



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ESTUDIO TÉCNICO DE EQUIPOS INHIBIDORES DE
FRECUENCIA A SER IMPLEMENTADOS EN CENTROS
CARCELARIOS “

EXAMEN DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

CÉSAR MANUEL SÁNCHEZ GONZÁLEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2020

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer especialmente a Dios por darme esta oportunidad de culminar mi grado, a mis padres quienes han sido el pilar fundamental en mi vida con sus consejos, así como a mis hermanos Nelson, Juan Carlos, Virginia, Wilmer y Nelly por su apoyo incondicional.

A mis maestros, compañeros de Maestría MET III por su ayuda impartiendo su conocimiento.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a *Dios* por darme vida, salud, trabajo y mostrarme el camino correcto con sus enseñanzas de valores éticos y morales.

A mis queridos padres Manuel y Shirley por ser un apoyo incondicional al darme ánimos, confianza y enseñarme que con esfuerzo puedo cumplir la meta que he planeado.

A todos los maestros de ESPOL de Ingeniería y Maestría en Telecomunicaciones que fueron parte de mi vida académica y me inculcaron conocimientos, y a una persona muy especial en mi vida.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Jorge Brito C.

.....
MSc. JORGE BRITO
PROFESOR EVALUADOR

MARIA ANTONIETA ALVAREZ
VILLANUEVA

.....
PhD. MARÍA ANTONIETA ÁLVAREZ
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



CÉSAR MANUEL SÁNCHEZ GONZÁLEZ

RESUMEN

En Ecuador hay muchos centros de reclusión que inicialmente estaban ubicados en las afueras o periferias de las ciudades, pero debido al incremento de la población estos lugares actualmente están cerca de la ciudadanía. De igual manera el servicio de internet móvil ha aumentado en gran manera con tecnologías de tercera y cuarta generación por parte de las operadoras de telefonía móvil en el país.

Se ha evidenciado por medios informativos escritos o televisivos, que en lugares donde están las personas privadas de libertad o centros carcelarios han podido tener acceso a algún tipo de equipos electrónicos, esto es debido a la falta de las normas de seguridad y por parte de las personas que hacen visitas a sus familiares e ingresan equipos de telecomunicaciones especialmente teléfonos celulares, logrando que puedan ser utilizados por los internos enviando o recibiendo información.

Estos lugares cuentan con sistemas que impiden el funcionamiento de equipos electrónicos, pero debido a su tecnología anticuada quedan obsoletos, otros en cambio son vulnerables o saboteados por los mismos internos ya que no están en lugares seguros y protegido.

De esta manera, el presente proyecto de titulación tiene como finalidad hacer un estudio de campo para mejorar un sistema de bloqueador de frecuencias tipo carcelario, describiendo los mejores equipos y lugares estratégicos para evitar que puedan realizar una comunicación por medio de teléfonos celulares.

El lugar de Estudio es el Centro de Privación de Libertad Regional del Guayas zona 8, al final del trabajo se presenta como resultado el presupuesto y una posible implementación y reestructuración de la seguridad en Telecomunicaciones de cualquier centro carcelario, así como las conclusiones y recomendaciones

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	I
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	III
RESUMEN.....	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación de Propuesta.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Resultados esperados.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Espectro Radioeléctrico.....	5
2.2 Concepto de Inhibidor de Frecuencia	6
2.3 Arquitectura de Inhibidores.....	7
2.4 Funcionamiento de Inhibidor de señal	8
2.5 Categorías de Inhibidores.....	8
2.5.1 Inhibidores de Potencia	8
2.5.2 Inhibidores según su alcance.....	9

2.5.3	Inhibidores según su frecuencia.....	9
2.5.4	Inhibidores Según su Función.....	9
2.5.5	Inhibidores Según el uso.....	9
CAPÍTULO 3		11
3.	MARCO METODOLÓGICO	11
3.1	Características	11
3.2	Generación de Telefonía móvil	13
3.3	Telefonía Celular en Ecuador	15
3.4	Bloqueadores de frecuencia	16
3.5	Desarrollo de Proyecto	21
3.6	Propuesta de la solución	30
CAPÍTULO 4		33
4.	RESULTADOS FINALES	33
4.1	Elección del tipo y técnica de jammer	33
4.2	Identificación de las frecuencias bloqueadas	33
4.3	Presupuesto	35
4.4	Resultados finales.	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		38
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1	Conclusiones.	38
5.2	Recomendaciones	39
BIBLIOGRAFÍA		40
ANEXO		42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución del incremento de personas en las cárceles	2
Figura 2.1 Esquema de Espectro radioeléctrico	5
Figura 2.2 Inhibidor de frecuencia básico	7
Figura 2.3 Diagrama básico de un Inhibidor de señal	7
Figura 2.4 Funcionamiento de Inhibidor de Frecuencia [6]	8
Figura 3.1 Diseño celular de telefonía móvil	12
Figura 3.2 Celdas Reales y Simplificadas	13
Figura 3.3 Jammer por ancho de banda cubierto	19
Figura 3.4 Centro de Privación de libertad [13].....	22
Figura 3.5 Ubicación Geográfica	22
Figura 3.6 Área del centro de privación de libertad.....	23
Figura 3.7 Distribución de pabellones	24
Figura 3.8 Área del Centro Penitenciario.....	25
Figura 3.9 Antenas de Telefonía Móvil	26
Figura 3.10 Niveles de Intensidad celular Claro.....	27
Figura 3.11 Niveles de Intensidad celular Movistar.....	27
Figura 3.12 Niveles de Intensidad celular CNT EP	28
Figura 3.13 Costado sur con elevación de terreno	28
Figura 3.14 Diseño de pabellones.....	29
Figura 3.15 Estructura divide Pabellones.....	29
Figura 4.1 Inhibidor de Reclusorio.....	35
Figura 4.2 Software inteligente.....	36
Figura 4.3 Departamento de vigilancia	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 División de bandas de frecuencia [5]	6
Tabla 3.1 Parámetros Técnicos del Inhibidor TC-400	32
Tabla 4.1 Operadoras Telefónicas en Ecuador	34
Tabla 4.2 Tecnologías y Bandas del Equipo	34
Tabla 4.3 Detalle de gastos de equipos.	37

INTRODUCCIÓN

El primer capítulo describiremos sobre uno de los problemas que existe en los centros de reclusión, personas privadas de su libertad tienden a comunicarse por medio de dispositivos móviles, para ello se realizará un estudio de campo con la finalidad de instalar equipos electrónicos actualizados en lugares estratégicos con mejor tecnología que no permita a ninguna persona dentro del centro de reclusión realizar una comunicación inalámbrica.

El segundo capítulo menciona conceptos sobre el espectro radioeléctrico, funcionamiento básico de un equipo de Inhibidor de frecuencias y su arquitectura, destacando diferentes categorías de Inhibidores para elegir según su requerimiento.

En el tercer capítulo mencionaremos conceptos de la telefonía celular, la evolución de las telefonías y su generación, tipos de frecuencias de dispositivos, empresas que proveen el servicio, explicaremos sobre los equipos electrónicos que se necesitarán, lugares estratégicos para su instalación permitiendo conocer las bandas de frecuencias bloqueadas, radios de cobertura y desarrollo del proyecto dando una solución al problema mencionado en el capítulo anterior.

En el cuarto capítulo tendremos los resultados finales y expectativas del estudio de campo, así como los tipos de frecuencias que se bloquearan con los inhibidores y describiremos las técnicas de los jammer, terminando con el detalle del presupuesto de una posible implementación.

