



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MAGISTER EN ESTRATEGIA MILITAR TERRESTRE**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DEL SISTEMA DE  
COMUNICACIONES TRONCALIZADO DEL EJÉRCITO Y SU  
VIABILIDAD FUTURA”**

**AUTORES:**

**TCRN. E.M SEMANATE ESQUIVEL, ANGELO**

**TCRN. E.M GODOY LUZURIAGA, FABRICIO ALFONSO**

**DIRECTOR:**

**TCRN. E.M GAONA ABAD, ROBERT GONZALO**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“Análisis de las capacidades del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército y su viabilidad futura”*** fue realizado por los señores ***Semanate Esquivel Angelo y Godoy Luzuriaga Fabricio Alfonso*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de noviembre de 2018

.....  
Tcrn. de E.M Msc. Robert A. Gaona Abad

C.C: 1102858246



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **Semanate Esquivel Angelo y Godoy Luzuriaga Fabricio Alfonso**, con cédulas de ciudadanía n° 0501805352 y 1103162358 respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Análisis de las capacidades del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército y su viabilidad futura”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 22 de noviembre de 2018

.....  
Tcrn. de E.M Angelo Semanate Esquivel

C.C: 0501805352

.....  
Tcrn. de E.M Fabricio A. Godoy Luzuriaga

C.C: 1103162358



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **Semanate Esquivel Angelo y Godoy Luzuriaga Fabricio Alfonso** autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Análisis de las capacidades del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército y su viabilidad futura”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 22 de noviembre de 2018

.....  
Tcrn. de E.M Angelo Semanate Esquivel

C.C: 0501805352

.....  
Tcrn. de E.M Fabricio A. Godoy Luzuriaga

C.C: 1103162358



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**DEDICATORIA**

Dedicamos el presente trabajo a nuestros familiares e hijos motivo permanente de inspiración, a los instructores y facilitadores por su apoyo para seguir en el rumbo del aprendizaje y desarrollo tanto profesional como personal, lo que se ha constituido en el apoyo moral durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Sangolquí, 22 de noviembre de 2018



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darnos la oportunidad de venir a este mundo y ser la inspiración y el guía durante mis de estudios en este gran templo del saber.

A nuestros familiares y a todas las personas que de una u otra manera han aportado de manera desinteresada para el desarrollo de este trabajo de investigación; con mención especial al Sr. **Tcrn. E.M Robert Gonzalo Gaona Abad** que supo guiarnos adecuadamente con sus vastos conocimientos.

A la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE e instructores que con su aporte facilitaron culminar este trabajo que va en beneficio de la institución militar formadora de hombres de valor y honor.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	ii
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>EL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.2 Antecedentes</b> .....	1
<b>1.3 Justificación</b> .....	3
<b>1.4 Importancia</b> .....	4
<b>1.5 Objetivos</b> .....	4
1.5.1 Objetivo General .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos .....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
<b>2.1 Antecedentes investigativos</b> .....	6
<b>2.2 Fundamentación teórica</b> .....	8
<b>2.3 Fundamentación Conceptual</b> .....	9
<b>2.4 Fundamentación Legal</b> .....	11
<b>2.5 Características de los sistemas troncalizados</b> .....	12
<b>2.6 Arquitectura de los Sistemas de comunicaciones troncalizados</b> .....	13
<b>2.7 Los Sistemas troncalizados en el Ecuador</b> .....	15
<b>2.8 La Red Nacional Troncalizada</b> .....	21

