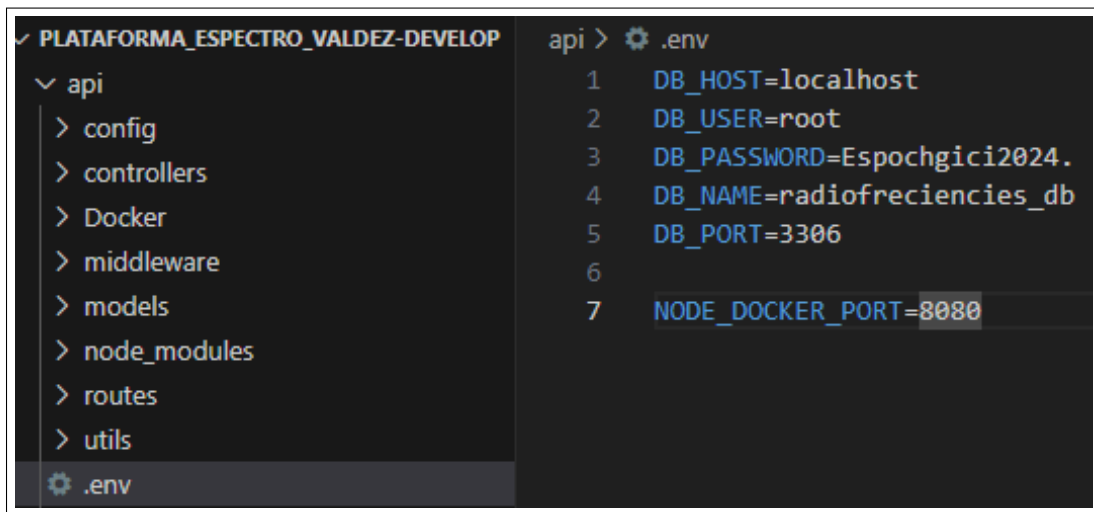


2. Ingresar dentro de la conexión con la contraseña que pusimos a nuestro servidor de mysql que en este caso será “Espochgici2024.” una vez dentro debemos crear la base de datos con el nombre “radiofrecuencias\_db”



Una vez realizado esos primeros pasos desplegamos la carpeta api y en el archivo .env que se

encuentra dentro de esta se debe establecer el host que es de manera local, el usuario que es root, la contraseña que pusimos a nuestro servidor mysql, y el nombre de la base de datos que en este caso es radiofrecuencias\_db. y asegurándonos que el puerto usado sea el 3306



The image shows a screenshot of Visual Studio Code. On the left, the Explorer sidebar is open to the 'api' directory, with the '.env' file selected. On the right, the content of the '.env' file is displayed in a dark theme. The file contains the following configuration:

```
api > .env
1 DB_HOST=localhost
2 DB_USER=root
3 DB_PASSWORD=Espochgici2024.
4 DB_NAME=radiofrecuencias_db
5 DB_PORT=3306
6
7 NODE_DOCKER_PORT=8080
```

Cuando se haya realizado los cambios correspondientes debemos abrir un terminal dentro de visual studio code con el comando `ctrl+ñ`. donde tendremos lo siguiente y debemos asegurarnos de que estemos dentro de la carpeta como se muestra en la siguiente imagen.



The image shows a screenshot of the VS Code terminal. The terminal title bar indicates it is a PowerShell terminal. The current directory is `C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop`. The prompt is `PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop>`.

Debemos poner el comando `“cd api”` para ingresar dentro de la carpeta api y si es la primera vez que se despliega la plataforma colocamos el comando `npm i`



The image shows a screenshot of the VS Code terminal. The terminal title bar indicates it is a PowerShell terminal. The current directory is `C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop`. The prompt is `PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop>`. The user has entered the command `cd api` and the prompt has moved to `PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\api>`. The user has then entered the command `npm i` and the prompt is `PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\api>`.

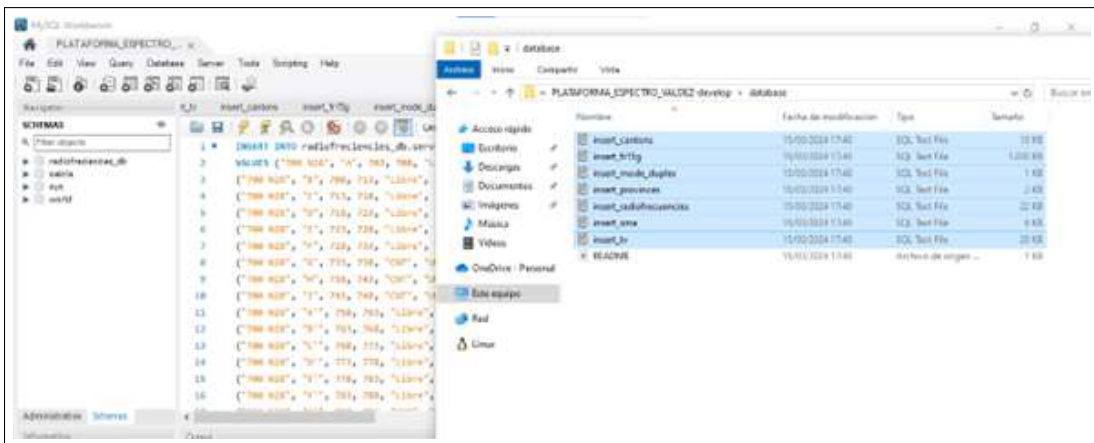
Ahora debemos abrir un nuevo terminal con la combinación de teclas `ctrl+shift+ñ` donde debemos ingresar el comando `“cd app”` y en caso de desplegar por primera vez debemos colocar posteriormente el comando `“npm i”`.



```
PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop> cd app
PS C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\app> npm i
```