En el quinto capítulo mencionaremos las conclusiones del estudio de campo y las recomendaciones.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1 Descripción del problema

La inseguridad es uno de los principales problemas que tienen las grandes ciudades, incluyendo la situación de los sistemas carcelarios, su vulnerabilidad y sabotaje se ha reflejado en el transcurso de cada día. Un diario local escribió lo siguiente *“licor, drogas, armas, teléfonos celulares... todo se consigue dentro de las cárceles”*, esto ocurre en muchas ciudades de nuestro país y también en la ciudad de Guayaquil, donde se considera que hay la mayor concentración de presos, si bien es conocido que desde las cárceles son realizadas las mejores estrategias delictivas, lo interesante es que solamente los “jefes de bandas” pueden tener un equipo celular, y si otra persona necesita uno, debe cancelar una cantidad muy alta de dinero. [1] El gobierno ha considerado muy importante la seguridad y ha tomado medidas, creando escuelas de entrenamiento para guías penitenciarios con la finalidad de controlar que los internos no reciban ningún tipo de artículo o artefacto, mucho menos electrónico.

Todas las cárceles del país han implementado los sistemas de inhibidores de frecuencias que impiden que la señal telefónica inalámbrica pueda recibir o transmitir en los centros de reclusión. Una funcionaria coordinadora zonal 8 del Ministerio de Justicia afirmó *“los PPL (Personas Privadas de Libertad) tienen mucho tiempo para poder burlar los inhibidores de señal”*, indica que existen los conocidos puntos ciegos para poder realizar llamadas o comunicación telefónica inalámbrica, reconociendo que los PPL siempre buscan la manera de evadir los mecanismos de control y tener equipos electrónicos.[2]

A 16,5 Km de distancia desde el centro de la Ciudad de Guayaquil con rumbo hacia Daule se encuentra *la Penitenciaría del Litoral* construida en 1958, con pabellones para hombres y mujeres, debido a su gran extensión de terreno, ha

sido por muchos años el centro de encarcelamiento con la mayor cantidad de personas juzgadas con antecedentes penales.

Sin embargo, ha tenido una deplorable infraestructura y seguridad, abarcando una cantidad de PPL que rebasa el límite máximo, considerado el lugar menos indicado para una rehabilitación. En la Figura 1.1 se muestra el incremento de personas en las cárceles.

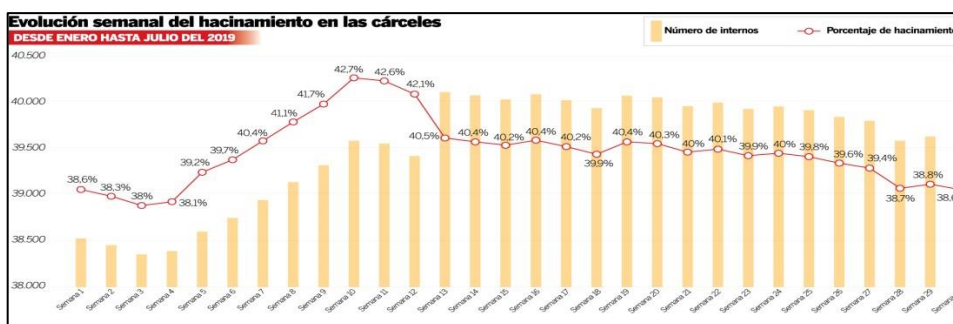


Figura 1.1 Evolución del incremento de personas en las cárceles

A pocos metros de La Penitenciaría del Litoral, en el Km 17,5 Vía Daule está ubicado el nuevo *Centro de Privación de Libertad Zona 8* conocido como “La Roca”, es considerada una cárcel de máxima seguridad en Guayaquil, pero demostró ser vulnerable en seguridad ya que se ha evidenciado que los internos tienen objetos prohibidos que van desde dinero en efectivo, tarjetas de crédito hasta teléfonos celulares. Se realizará un estudio de campo donde permita analizar los mejores sitios para ubicar un buen equipo de sistema de Bloqueadores de frecuencias que mejore los que actualmente tienen en operación. [3]

1.2 Justificación de Propuesta

El Centro de Privación de Libertad Zona 8 ubicado en Km 17, 5 Vía a la ciudad de Daule fue habitada por primera vez el 5 de agosto del 2013, siendo considerada el centro de máxima seguridad para reclusos.[4] Este lugar consta con cámaras de seguridad, Sistema escáner de cuerpo entero, así como

inhibidores de frecuencia. En noticieros y prensa escrita se ha evidenciado que internos han burlado esta seguridad al tener comunicación a través de equipos electrónicos.

Los inhibidores de frecuencia son muy necesarios en todas las cárceles cuya finalidad es evitar cualquier tipo de comunicación inalámbrica, por esta razón la propuesta del presente trabajo de titulación tiene como objetivo mejorar el control, utilizando los Equipos Inhibidores para Reclusorio TC- 400 con software integrado inteligente para suplir las necesidades y dar solución a este tipo de problemas como la comunicación por celular.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general:

Evitar que dentro de los centros carcelarios las personas privadas de su libertad puedan acceder de forma clandestina a una comunicación inalámbrica a través de un teléfono celular, utilizando mejores equipos en tecnología.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Mejorar el buen funcionamiento de los inhibidores mediante un software inteligente que indique en un computador los intentos de vulnerabilidad realizados por dispositivos clandestinos.
- Inhibir las ondas de radiofrecuencia que emiten las antenas telefónicas.
- Ubicar sectores estratégicos para optimizar el funcionamiento de los inhibidores con la finalidad de bloquear las señales de radiofrecuencias que circulan alrededor del establecimiento.

1.4 Resultados esperados.

Mediante esta propuesta de estudio técnico, se espera poder realizar un levantamiento de información, donde se indique o muestre datos como tipo de frecuencias, verificación del buen uso y mantenimiento de los inhibidores instalados.

Analizar las características técnicas y dialogar con el personal encargado y administrativo del control de los equipos.

Implementar un mejor sistema de control de inhibidores que sea automático, programable e instalado en las mismas oficinas de cámaras de seguridad.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Espectro Radioeléctrico

El Espectro Radioeléctrico es un recurso natural limitado, que constituye un bien dominio público sobre el que el Estado ejerce su soberanía. Se considera un medio intangible que transmite frecuencias de ondas de radio electromagnéticas, que se utiliza para diversos servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión entre otros.

En la Figura 2.1 muestra los servicios de comunicación que se utilizan una parte del espectro radioeléctrico. El espectro se divide en bandas de frecuencias que se designan por números enteros, constituyendo en agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas, se requiere un ente regulador de las Telecomunicaciones que es ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones).



Figura 2.1 Esquema de Espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico se subdivide en 9 bandas de frecuencias en orden creciente [5], como muestra en la Tabla 2.1. La unidad de frecuencia es Hertz (Hz) y se clasifica en:

- ✓ Kilohertzios (kHz), hasta 3000kHz.
- ✓ Megahertzios (MHz) de 3 MHz hasta 3000 MHz.
- ✓ Gigahertzios (GHz) de 3 GHz hasta 3000 GHz.

Número de banda	Símbolo (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	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

Tabla 2.1 División de bandas de frecuencia [5]

2.2 Concepto de Inhibidor de Frecuencia.

Son dispositivos de radiofrecuencia que transmiten señales en bandas específicas del espectro con la finalidad de bloquear, interferir o distorsionar los servicios que realizan los usuarios móviles tales como: llamadas de celulares, mensajes de texto, señales tipo GPS, datos, redes de Wifi entre otras. En la Figura 2.2 se muestra básicamente un Inhibidor de frecuencias utilizado en bancos y edificios contra espionaje.



Figura 2.2 Inhibidor de frecuencia básico

2.3 Arquitectura de Inhibidores.

Los Inhibidores siguen principios básicos, presentan una arquitectura que consta con un oscilador que genera una señal, un generador de ruido, una ganancia para dar la potencia necesaria a la señal y unas antenas que transmiten lo generado. Esta señal generada interrumpe la comunicación entre la estación base y el dispositivo móvil. La Figura 2.3 muestra la arquitectura básica de un Inhibidor de señal.