2.9	<b>Sistemas de variables</b> .....	25
2.10	<b>Hipótesis</b> .....	25
2.11	<b>Tabla de operacionalización de la (s) variable (s)</b> .....	25
<b>CAPÍTULO III</b> .....		27
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....		27
3.1	<b>Modalidad de la investigación</b> .....	27
3.2	<b>Tipo de investigación</b> .....	29
3.3	<b>Diseño de la investigación</b> .....	29
3.4	<b>Niveles de investigación</b> .....	29
3.5	<b>Población y Muestra</b> .....	30
3.6	<b>Técnicas de recolección de datos</b> .....	32
3.7	<b>Técnicas de análisis de datos</b> .....	33
3.8	<b>Técnicas de comprobación de hipótesis</b> .....	33
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		34
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN</b> .....		34
<b>DE LOS RESULTADOS</b> .....		34
4.1	<b>Análisis e interpretación de los resultados</b> .....	34
4.2	<b>Discusión de resultados</b> .....	43
4.3	<b>Comprobación de hipótesis</b> .....	45
<b>CAPÍTULO V</b> .....		48
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....		48
5.1	<b>El Sistema Troncalizado del Ejército</b> .....	48
5.2	<b>Capacidades y limitaciones del Sistema Troncalizado del Ejército</b> .....	49
5.3	<b>Situación actual del Sistema Troncalizado del Ejército</b> .....	53
5.4	<b>El Sistema Troncalizado del Ejército y su viabilidad futura</b> .....	62
5.5	<b>Propuesta</b> .....	65
<b>CAPÍTULO VI</b> .....		68
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		68
6.1	<b>Conclusiones</b> .....	68
6.2	<b>Recomendaciones</b> .....	69
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Usuarios del sistema troncalizado</i> .....	18
<b>Tabla 2</b>	<i>Usuarios sistemas troncalizados privados</i> .....	19
<b>Tabla 3</b>	<i>Operacionalización de variables</i> .....	25
<b>Tabla 4</b>	<i>Técnica de análisis de datos</i> .....	33
<b>Tabla 5</b>	<i>Opinión sobre conocimiento del sistema troncalizado</i> .....	34
<b>Tabla 6</b>	<i>Opinión sobre las facilidades del sistema troncalizado</i> .....	35
<b>Tabla 7</b>	<i>Opinión sobre cobertura del sistema troncalizado</i> .....	36
<b>Tabla 8</b>	<i>Opinión sobre los equipos de comunicaciones</i> .....	37
<b>Tabla 9</b>	<i>Opinión sobre la operabilidad del sistema</i> .....	38
<b>Tabla 10</b>	<i>Opinión sobre fortalecimiento del sistema</i> .....	39
<b>Tabla 11</b>	<i>Opinión sobre la interconexión a la RNT</i> .....	40
<b>Tabla 12</b>	<i>Relacionamiento de la hipótesis planteada</i> .....	46
<b>Tabla 13</b>	<i>Cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército por Provincias</i> .....	50
<b>Tabla 14</b>	<i>Radíos existentes en el Sistema Troncalizado del Ejército</i> .....	52
<b>Tabla 15</b>	<i>Aplicaciones activas del Sistema Troncalizado del Ejército</i> .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Participación de mercado de los sistemas troncalizados privados.....	19
<b>Figura 2</b>	Cobertura de la Red Nacional Troncalizada hasta el año 2015. ....	22
<b>Figura 3</b>	Cobertura de la Red Nacional Troncalizada hasta el año 2018. ....	24
<b>Figura 4</b>	Conocimiento del sistema de comunicaciones troncalizado .....	35
<b>Figura 5</b>	Facilidades que presta el sistema de comunicaciones troncalizado para el cumplimiento de las operaciones en el ámbito interno.....	36
<b>Figura 6</b>	Opinión sobre cobertura a nivel nacional .....	37
<b>Figura 7</b>	Opinión referente a la actualización de los equipos del STE. ....	38
<b>Figura 8</b>	Opinión operabilidad de los equipos durante el terremoto del año 2016. ....	39
<b>Figura 9</b>	Opinión sobre la necesidad de fortalecer el sistema de comunicaciones.....	40
<b>Figura 10</b>	Opinión sobre necesidad de realizar la interconexión a la RNT .....	41
<b>Figura 11</b>	Sitios de repetición del Sistema Troncalizado del Ejército .....	49
<b>Figura 12</b>	Sitios de repetición del Sistema Troncalizado del Ejército. ....	51