Una vez desplegada la plataforma tendremos los registros de la base de datos vacía por lo que necesitamos llenar todos los registros de la siguiente manera:

1. Dentro de la carpeta donde se copio el proyecto, se debe ingresar a la carpeta database.
2. Abrimos Workbench
3. Nos conectamos al servidor
4. Arrastramos los archivos de la carpeta Database a workbench y obtendremos lo siguiente



5. Ahora ejecutaremos cada uno de los scripts dando clic en el icono del rayo, cada script debemos ejecutar cada script en el siguiente orden:

- Insert\_provincias
- Insert\_cantons
- Insert\_radiofrecuencias
- Insert\_mode\_duplex
- Insert\_sma
- Insert\_tv
- Insert\_fr15g

**Método 2 Docker** Para el uso de Docker para iniciar el servidor se debe seguir los siguientes pasos:

- Abrir Docker desktop
- Abrir visual studio code
- Abrir un nuevo terminal con la combinación de teclas ctrl+shift+ñ
- Escribir el comando “docker compose up”

Una vez realizado los pasos se debe observar lo siguiente dentro de docker desktop, donde se visualizar que el contenedor se está ejecutando.



### Ejecución de la plataforma

Para ejecutar la plataforma debemos seguir los siguientes pasos:

1. Debemos abrir visual studio code.
2. Abrir la carpeta donde se encuentra el proyecto.
3. Abrir un terminal con el comando ctrl+ñ.
4. Verificar que nos encontremos dentro de la ruta del proyecto.
5. En caso de usar docker ejecutar el comando “docker compose up”
6. Abrir un nuevo terminal con la combinación de teclas ctrl+shift+ñ.
7. Escribir el comando “cd api” para dirigirnos a la carpeta api.
8. Ejecuta el comando “npm run start” para ejecutar la api, deberá obtener la siguiente información



9. Abrir un nuevo terminal con el comando `ctrl+shift+ñ`
10. Escribir el comando `“cd app”` para dirigirnos a la carpeta app
11. Ejecuta el comando `“npm run start”` para ejecutar la app, deberá obtener la siguiente información



```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
Build at: 2024-03-16T22:20:24.765Z - Hash: 03b9c781c08b569 - Time: 2368ms
Warning: C:\Users\valde\Documents\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\PLATAFORMA_ESPECTRO_VALDEZ-develop\app\src\app\services\auth\auth.service.ts depends on 'moment'. CommonJS or AMD dependencies can cause optimization bailouts.
For more info see: https://angular.io/guide/build#configuring-commonjs-dependencies

** Angular Live Development Server is listening on localhost:4200, open your browser on http://localhost:4200/ **

√ Compiled successfully.
```

12. Una vez desplegada la plataforma debemos dirigirnos a una navegador y en la url debemos colocar lo siguiente `“localhost:4200”` y obtendremos lo siguiente

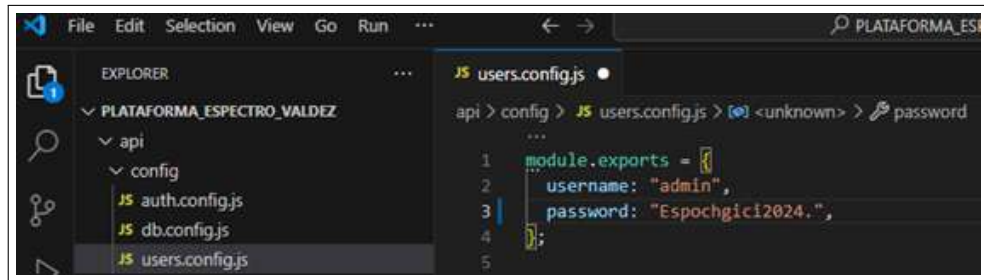


Dentro de la ventana inicial de la plataforma podemos registrar un nuevo usuario para que solo pueda visualizar la plataforma, dando clic en el botón registrar y aparecerá lo siguiente.



Para poder ingresar a la plataforma en modo administrador haremos uso de las credenciales

que se estableció en la plataforma que en este caso será “admin” el usuario y la contraseña “Espochgici2024.”



The image shows a screenshot of the Visual Studio Code editor. The Explorer sidebar on the left displays a project structure with the following folders and files:

- PLATAFORMA\_ESPECTRO\_VALDEZ
  - api
    - config
      - auth.config.js
      - db.config.js
      - users.config.js



The main editor window is open to the file `users.config.js`. The code in the editor is as follows:

```
api > config > JS users.config.js > <unknown> > password
...
1  module.exports = {
2    username: "admin",
3    password: "Espochgici2024.",
4  };
5
```



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 8/04/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Erick Daniel Valdez Chamorro
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Informática y Electrónica
<b>Carrera:</b> Telecomunicaciones
<b>Título a optar:</b> Ingeniero en Telecomunicaciones
 - Ing. Paul David Moreno Aviles <b>Director del Trabajo de Titulación</b>
 - Ing. Hugo Oswaldo Moreno Aviles <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>