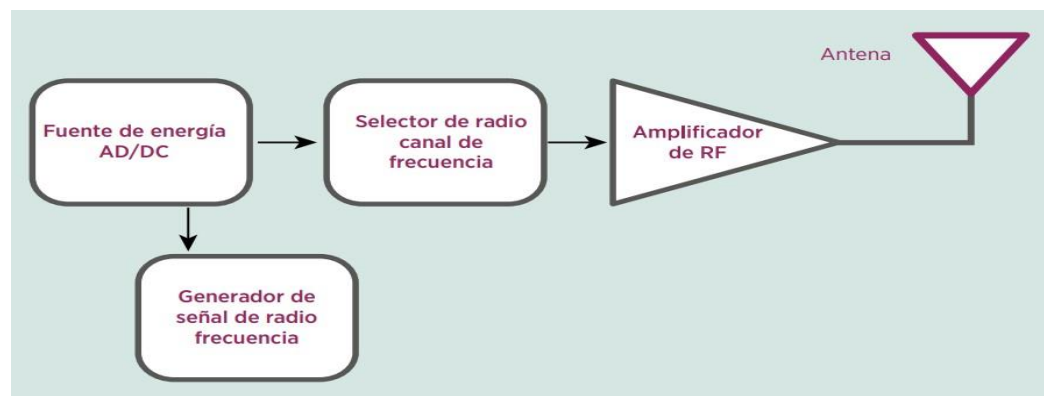


Figura 2.3 Diagrama básico de un Inhibidor de señal

2.4 Funcionamiento de Inhibidor de señal.

Los equipos móviles ubicados dentro de la cobertura de una estación base pueden recibir las señales enviadas. A su vez, la estación base puede recibir todas las señales generadas por los dispositivos de transmisión de radiofrecuencia dentro de la misma zona de cobertura y en su frecuencia de operación. [6]

Cuando los inhibidores generan una señal interferente en el enlace descendente que compite con los niveles de potencia de las señales que están siendo enviadas por la estación base más cercana al usuario, produciendo una degradación de la relación señal a una interferencia tan alta que no es posible decodificar los mensajes. Estas condiciones se reflejan en la Figura 2.4.



Figura 2.4 Funcionamiento de Inhibidor de Frecuencia [6]

2.5 Categorías de Inhibidores.

Adquirir un equipo que bloquee las frecuencias no resulta ser tan fácil como se pudiera pensar, se caracterizan por el tipo de trabajo que requieran realizar. [7] Ahora damos un detalle de las categorías de los inhibidores.

2.5.1 Inhibidores de Potencia

- ✓ Menor de 5W
- ✓ De 5W a 10W
- ✓ De 30W a 60W

- ✓ De 75W a 100W
- ✓ De 100W a 150W
- ✓ De 150W a 200W

2.5.2 Inhibidores según su alcance

- ✓ Desde 2 a 15 m
- ✓ Desde 8 a 30 m
- ✓ Desde 10 a 50 m
- ✓ Desde 15 a 100m
- ✓ Desde 50 a 200m
- ✓ Desde 100 a 500m

2.5.3 Inhibidores según su frecuencia

- ✓ Inhibidores GSM
- ✓ Inhibidores 3G y 4G
- ✓ Inhibidores WIFI
- ✓ Inhibidores Radio Frecuencia
- ✓ Inhibidores Satélite XM radio

2.5.4 Inhibidores Según su Función

- ✓ Inhibidores portátiles
- ✓ Inhibidores vehículos
- ✓ Inhibidores drones

2.5.5 Inhibidores Según el uso

- ✓ Inhibidores personales

- ✓ Inhibidores Oficinas y Salas de reunión
- ✓ Inhibidores Militares
- ✓ Centros de Enseñanza
- ✓ Inhibidores antiespionaje
- ✓ Inhibidores Penitenciarios

CAPÍTULO 3

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Características

El primer inhibidor celular fue desarrollado por militares, su principal objetivo fue anular las comunicaciones en conflictos hacia sus enemigos, pero luego esta tecnología se propuso para ámbitos gubernamentales y civiles. A estos equipos poseen varios nombres bloqueadores, nulificadores, jammer, neutralizadores de comunicaciones celulares, etc.

Al poner en funcionamiento un inhibidor, los dispositivos móviles perderán la conexión entre fuente emisora y receptora, dependiendo de las características y tecnología del celular aparecerá “SIN SERVICIO, SIN RED”, la barra que indica la conectividad del equipo móvil desaparecerá.

El uso de un inhibidor de frecuencias en Ecuador no es permitido, por razones legales únicamente son utilizados en Sistemas Bancarios y Penitenciarias. Esto lo establece La Superintendencias de Telecomunicaciones SUPERTEL, en un instructivo para la emisión del certificado de registros de equipos inhibidores con RESOLUCION ST-2011-0091.

3.1.1 Concepto de Telefonía Celular

La telefonía celular de un sistema de telecomunicaciones móviles diseñada para cubrir una sección o área con una capacidad de usuarios variables, utilizando como medio de conexión el espectro radioeléctrico. El concepto de celular se deriva de subdividir una zona geográfica en pequeños sectores que se denominaron celdas o células la cual quiere proveer el servicio, estas celdas se las considera de forma hexagonal. Como ilustra la Figura 3.1 el concepto de telefonía celular.

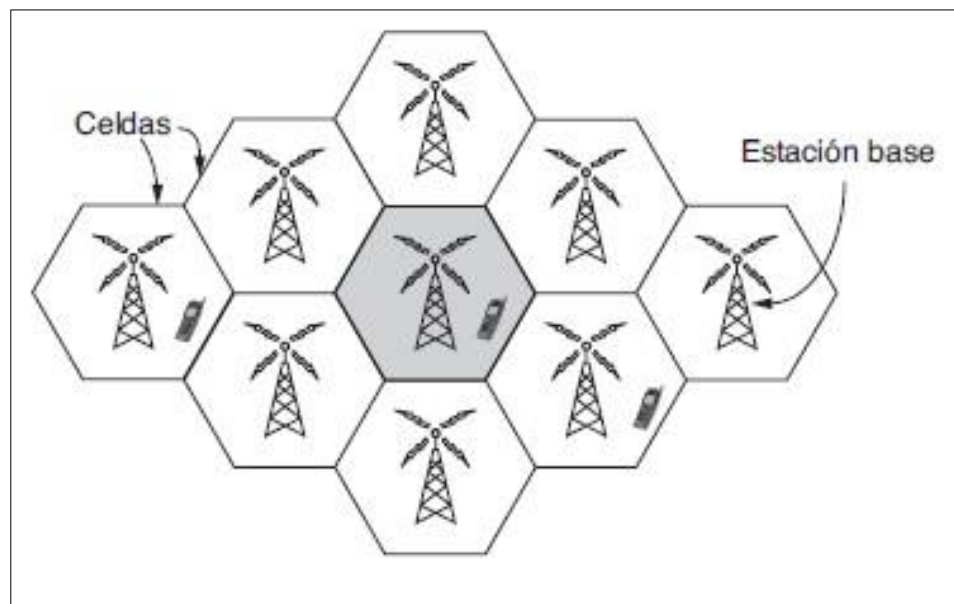


Figura 3.1 Diseño celular de telefonía móvil

3.1.2 Celda celular

Una celda o célula corresponde a una zona geográfica alimentada por una estación base BS (*Base Station*), cada una de estas celdas se presenta de forma irregular de circunferencia, aun así se las modela comparándolas a una figura geométrica hexagonal debido a su facilidad en análisis y diseño de redes, abarcando en su totalidad toda el área posible. Figura 3.2

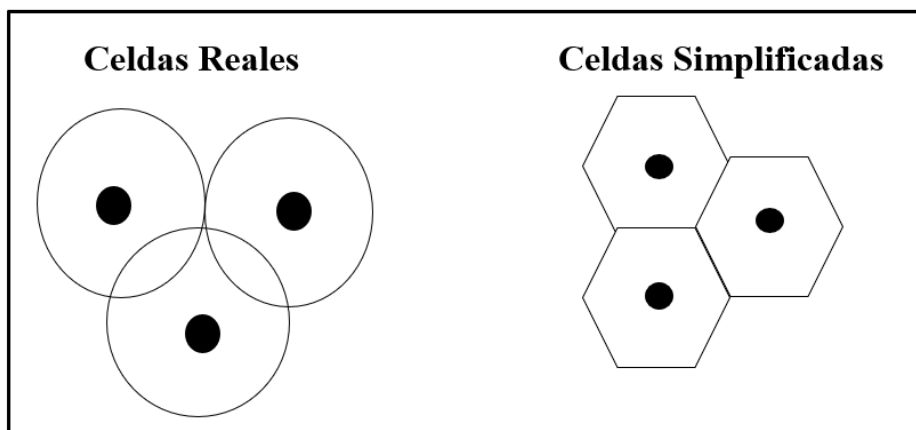


Figura 3.2 Celdas Reales y Simplificadas

La cantidad de células de cada sistema no está especificada ya que depende de cada proveedor y de los patrones de tráfico en la red.