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación contiene un análisis del Sistema Troncalizado del Ejército, sistema que ha venido operando por más de dos décadas con capacidades limitadas. En la actualidad el sistema dispone de 17 sitios de repetición y una cobertura aproximada del 23,16% del territorio nacional. Del análisis se obtiene que todo el equipamiento ha cumplido su vida útil o que se encuentra discontinuado, de ahí que no dispone de respaldo técnico, quedándose al margen del vertiginoso avance tecnológico. Por lo expuesto, los equipos no garantizan la confiabilidad del sistema por cobertura, seguridad y por la múltiples interrupciones de la red en área extendida. El trabajo se centra en el análisis de la situación actual del Sistema Troncalizado del Ejército y su viabilidad futura. Por lo expuesto anterior y a fin de potenciar las comunicaciones troncalizadas en el Ejército se considera la posibilidad de integración a la Red Nacional Troncalizada (R.N.T) para aprovechar las fortalezas que brinda ésta Red; de esta forma, mantener la interoperabilidad de los medios tecnológicos a través de la intercomunicación con las principales instituciones del Estado, lo que permitirá trabajar coordinadamente y asegurar los intereses vitales y objetivos estratégicos de la nación ante cualquier tipo de riesgo y amenazas. Por lo tanto, pasar a ser parte de la Red Nacional Troncalizada como usuarios va a permitir que las comunicaciones troncalizadas del Ejército sigan operando, al tiempo de permitir administrar una zona determinada con canales de comunicación exclusivos designados para la Seguridad y Defensa los cuales sean administrados por miembros del Ejército. La inversión por el servicio involucra el uso de la infraestructura tecnológica de la Red Nacional Troncalizada.

### **Palabras clave:**

- **SISTEMA TRONCALIZADO DEL EJÉRCITO,**
- **RED NACIONAL TRONCALIZADA,**
- **INTEGRACIÓN,**
- **INTERCOMUNICACIÓN.**

## **ABSTRACT**

This research paper contains an analysis of the trunking system of the army, a system that has been operating for more than two decades with limited capacities. Currently, the system has 17 repetition sites and approximately 23.16% coverage of the national territory. Of the analysis is obtained that all the equipment has fulfilled its useful life or that it is discontinued, that is why it does not have technical support, and it is beyond the vertiginous technological advance. Therefore, the equipment does not guarantee the reliability of the system by coverage, security and by the multiple interruptions of the network in extended area. The work focuses on the analysis of the current situation of the trunking system of the army and its future viability. Because of the above and in order to promote trunked communications in the army is considered the possibility of integration to the National network trunked (R.N.T) to take advantage of the strengths that this network provides In this way, to maintain the interoperability of the technological means through the intercommunication with the main institutions of the state, which will allow to work in coordination and to assure the vital interests and strategic objectives of the nation In the face of any kind of risk and threats. Therefore, becoming part of the national network trunked as users will allow the trunked communications of the army to continue operating, while allowing to administer a certain zone with exclusive channels of communication designated for the security and defense which are administered by members of the Army. The investment by the service involves the use of the technological infrastructure of the national network trunked.

### **Key words:**

- **TRUNKING SYSTEM OF THE ARMY,**
- **NATIONAL NETWORK TRUNKED,**
- **INTEGRATION,**
- **INTERCOMMUNICATION.**

## INTRODUCCIÓN

El vertiginoso crecimiento de la tecnología del mundo contemporáneo, sumados al surgimiento de nuevas amenazas y riesgos, han generado cambios estructurales en los estados, lo que implica que, la institución armada desarrolle acciones de complementariedad con otras instituciones del Estado, permitiendo de esta manera, que la tecnología de las comunicaciones evolucione y se piense en el desarrollo de una nueva propuesta tecnológica, con enfoques más flexibles, creativos, efectivos y seguros.

El presente trabajo tiene como propósito realizar una aproximación para explicar el conocimiento teórico de los sistemas de comunicaciones troncalizados, sus características, sus aplicaciones, con un enfoque principal a los sistemas de comunicación troncalizados públicos y privados en el Ecuador.

El sistema troncalizado de comunicaciones se lo define como un medio de comunicaciones digital en el cual los usuarios/operadores comparten todos los canales disponibles según las frecuencias asignadas, evitando así que dependan de un canal determinado y no puedan transmitir su mensaje si este se encuentra ocupado.

El Sistema Troncalizado del Ejército es un sistema de vital importancia para la ejecución de las operaciones militares de ámbito interno en la Fuerza Terrestre. Analizar sus capacidades de operación permitirá conocer sus fortalezas y debilidades para posteriormente proponer acciones para minimizar las debilidades y maximizar las fortalezas del sistema.