Las principales características son:

- ✓ Amplia cobertura.
- ✓ Eficiencia del Espectro.
- ✓ Gran capacidad de usuario.

3.2 Generación de Telefonía móvil

En Ecuador han evolucionado cuatro generaciones en los sistemas móviles celulares, a sus inicios asociándose con una técnica de multiacceso que utiliza: FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), se caracteriza por ser una técnica de multiplexación usada en múltiples protocolos de comunicaciones, sea digitales como analógicos, principalmente de radio frecuencia, la utilizan los teléfonos móviles en redes GSM.

TDMA (*Time Division Multiple Access*) es una técnica que permite transmitir señales digitales ocupando un solo canal a distintas fuentes, logrando aprovechar el medio de transmisión.

CDMA (*Code Division Multiple Access*) es un término genérico utilizado para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basado en tecnología del espectro expandido.[8]

3.2.1 Primera Generación

La primera generación fue mediante sistemas analógicos como NMT (*Nordic Móvil Telecommunications*), TACS (*Total Access Communications System*) y AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*), eran sistemas que solo transmitían voz, con una conmutación entre células de 500 milisegundos, tenían interferencias muy pequeñas que no afectaba la conversación. Siendo sistemas analógicos no había la posibilidad de la interconexión entre diferentes sistemas de proveedores de servicio, no se podía realizar *roaming*.

3.2.2 Segunda Generación

La segunda generación emigró a un sistema digital utilizando D-AMPS (*Digital Advanced Mobile Phone Service*), GSM (*Global System for Mobile communications*), sistemas que a más de transmitir voz podía enviar mensajes de textos cortos (SMS), esperando que los retardos en la transferencia de células sean mínimas y no ocasionen interrupciones. Enviando ráfagas con la técnica de TDMA (*Time Division Multiple Access*) durante la transferencia en sistemas con técnica CDMA (*Code Division Multiple Access*).

3.2.3 Generación 2.5 G

Las operadoras emigran a esta generación principalmente por factores económicos antes de 3G (*3era Generación*), y soporta servicios GPRS (*General Packet Radio Servicio*), esta tecnología transfiere datos por paquetes utilizando la interfaz de radio GSM y a EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) ofreciendo mejor servicios que GPRS.

3.2.4 Tercera Generación

De las Generaciones anteriores evolucionan con GPRS y EDGE van rumbo a UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), HSPA (*High Speed Packet Access*), HSPA+ Y CDMA2000. Esta nueva generación está basada en la conmutación de transmitir datos y voz en la misma conexión telefónica. Causando revolución con las videollamadas, acceso a correo electrónico, denominando a los teléfonos como "Smartphones".

Esta tecnología revoluciona con el ancho de banda, el UMTS basado en CDMA llega a alcanzar hasta 7.2 Mbps, haciendo el uso de estructuras jerarquizadas de células con distintas frecuencias provocando algunas dificultades, pero rápidamente se controla esta situación manejando la potencia.

3.2.5 Cuarta Generación

Conocida como LTE (*Long Term Evolution*) y en menor medida WiMAX, aumentando la velocidad de datos hasta 1 Gbits/s. Esta tecnología se define por 3GPP (*3 Generation Partnership Project*), y WiMAX es un sistema digital inalámbrico definido en el estándar IEEE 802.16 en áreas metropolitanas de comunicaciones de banda ancha con amplia cobertura, son conocidas como conexión punto a punto. [9]

3.3 Telefonía Celular en Ecuador

El Ecuador mantiene en vigencia contratos con tres operadoras de Telefonía Móvil que son Conecel S.A (Claro), Otecel (Movistar), CNT E.P, proveedoras de servicios a nivel nacional, brindando la telefonía móvil, servicio de internet, Televisión, Sistema de mensajería entre otras.

Cada una de ellas utiliza parte del Espectro radioeléctrico cuyas frecuencias se muestra en la Tabla 2.

Operador	Propietario	Frecuencias
1	Claro	Funciona en Banda A 850MHz –1900MHz GSM 850MHz – 1900 MHz UMTE/HSPA; 1700/2100 MHz LTE
2	CNT E.P	Funciona en Banda C-C' 1900 MHz GSM; 1900MHz UMTS / HSPA; LTE 1700 / 2100MHz 700MHz
3	Movistar	Funciona en Banda B 850MHz – 1900MHz GSM 850MHz – 1900MHz UMTS / HSPA; 1900MHz LTE

Tabla 2. Frecuencias de Operadoras

3.4 Bloqueadores de frecuencia

Los bloqueadores o inhibidores de frecuencia conocidos como “jammer” son dispositivos que generan perturbaciones en una banda de frecuencia bloqueando la señal de los equipos electrónicos que usan el espectro radioeléctrico. Comúnmente se los utiliza en señales de radio frecuencia que utilizan los equipos celulares, aun así se puede utilizar para que bloquee otro tipo de tecnología que utilice bandas.

Estos dispositivos pueden ser utilizados para interferir comunicaciones, desde redes móviles, radares de velocidad, Bluetooth, GPS, infrarrojo y otros. Todos estos equipos se basan en un circuito interno oscilador generando una señal de ruido con una determinada potencias para interferir, dañar o destruir la comunicación entre emisor y receptor, recordemos que la potencia que emite el inhibidor debe ser mayor a la del transmisor del sistema.

3.4.1 Clasificación de Bloqueadores de Señal

Podemos clasificar en cuatro tipos de bloqueadores de señal.

Jammer reactivo

Es considerado el más seguro de todos ya que no puede ser detectado, funciona censando la red y cuando la detecta pues actúa por tonos, pulsos, ruido, la ventaja es el mínimo consumo de potencia.

Jammer aleatorio

El jammer aleatorio funciona con las estrategias de ruido, barrido, tonos y pulsos, se lo determina mediante un minucioso análisis de red, la ventaja es que debido a que funciona por ciertos instantes de tiempo la potencia es mínima.

Jammer de engaño

Se lo conoce como “jamming inteligente” debido a que envía señales idénticas provocando problemas en el receptor no recibiendo ninguna información. Pero puede ser reconocido fácilmente y utiliza la potencia necesaria para su funcionamiento.

Jammer constante

Los Jammer de tipo constante emplea la estrategia de ruido y barrido, tiene una facilidad de implementarse pero no es muy recomendable. Al estar en funcionamiento excede los niveles de ruido y su detección de fuente u origen es fácil de distinguir, se debe tomar en cuenta que la potencia requerida es mayor, provocando malestar en los equipos electrónicos.

3.4.2 Comunicación jamming

La comunicación jamming es la perturbación intencionada de una comunicación con la finalidad de evitar que llegue la información. Se introduce energía en el receptor justamente cuando va a recibir la señal, para luego disminuir la SIR (*Signal-to-interference Ratio*) en la recepción provocando que la señal obtenida tenga errores.

La energía necesaria para evitar la comunicación depende de la naturaleza de la señal del objetivo. La cantidad de potencia de la señal de interferencia en el receptor puede ser bloqueada en relación con la potencia de la señal de interferencia en esa entrada, determinada por la eficiencia del inhibidor.

La potencia de interferencia dependerá de los factores:

- ✓ Área o ambiente.
- ✓ Orientación de la antena del inhibidor en relación a la antena del receptor.
- ✓ La orientación de la antena de recepción en dirección a la antena del inhibidor.
- ✓ La potencia radiada efectiva (ERP) del Inhibidor.

3.4.3 Jamming por barrido

El jammer por barrido se puede considerar una estrategia complementaria, interfiere en todos los canales que están dentro de la banda de frecuencias. Esta estrategia es similar al ruido por banda-ancha o BBN (*Broad Band Noise*), que consiste en introducir un ruido en una pequeña parte del espectro y se va desplazando en su totalidad hasta que cumpla su objetivo. Sin embargo, debe tener en cuenta que el barrido debe ser rápido, determinando las frecuencias de la señal.

Se puede emplear en un sistema FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*), considerando que el barrido debe tener la velocidad suficiente para identificar la frecuencia.

En un sistema SHF (*Slow Frequency Hopping*) se puede manejar 100 saltos por segundo, cada uno de ellos tendrá 200 bits, sin considerar el tiempo entre salto, debiendo cubrir todo el espectro asignado y tener al menos 10 barridos por segundo, para que este jammer sea eficiente. En la Figura 3.3 se muestra el Jammer por ancho de banda cubierto.

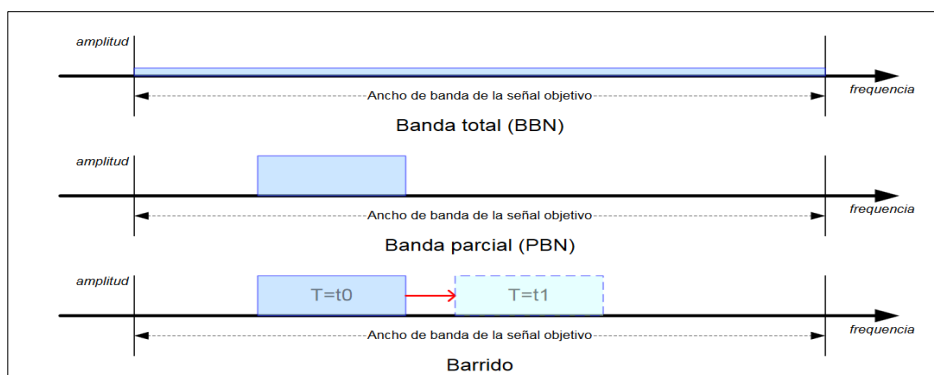


Figura 3.3 Jammer por ancho de banda cubierto

3.4.4 Frecuencias bloqueadas.

Los inhibidores de frecuencia deben detectar señales que sean de información para esto las frecuencias serán:

- ✓ Señales GPS
- ✓ Frecuencias de Video
- ✓ Radio Frecuencia (RF)
- ✓ Señales de radares
- ✓ Señales de dispositivos Infrarrojos
- ✓ Señales Wifi
- ✓ Frecuencias tipo GSM, CDMA, 3G, 4G

3.4.5 Tipos de Señales anti jammer (AJ)

Una señal se la considera anti jammer cuando el sistema que la trasmite sea del tipo LDP (*Low Probability of Detection*) o LPI (*Low Probability of Intercept*). En LPD la señal se oculta para poder cumplir o llegar a su destino. [10]

En DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) la señal se divide en todo el espectro permitiendo que la potencia también disminuya y tenga características similares al ruido, complicando que sea detectado por ya que el sistema lo interpreta como ruido y la información llega a su destino.

Los sistemas que utiliza LPI, mientras la información no sea interceptada esta estará protegida, aun así se haya detectado la señal.

El DSSS consiste en una secuencia del espectro, se la utiliza en el estándar de segunda generación que muchos conocen CDMA, también se la utiliza en 2.5G IS-95 y en otros casos 3G Cdma200. [11]

3.4.6 Áreas de coberturas

Una red celular ideal tiene celdas hexagonales, pero en realidad la cobertura de una celda varía considerablemente dependiendo del terreno, ubicación de la antena, las construcciones o edificaciones aledañas que puedan interferir. Lo principal de una cobertura es la frecuencia utilizada, podemos decir que, frecuencias bajas tienden a penetrar bien obstáculos, frecuencias altas suelen ser detenidas por objetos pequeños.

Frecuencias de 450 MHz dan buena cobertura en áreas campestres, las frecuencias de 900MHz de GSM 900 es apropiada para áreas urbanas pequeñas, GSM 1800 usa la banda 1.8GHz es limitada por paredes, UMTS a 2.1 GHz es similar a GSM 1800 en cobertura.

3.5 Desarrollo de Proyecto

3.5.1 Ubicación y Estudio de Campo

Para el presente proyecto se eligió el Centro de Privación de libertad Zona 8, Ubicado en el km 17 vía a Daule, adyacente a la Penitenciaría del Litoral, al norte en las afueras de Guayaquil, conocido como Centro de Rehabilitación Social (CRS) o La Roca, [12] construida en el 2012, consta con equipos de tecnología como videocámaras, scanner de cuerpo entero, detector de metales, inhibidores de señal de teléfonos celulares, siendo su edificación nueva, sus sistemas de seguridad son vulnerados, se realizará un estudio de campo con la finalidad de mejorar el equipo de inhibidores de frecuencia. La Figura 3.4 indica ubicación del lugar.



Figura 3.4 Centro de Privación de libertad [13]

3.5.2 Posición Geográfica

Se encuentra ubicado junto a las orillas del río Daule, frente a la Cooperativa de Vivienda San Francisco 2 y al caserío conocido como La Germania. La Figura 3.5 indica la ubicación geográfica.

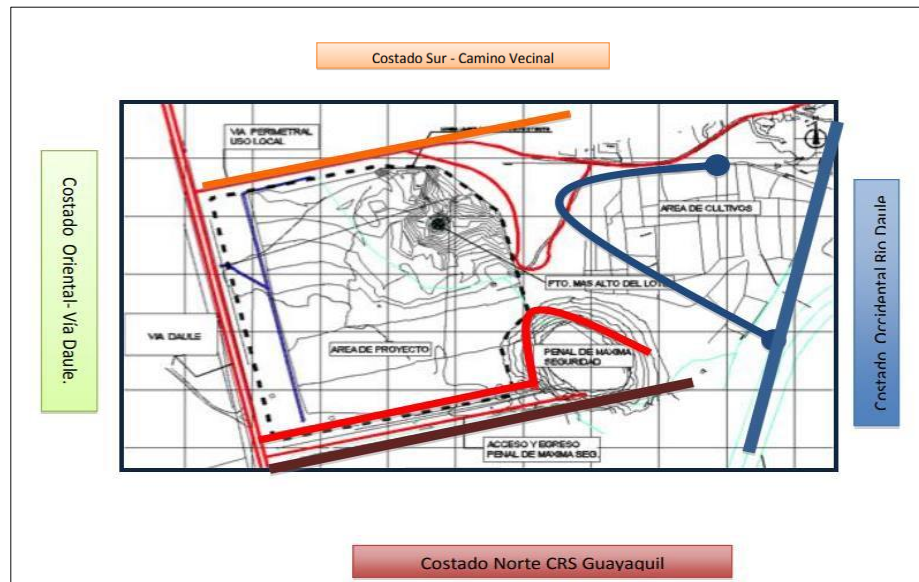


Figura 3.5 Ubicación Geográfica

- ✓ Costado Occidental: terrenos de propiedad del Estado, sector agrícola hasta el río Daule.
- ✓ Costado Oriental: Vía Guayaquil a Daule, a una distancia de 35 metros.
- ✓ Costado Norte: Vía interna de ingreso al CRS de máxima seguridad junto al CRS de Guayaquil.
- ✓ Costado Sur: Camino vecinal y asentamientos a Caserío La Germania.

Con una temperatura promedio, oscila entre los 20°C y 27°C, ubicada en las coordenadas UTM: N8128385.172; E19741554.450; zona: -0.00; factor escala 4690 X: 617538 – Y 9773197.