En este contexto, en la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis: “A mayor disponibilidad y uso de medios, equipos e infraestructura de comunicaciones con tecnología de vanguardia, habrá mayor mantenimiento del mando y control en la ejecución de las operaciones militares en el territorio nacional.” La respuesta a esta

interrogante se desarrolla a lo largo del presente trabajo. Para el efecto se ha recurrido a una investigación bibliográfica histórica, elaboración de instrumentos para obtener las apreciaciones de los expertos, opiniones, diagnóstico y recomendaciones sobre el actual Sistema Troncalizado del Ejército. En cada uno de los capítulos del proceso seguido para la investigación se fue probando y contrastando la información para asegurar una mayor confiabilidad.

El trabajo aborda en primera instancia una aproximación al diagnóstico del sistema troncalizado, desde la óptica de los diferentes expertos consultados; posteriormente se realiza un análisis y contraste del Sistema Troncalizado del Ejército y de la Red Nacional Troncalizada, para finalmente analizar la viabilidad futura del Sistema Troncalizado del Ejército.

Se concluye realizando las consideraciones relacionadas al fortalecimiento de las capacidades del sistema de comunicaciones troncalizado e infiriendo que una estructura robusta, con equipos, medios de comunicaciones con tecnología de vanguardia y personal técnicamente capacitado, garantiza un elevado mando y control en la ejecución de las operaciones militares en todo el Territorio Nacional.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

La falta de una estructura robusta en el Sistema Troncalizado del Ejército, se evidenció en el desastre natural del 16 de abril del año 2016, en las provincias de Manabí, Esmeraldas y parte de la provincia del Guayas, donde la limitada cobertura de este sistema impidió intercomunicarse entre las instituciones del Estado, dificultando la transmisión de voz y datos, interoperabilidad e integración de redes a nivel nacional.

La limitada cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército ha sido restrictiva para poder actuar de manera oportuna y en forma coordinada con las instituciones del estado, condicionando de esta forma la participación militar en apoyo a la acción del Estado y en las actividades propias de las exigencias de la institución armada. Por lo tanto, la incidencia del Sistema Troncalizado del Ejército actualmente es insipiente y en muchos casos es nula, considerando que la cobertura del sistema actualmente es limitada.

#### 1.1.1 Formulación del problema

¿Cuáles son los factores que inciden en el sostenimiento técnico de los enlaces a nivel nacional del Sistema Troncalizado del Ejército, en el desarrollo y ejecución de operaciones por parte de la Fuerza Terrestre?

### 1.2 Antecedentes

El Sistema Troncalizado del Ejército nace en 1997 con un proyecto de la III D.E “TARQUI” para materializar los enlaces entre las unidades a nivel Brigada

al sur del país, inicia con una plataforma de tecnología analógica *SmartZone versión 3.zla*, gran parte de este sistema fue migrado a tecnología digital en el año 2011 basado en una plataforma APCO P25 IP, proporcionando interoperabilidad, flexibilidad y seguridad en la información. Su cobertura se ha ido extendiendo al centro del país y actualmente está interconectada con las unidades del norte.

El Ejército dispone actualmente de un sistema digital de comunicaciones de ultra alta frecuencia (UHF) denominado Sistema Troncalizado del Ejército, que opera en la banda de 800 MHz en el espectro electromagnético. Los 17 sitios de repetición que actualmente dispone el Ejército, permite cubrir con sus enlaces algunas unidades del norte, del centro y del sur del país, sin embargo, su limitación es la cobertura, condición que no permite garantizar la materialización de los enlaces a nivel nacional.

El flujo de información que genera Comando General del Ejército con sus Divisiones, Brigadas y Batallones ha crecido considerablemente, por lo que es necesario un sistema de comunicaciones que garantice el comando y control de las operaciones. Esta necesidad ha obligado al Ejército que modernice este sistema de comunicaciones desde el año 1991 para ser más eficaz con sus acciones y recursos. Por esta razón, el Ejército migró este sistema de tecnología analógica a tecnología digital.

Actualmente el Sistema Troncalizado del Ejército permite la transmisión de voz y datos desde la provincia de Carchi, pasando por el centro del país, hasta las provincias del sur del país, donde el sitio de repetición neurálgico del sistema es Cruz Loma. Este sistema está controlado, administrado y operado desde un controlador maestro ubicado en el Batallón de Comunicaciones "Rumiñahui", unidad que permanentemente realiza el monitoreo del funcionamiento de todo el sistema.