Figura 3.6 Área del centro de privación de libertad.

El lugar tiene un perímetro de 14 hectáreas que incluye áreas internas y externas como: canchas y lugares de esparcimiento, con capacidad de

4506 plazas, con área de construcción de 430 m, paralelo a la carretera y 350m de largo, teniendo un área aproximada de 150000 m², presenta una elevación máxima de terreno en la parte del costado sur de 25 m. La Figura 3.6 muestra el área del centro de privación de libertad.

3.5.3 Distribución de Construcción

En la Figura 3.7 indica que consta de 4 Pabellones que se distribuyen:

- ✓ Mínima Seguridad.
- ✓ Mediana Seguridad.
- ✓ Máxima Seguridad.
- ✓ Residentes Mujeres.

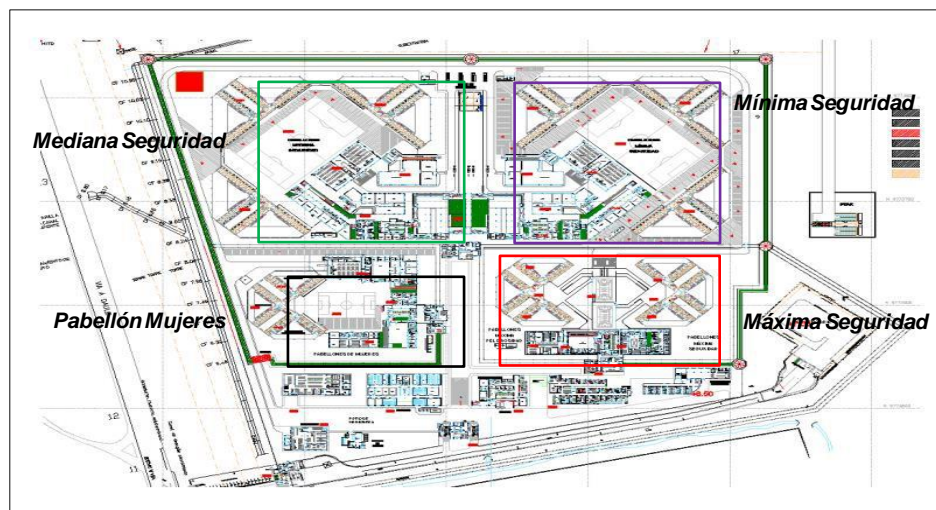


Figura 3.7 Distribución de pabellones

El Centro de Privación de libertad Zona 8 tiene un área aproximada de 150000 m² y 1.500 m de perímetro de cerramiento, con 7 torres principales de 10 m de altura, siendo en su totalidad rodeada con triple

cerca de malla y en la superior de cada una alambre tipo púas circular.
 Área de Centro Penitenciario.



Figura 3.8 Área del Centro Penitenciario.

3.5.4 Identificación de zonas de cobertura

Los dBm (decibelios-milivatio) son unidades en escala logarítmica de potencia en relación a un milivatio, utilizada en telecomunicaciones, siendo la manera de conocer la potencia de señales inalámbricas de redes móviles, WIFI, entre otras. Estos valores van desde 0 hasta -120dBm. Considerando el 0 como una cobertura perfecta y -120dBm sin cobertura.

En el sector de la Cooperativa San Francisco y Bodegas de PORTRANS S.A, como indica en la Figura 3.9, se visualiza 2 BS (*Base Station*), antenas de servicios de telefonía móvil e internet.



Figura 3.9 Antenas de Telefonía Móvil.

Es importante conocer los valores de dBm de la señal alrededor del lugar por lo que podemos definir lo siguiente:

De -51 dBm a -75 dBm: Señal muy alta. Indica máxima velocidad y cobertura en un dispositivo.

De -76 dBm a -90 dBm: Señal medio-alta. Implica utilizar el equipo con los servicios de voz y datos sin problemas.

De -91 dBm a -105 dBm: Señal medio-baja. Los servicios de voz y datos presentan una velocidad de transmisión deficiente.

Si es >-105 dBm: Señal baja. El equipo tiene dificultades en voz y la transmisión de datos se considera ineficiente.

Los niveles de intensidad de señal de celular por parte de la compañía Conecel S.A (Claro), se puede ver en la Figura 3.10 [14].

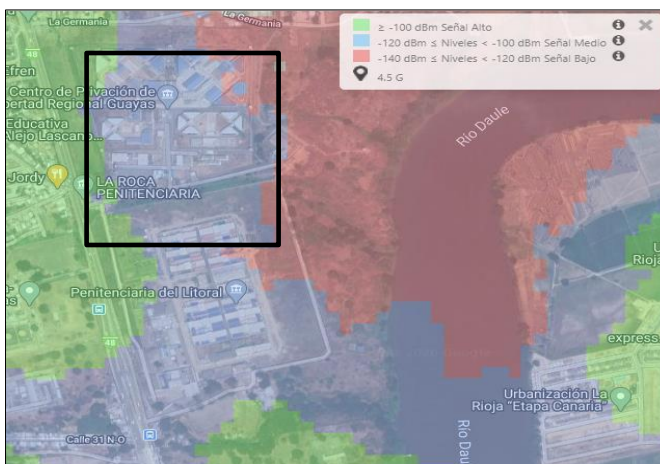


Figura 3.10 Niveles de Intensidad celular Claro.

Los niveles de intensidad de señal de celular por parte de la compañía Otecel (Movistar), como se puede ver en la Figura 3.11.

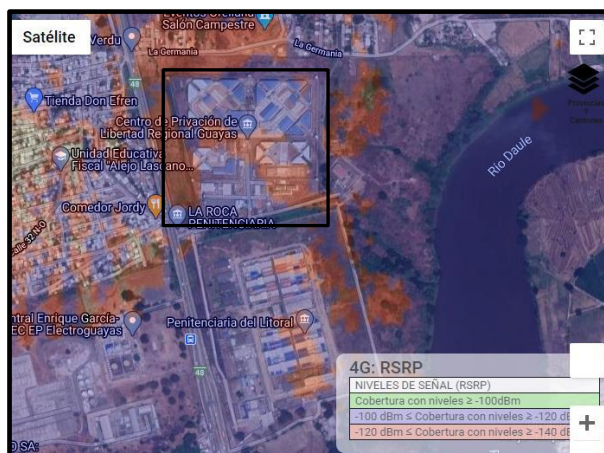


Figura 3.11 Niveles de Intensidad celular Movistar.

Los niveles de intensidad de señal de celular por parte de la compañía CNT.EP se pueden ver en la Figura 3.12.



Figura 3.12 Niveles de Intensidad celular CNT EP.

3.5.5 Estructura Interna

El área del Centro de Privación de libertad está construida en una superficie en su mayoría plana, teniendo en la parte sur una pequeña elevación de terreno o colina, donde se encuentra el pabellón de mínima seguridad. Como se indica en Figura 3.13.



Figura 3.13 Costado sur con elevación de terreno.

El diseño arquitectónico de cada pabellón tiene forma cuadrada, teniendo un patio central, está formado por una planta baja, dos plantas altas con una cubierta tipo zinc. Como se indica en Figura 3.14.



Figura 3.14 Diseño de pabellones.

Cada pabellón está dividido por doble estructura de malla metálica, como se muestra en la Figura 3.15.



Figura 3.15 Estructura divide Pabellones.

3.6 Propuesta de la solución

Debido a la demanda de requerimientos y servicios, los equipos electrónicos van mejorando en prestaciones tecnológicas, es el caso de las telecomunicaciones, desde la implementación o restauración de una Radio Base (*Base Station*) hasta los modelos y uso de aplicaciones en los teléfonos celulares, esto puede generar que los equipos inhibidores de frecuencias instalados en las cárceles o lugares donde se utilizan no hayan resultados tan efectivos.

Realizar pruebas con un Analizador de espectro para medir los niveles de intensidad de frecuencias, que están presentes dentro del centro.