El Ejército a través de la Dirección de Tecnologías Información y Comunicaciones de la Fuerza Terrestre (DTICFT) se encontraba empeñada en desarrollar un proyecto que permita ampliar la cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército. En el año 2011 se realizó un proyecto para ampliar la cobertura de este sistema en tres sitios de repetición y la adquisición de 1000 equipos para suscriptores fijos, móviles y vehiculares, proyecto que no se ejecutó por falta de presupuesto.

### **1.3 Justificación**

El Ejército Ecuatoriano cumple un rol fundamental en la seguridad y desarrollo del Estado. La importancia del rol asignado hace que continuamente se busque la mejora de los conocimientos, tendientes a alcanzar la excelencia, usando para esto todos los medios disponibles tanto humanos como tecnológicos.

El Sistema Troncalizado del Ejército requiere de una estructura de telecomunicaciones robusta para transmitir la información en forma eficiente por lo que es imperante disponer de una red de área extendida que garantice la explotación de estos medios. El uso adecuado de esta red permitirá establecer enlaces permanentes, facilitando el comando y control de las operaciones. La interoperabilidad de los medios tecnológicos a través de la intercomunicación de las instituciones gubernamentales permitirá desarrollar las capacidades necesarias para enfrentar cualquier tipo de riesgo y amenazas que se presenten en el territorio nacional, todo esto fortalecido por políticas de estado que conlleven a la modernización de nuestras Fuerzas Armadas.

## **1.4 Importancia**

Los nuevos escenarios y las nuevas amenazas contra la seguridad interna, como: narcotráfico, contrabando de armas, delincuencia organizada y formación de grupos insurgentes; que pueden llegar a tener repercusiones en la población civil ecuatoriana y en territorio e instalaciones del Estado obliga al Ejército ecuatoriano que se emplee en diferentes sectores del territorio nacional, por lo que, es de suma importancia, disponer de medios de comunicaciones de última tecnología que garanticen los enlaces permanentes con una cobertura nacional.

Este estudio contempla el análisis de la capacidad de los enlaces, la cobertura y la infraestructura tecnológica del Sistema Troncalizado del Ejército, la determinación de las limitaciones de este sistema y una propuesta como posible solución encaminada a tener una gran cobertura, a través de una red de área extendida en todo el territorio nacional, permitiendo el comando y control de las operaciones.

## **1.5 Objetivos**

Del análisis realizado se podrá inferir que con la implementación de infraestructura, equipos modernos con tecnología de punta y a través de alianzas estratégicas sería suficiente para lograr una comunicación eficiente a nivel de todo el territorio nacional que permita mantener el enlace y ampliar la cobertura, enfrentar los desafíos del presente y estar en condiciones de enfrentar amenazas y escenarios futuros. Esto va permitir optimizar el desarrollo de las operaciones militares a través de un eficiente mando y control.

### **1.5.1 Objetivo General**

Analizar las capacidades del Sistema Troncalizado del Ejército y recomendar una solución para aumentar y mejorar la cobertura de los enlaces en todo el país, incrementando la capacidad de mantener el enlace y control de las operaciones y crear las mejores condiciones para cumplir con éxito con la misión constitucional.

#### 1.5.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la capacidad de enlace y cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército y hacer un análisis técnico de los equipos de repetición y radioenlaces.
2. Cuantificar y determinar la infraestructura tecnológica que dispone el Sistema Troncalizado del Ejército.
3. Proponer una posible solución para mantener la interoperabilidad entre los organismos del estado dedicados a garantizar la seguridad y defensa.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes investigativos

Los avances de la tecnología han evolucionado el mundo, demandando modernas aplicaciones para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, exigiendo que los sistemas convencionales demanden una transformación, pretendiendo de esta manera, que las comunicaciones evolucionen y se apueste en el desarrollo de una nueva propuesta tecnológica, donde el intercambio de la información se desplace libremente a través de sistemas troncalizados.

Los sistemas troncalizados en el Ecuador nacen aproximadamente hace dos décadas, con estándares de transmisión analógica y un sistema de control digital. Actualmente estos sistemas presentan bondades propias de un sistema digital, lo que garantiza una transmisión con seguridad denominada una transmisión cifrada<sup>1</sup>.

El Sistema Troncalizado del Ejército es un sistema de importancia vital para el ejercicio de las operaciones militares y de ámbito interno en el Ejército ecuatoriano. Analizar sus capacidades de operación permitirá conocer sus fortalezas y limitaciones para posteriormente proponer acciones que permitan minimizar las debilidades y maximizar las fortalezas del sistema.