Realizar pruebas de llamadas, utilizando los servicios de las tres operadoras locales con diferentes modelos de teléfonos. Verificar el uso, características, administración, funcionamiento y ubicación de equipos inhibidores de frecuencia que existan en el lugar.

Se requiere un sistema de monitoreo, control y vigilancia que aparte de detectar impida la recepción y codificación del mensaje añadiendo ruido, que pueda guardar toda la información de una forma segura en registros, capaz de informar algún tipo de vulnerabilidad de los equipos. No dejar el control de forma arbitraria. Además de instalar los equipos en lugares que no tengan acceso los internos, deben estar a una altura que pueda cubrir gran parte del radio de cobertura.

3.6.1 Descripción del Equipo

Existen muchos equipos diseñados para inhibir o bloquear las señales de frecuencias, estos son especialmente necesarios para fines de seguridad estatal, gubernamental y en mínimas ocasiones sectores privados. Proponemos para este proyecto un equipo con nuevas y mejores tecnologías como Inhibidor de reclusorio TC-400.

El Inhibidor de reclusorio TC-400 es un inhibidor de potencia intermedia (30 watt por banda) con un funcionamiento de forma remota, diseñado de manera exclusiva para ser utilizado en centros penitenciarios.

Se controla de manera remota mediante un software que permite realizar algunas acciones sobre los equipos que están conectados, monitoreando si alguno de ellos está funcionando, tiene la característica de encender o apagar los equipos, guardando un histórico o registro de todos los usuarios que tienen acceso a dicho control. La señal de bloqueo es direccional y tiene la posibilidad de utilizar antenas externas en caso de querer una proyección más detallada sobre ciertos lugares.

3.6.2 Aspecto y Diseño

La unidad o sistema de funcionamiento se encuentra dentro de una caja anti vandálica, cuya estructura es 100% estanco de plástico rígido de alta resistencia tipo POLYPRO, que protege toda la parte electrónica interna del sol, lluvia, arena y climas más hostiles. Esta calificada con la Norma Internacional IP65.

Soporta hasta 6 módulos de RF (Radio Frecuencia), el sistema de software es exclusivo ya que controla todas las funciones manteniendo un monitoreo 24x7, posee internamente antenas de circuito integrado por cada banda para una iluminación direccional hasta 100°.

3.6.3 Especificaciones y Parámetros técnicos

Las Especificaciones técnicas cumplen un papel fundamental en todo proceso de estudio de equipos de telecomunicaciones. Como lo indica la tabla 3.1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Rango de Bloqueo	15 – 50 metros
Cantidad de Bandas	6
Bandas Configurables	700-850-900-1800-1900-2100-2400-2600-5800 MHz
Tecnologías Bloqueadas	GSM- 3G UMTS- 4G LTE- CDMA- WCDMA- IDEN Nextel- WIFI 2.4 –WIFI 5.8
Potencia por banda	30 watts
Sistema de alimentación	AC 110 / 220-240V / DC 27V
Tecnología de bloqueo	Modulación directa sobre señales + Ruido PN para bandas celulares 3G.
Temperatura de Funcionamiento	-10° C / +50° C
Dimensiones - Peso	380mm x 575mm x 260mm – 25Kg
Antena	Panel direccional Alta Ganancia
Polarización	Vertical
LAN Alámbrica	Control remoto Ethernet + software
Sistema de refrigeración	Aire automático forzado

Tabla 3.1 Parámetros Técnicos del Inhibidor TC-400.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS FINALES

4.1 Elección del tipo y técnica de jammer

De las diferentes técnicas y tipos de jammer, podemos mencionar que la estrategia de barrido es la ideal. El inhibidor de Frecuencia TC-400 utiliza la técnica del jamming por barrido es muy fundamental y complementaria al jamming por PBN (*Partial band noise*), considerando que es la mejor estrategia ya que no es un jammer portátil y se requiere utilizar toda la potencia necesaria que hay en el espectro en diferentes tiempos, la velocidad debe ser controlada por los saltos que maneja la tecnología GSM trabajando con todos los canales que se encuentra en la portadora.

4.2 Identificación de las frecuencias bloqueadas

Según la ARCOTEL que es la entidad relacionada con el Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, el Ecuador es un país privilegiado por tener Bandas de frecuencia despejadas, lo que permite desplegar mejores condiciones el Servicio Móvil Avanzado (SMA).

En el sector se detecta 3 Operadoras Telefónicas, Claro, Movistar, CNT EP, que proveen el servicio de telefonía móvil e internet a las personas que viven a los alrededores del centro carcelario. Haremos un cuadro comparativo entre frecuencias. [15] Tabla 4.1 Operadoras Telefónicas en Ecuador.

<i>Operadoras Telefónicas en Ecuador</i>		
Operador	Frecuencia 3G	Frecuencia 4G
Claro	850 – 1900 MHz	1700 – 2100 MHz
Movistar	850 – 1900 MHz	1900 MHz
CNT EP	1900 MHz	700-1700-2100 MHz

Tabla 4.1 Operadoras Telefónicas en Ecuador.

<i>Tecnologías y Bandas del Equipo</i>	
Bandas configurables	Tecnologías asignadas a Bloquear
700 – 800 – 900 -1800 – 1900 – 2100 – 2400 – 2600 -5800 MHz	GSM-3G UMTS- 4G LTE – CDMA – WCDMA- IDEN Nextel – WIFI 2.4 – WIFI 5.8

Tabla 4.2 Tecnologías y Bandas del Equipo.

4.3 Presupuesto

4.3.1 DETALLE DE GASTOS DE EQUIPOS

Realizar un estudio técnico de campo, dependerá del área que vayamos analizar, de igual manera se deberá disponer del personal capacitado.

El personal técnico deberá tener cada uno un analizador de espectro, realizando pruebas de forma cuadrada con una distancia mínima de 30 m cada uno.

En el presupuesto está considerada una sola unidad de inhibidor de frecuencia tipo TC – 400, pero la cantidad de Inhibidores dependerá del área de centro de reclusión. Figura 4.1



Figura 4.1 Inhibidor de Reclusorio

El software inteligente puede cargar varios mapas de la cárcel o áreas específicas, y personalizando la localización de cada unidad. El monitoreo es en tiempo real de cada unidad que se quiera instalar e indica si hubiera fallas entre los módulos de RF, posee un registro de historial indicando fechas y horas en que los usuarios apaguen las

unidades. Envía alertas de email cuando detecta perdidas de conexión, utilizando las opciones de crear diferentes usuarios con niveles de seguridad y envía mensajes de sonido. Figura 4.2 Software inteligente.

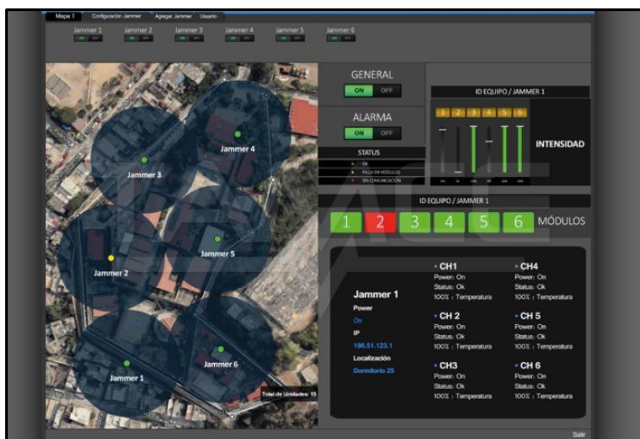


Figura 4.2 Software inteligente

El software instalado deberá estar instalado en el centro de cámaras de seguridad. Figura 4.3 Departamento de vigilancia



Figura 4.3 Departamento de vigilancia

En la tabla 4.3 se detalla un posible valor del estudio decampo técnico y de los equipos a futuras implementaciones, a diferencia de los materiales para su instalación.