El campo de las comunicaciones móviles requiere de una inversión inicial onerosa, considerando la importancia de una infraestructura robusta con una plataforma de hardware y software abiertos que permitan la intercomunicación

---

<sup>1</sup> Ocultar datos mediante una clave para que no puedan ser interpretados

con otras tecnologías y escalabilidad conforme a las necesidades de los usuarios y sus aplicaciones.

El sistema troncalizado de comunicaciones se lo define como un medio de comunicaciones digital en el cual los usuarios comparten todos los canales disponibles según las frecuencias asignadas, evitando que estén dependiendo de un canal determinado y no permita transmitir su mensaje si este canal se encuentra operando.

El cumplimiento efectivo de la misión del Ejército ecuatoriano demanda de personal técnicamente capacitado, material y equipo técnico y tecnológico que garantice el cumplimiento cabal de las operaciones ante las actuales y futuras amenazas.

El mejoramiento de la capacidad operativa del Ejército se apoya en una de las capacidades de Fuerzas Armadas identificada, según el Manual de Capacidades de Fuerzas Armadas (2016) Comando y Control<sup>2</sup>, es la capacidad que se operacionaliza a través de un sistema de comunicaciones troncalizado que tiene como propósito mantener el enlace con las unidades militares en todos los niveles de la conducción militar, lo cual favorece a la toma de decisiones oportunas.

El Ejército ecuatoriano dispone de un sistema troncalizado en una plataforma APCO P25 IP, que opera cerca de una década con las limitaciones de tecnología y medios técnicos, para mantener su operación, este sistema ha sido actualizado frecuentemente de acuerdo a la disponibilidad presupuestaria de la Fuerza Terrestre.

---

<sup>2</sup> Comando y control.- Capacidad que busca disponer de los sistemas de información y de comunicaciones que integren los niveles estratégico, operacional y táctico, y permitan ejercer, de forma rápida y eficaz, las funciones de mando y control e información en la conducción de operaciones y la gestión de crisis.

En la actualidad la planificación y ejecución de las operaciones militares y en el ámbito interno se enmarcan en un ambiente incierto y complejo, en el cual se incrementa la incertidumbre como un factor preponderante para lograr la efectividad al momento de realizar las operaciones. Los eventos naturales adversos se destacan por ser impredecibles, la condición inestable demanda de conocimiento, flexibilidad, rapidez e iniciativa en todos los niveles, ante lo cual un sistema de comando y control eficiente se torna necesario.

Por lo tanto, la limitada cobertura de los sistemas de comunicaciones troncalizados, en lo que respecta a la cobertura en el territorio nacional, restringe la ejecución de operaciones (en apoyo a las instituciones del Estado), en el evento de producirse una catástrofe natural, una acción violenta contra los grupos más vulnerables del país, colocando en situación de riesgo a los ciudadanos.

## **2.2 Fundamentación teórica**

Los sistemas son integrales caracterizadas por ciertos atributos que tienen relaciones entre sí y están localizadas en un cierto ambiente, de acuerdo con un cierto objetivo. Bajo este contexto, los sistemas de comunicaciones del Ejército se relacionan entre sí para lograr el fin deseado. Los sistemas de comunicaciones deben ser eficientes, continuos, permanentes y confiables, de manera que permitan garantizar un canal de comunicaciones permanente que brinde a los usuarios, la seguridad requerida tanto en operaciones militares como en las actividades administrativas.

Es indispensable que el sistema de comunicaciones articule la planificación estratégica (direccionamiento estratégico), la gestión por procesos, gestión de riesgos, gestión de talento humano, gestión por resultados, control de gestión, gestión de la comunicación e información. Componentes que deben

guardar una correlación para asegurar el cumplimiento de los resultados esperados.

### **2.2.1 Antecedentes de la investigación**

En la tesis de titulación presentada por Nepataly Gilberto Lazcano Cortés sobre el tema “Diseño del sistema troncalizado de radio para el área metropolitana de Guayaquil” que fue implementado por la Superintendencia de Telecomunicaciones, se determina que la existencia de grandes edificaciones constituyen un obstáculo, teniendo como resultado la resección de una señal baja, a diferencia de los lugares donde las edificaciones son menores o no existen, así mismo que al saturarse el sistema, éste se soluciona “aumentando las repetidoras en la ciudad o considerar un nuevo sitio de repetición” (Lazcano, 1997).