Cantidad	Equipos y Gastos Personales	P. Unitario	P. Total
3	Estudio de Campo	\$1.500,00	\$4.500,00
1	Equipo Inhibidor TC - 400	\$19.320,00	\$19.320,00
1	Software Inteligente	\$12.000,00	\$12.000,00
	Subtotal		\$35.820,00
	IVA 12 %		\$4.298,40
	TOTAL		\$40.118,40

Tabla 4.3 Detalle de gastos de equipos.

4.4 Resultados finales.

Una vez que se ha determinado que el sector del centro carcelario se encuentra rodeado por una zona urbana- marginal y nuevos conjuntos habitacionales, podría haber indicios que personas ubicadas en viviendas aledañas, estén provocando la vulnerabilidad de los equipos.

Debido a la información por medios televisivos, que muestran que internos tienen teléfonos celulares dentro del centro de reclusión y ellos pueden realizar llamadas, grabar videos con la finalidad de realizar posibles actos delictivos.

Se requiere a todas las cárceles del Ecuador un chequeo de los equipos de seguridad de inhibidores de frecuencia cuya finalidad es no permitir la comunicación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

El objetivo principal de la propuesta de estudio de mejora de un sistema de Inhibidores de frecuencia es controlar el buen funcionamiento y evitar en estos lugares donde hay personas con antecedentes o ideas delictivas puedan tener ningún tipo de comunicación inalámbrica. En base a esto podemos concluir que:

- ✓ Debido a los avances tecnológicos en la Telecomunicaciones, puede haber otros equipos instalados alrededor del lugar, que no permitan el buen funcionamiento de los Inhibidores, dejándolos vulnerados temporalmente.
- ✓ El avance de las tecnologías telefónicas, internet y dispositivos móviles puede crear espacios robustos que impide que los inhibidores bloqueen todas las frecuencias.
- ✓ El bajo desempeño de un Inhibidores de frecuencia puede ser causa de haber sido instalados en un sitio o lugar que carece de la altura necesaria para cubrir gran parte de la cobertura.
- ✓ Debido a factores que afectan la seguridad del lugar, voluntaria o involuntariamente causada por algún individuo se requiere el equipo propuesto ya que cumple con lo necesario y especificaciones técnicas que mejorarían el control desempeñando una eficiencia en seguridad.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Realizar dos pruebas por año con equipos analizadores de espectro para determinar y corregir las frecuencias que ingresan de forma clandestina.
- ✓ Debido al grado de seguridad que mantienen estos lugares, para futuros estudios e implementación de equipos, se debería permitir el acceso hacia las personas que realicen las pruebas.
- ✓ Se recomienda verificar la potencia de funcionamiento del inhibidor, ya que no puede ser la adecuada o está en un rango muy bajo que no permite bloquear algunas frecuencias.
- ✓ Realizar un registro digital de mantenimiento y control indicando todas las anomalías, para una sustitución o reparación de los equipos defectuosos e informar a la autoridad correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Editorial Diario EL COMERCIO uso de celulares dentro de las cárceles. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/opinion/editorial/mafias-carceles.html>
- [2] Entrevista a Funcionaria, coordinadora zonal 8 del Ministerio de Justicia. [En línea]. Disponible en: <https://www.teleamazonas.com/etiqueta/presos-con-celular/>
- [3] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [ARCOTEL], [En línea]. Disponible en: <https://www.arcotel.gob.ec/homologaciones-inhibidores-de-senal-celular2/>
- [4] 5 AÑOS DEL NUEVO MODELO CARCELARIO EN ECUADOR. Por: Billy Navarrete Benavides. Pág. 4, párrafo 4, [En línea]. Disponible en: https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CAT/Shared%20Documents/EQU/INT_CAT_CSS_EQU_25638_S.pdf
- [5] Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones [ARCOTEL], Resolución 12-09-ARCOTEL-2017, CAPÍTULO 2, Características Técnicas. [En línea]. https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Resoluci%c3%b3n-12-09-ARCOTEL-2017_completa_con-firmas-11.pdf
- [6] Uso de los Jammer en prisiones: Características, impactos y alternativas de solución. [En línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2017/12/Reporte-Jammers-2017-Espan%CC%83ol.pdf>
- [7] PROJammer [En línea]. Available: <https://www.projammers.com/es/inhibidores-de-frecuencia/inhibidores-segun-bandas-frecuencia/inhibidores-radio-frecuencia/>
- [8] MET, “*Redes de Comunicaciones Móviles*”, apuntes de clases, ESPOL, 2020.
- [9] J. M. Huidobro. «Comunicaciones Móviles, Sistemas GSM, UMTS y LTE ». Primera ed., México, noviembre 2012, pp.60, 61,75.

[10] RUTGERS.EDU. «The Feasibility of Launching and Detecting Jamming Attacks in Wireless Networks », University of New Jersey, 2009, [En línea]. Disponible en: http://www.winlab.rutgers.edu/~trappe/Papers/JamDetect_Mobihoc.pdf

[11] Poisel, R. «Modern Communication Jamming Principles and Techniques », First Edition, Norwood, Artech House, New York, July 2010, pp. 19-26.

[12] PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN SOCIAL REGIONAL GUAYAS” MINISTERIO DE JUSTICIA Y DERECHOS HUMANOS. https://www.atencionintegral.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/CRS_REGIONAL_GUAYAS-3.pdf






[13] Imagen de Centro de Privación de libertad Zona 8 <https://earth.google.com/web/@-2.0475437,-79.94630826,14.29602007a,819.61349997d,35y,154.52108349h,59.99977437t,0r>




[14] Área de cobertura monitoreada [En línea]. Available: <http://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>

[15] ANÁLISIS PARA UNA PROPUESTA DE LA NORMA TÉCNICA DE INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA INTERNET MÓVIL EN REDES DE SERVICIO MÓVIL AVANZADO(SMA) DE CUARTA GENERACIÓN EN EL ECUADOR [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7560/1/UPS-ST001324.pdf>

ANEXO

COTIZACIÓN DE INHIBIDOR DE RECLUSORIO TC – 400 Y SOFTWARE

Imágen	Código	Equipo	Video	PDF	Precio	Cant.	Total
	08-176	<p>Inhibidor de Reclusorios TC-400 (3 bandas) Cantidad de Canales: 3 Maxima cantidad de Canales: 6 (sistema modular) Frecuencia de bloqueo: CH1 850-895 Mhz (30 Watt) CH2 1930-1990 Mhz (30 Watt) CH3 2110-2170 Mhz (30 Watt) Potencia total: 90 Watt Antena Panel de alta ganancia Integrada en la puerta del gabinete Sistema de alimentación AC 110 Volts-DC 24 Volts Modo de bloqueo Barrido digital de banda completo + Ruido PN para bandas celulares 3G-4GLte Tecnología de bloqueo Modulación directa sobre señal sintetizada Rango de temperatura -10° C / +55° C Humedad Hasta 90% Conector de AC y LAN (interior protegido contra agua) Soporte abrazadera de Acero. Escalable hasta 6 bandas. Administrable de forma remota TCP-IP. Controles de Potencia via TCP-IP.</p> <p>Equipo fabricado en Italia</p>			US\$ 19.320	1	US\$ 19.320
	08-200	<p>Software de Administracion Remota para TC-400</p>			US\$ 12.000	1	US\$ 12.000

	Inhibidor de Reclusorios TC-400 (6 bandas)	Cantidad de Canales: 6 (sistema modular)	Potencia total: 180 Watt	Antena Panel de alta ganancia Integrada en la puerta del gabinete Sistema de alimentación AC 110 Volts-DC 24 Volts Modo de bloqueo Barrido digital de banda completo + Ruido PN para bandas celulares 3G-4GLte		08-179	Tecnología de bloqueo Modulación directa sobre señal sintetizada Rango de temperatura -10° C / +55° C Humedad Hasta 90% Conector de AC y LAN (interior protegido contra agua) Soporte abrazadera de Acero. Administrable de forma remota TCP-IP. Controles de Potencia via TCP-IP. Equipo certificado con la norma NOM-EM-018-SCFI-2016			US\$ 26.182	1	US\$ 26.182
Equipo fabricado en Italia												