El proyecto para la “ampliación del sistema troncalizado para atender los requerimientos operacionales” planteado por la DTICFT, en el cual se ha presupuestado alrededor de siete millones de dólares, especialmente para: Adquisición de infraestructura física, Conectividad, Sitios de repetición, Suscriptores con encriptación digital, Mejoras de energía existente, Servicios técnicos administrativos y de integración y Capacitación en fábrica a 10 personas o más.

## **2.3 Fundamentación Conceptual**

**Sistema:** Según el diccionario de términos Eléctricos y Electrónicos del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), “Sistema es un todo integrado, aunque compuesto de estructuras diversas, interactuantes y especializadas. Cualquier sistema tiene un número de objetivos, y los pasos asignados a cada uno de ellos pueden variar ampliamente de un sistema a otro. Un sistema ejecuta

una función imposible de realizar por una de cualquiera de las partes individuales. La complejidad de la combinación está implícita”.<sup>3</sup>

**Sistema de Telecomunicaciones:** La *International Telecommunication Union* (ITU) define a un sistema de telecomunicaciones como “toda emisión, transmisión y recepción de signos, señales, escritos e imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos”.<sup>4</sup>

**Sistema Troncalizado:** Se define como “Un sistema de radiocomunicaciones que utiliza múltiples pares de frecuencias para establecer comunicaciones mediante el acceso en forma automática a estos canales”<sup>5</sup>.

**Red:** Se define como “una serie de puntos o nodos interconectados”.<sup>6</sup> Las redes pueden interconectarse con otras redes que contienen subredes. Al unir varios sistemas se logra conformar una red.

**Transmisión full dúplex:** La transmisión de los datos se produce en ambos sentidos al mismo tiempo, un extremo que está recibiendo datos puede al mismo tiempo estar transmitiendo información<sup>7</sup>.

**Área de cobertura:** En telecomunicaciones, el término cobertura se refiere al área geográfica en la que se dispone de un servicio.<sup>8</sup> Suele aplicarse a comunicaciones radioeléctricas, pero también puede emplearse en servicios de cable. Las estaciones transmisoras y las compañías de telecomunicaciones

---

<sup>3</sup> <http://www.teltronic.es/filesUpload/MIGUELALANDREN Migración.pdf>

<sup>4</sup> [www.intescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.DOC](http://www.intescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.DOC)

<sup>5</sup> [www.mtorola.com/concepto/definición/0](http://www.mtorola.com/concepto/definición/0)

<sup>6</sup> <http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinición/0>

<sup>7</sup> <http://www.eveliux.com/mx/Modos-Simplex-Half-Duplex-y-Full-Duplex.html>

<sup>8</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura\\_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura_(telecomunicaciones))

generan mapas de cobertura que le indican a sus usuarios el área en la ofrecen sus servicios<sup>9</sup>.

**Antena de telecomunicaciones:** Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia/desde el espacio libre. Una antena transmisora transforma corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa. En el caso de que las antenas estén conectadas por medio de guía ondas, esta función de transformación se realiza en el propio emisor o receptor. Se utilizan en la radio, televisión, teléfonos móviles, routers inalámbricos, mandos remotos, etc., unas veces visibles y otras ocultas en el interior del propio dispositivo (Hidrovo, 2013).

## 2.4 Fundamentación Legal

El marco legal vigente que sustenta el accionar las Fuerzas Armadas relacionadas con el empleo de los medios y recursos son las siguientes:

- La Constitución de la República del Ecuador en su Art. 158 Las Fuerzas Armadas son instituciones de protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos.
- Las Fuerzas Armadas tienen como misión fundamental la defensa de la soberanía e integridad territorial y, complementariamente, apoyar en la seguridad integral del Estado de conformidad con la ley.
- La ley Orgánica de la Defensa Nacional en su artículo 16 dispone las atribuciones del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas:
- Planificar el empleo de las Fuerzas Armadas, para contribuir al mantenimiento de la seguridad nacional y, planificar el empleo militar de la Fuerza Auxiliar y de los órganos de apoyo a la defensa, además de Proponer las adquisiciones de material bélico para las Fuerzas Armadas, establecidas en los planes correspondientes.

---

<sup>9</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura\\_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura_(telecomunicaciones))

- Estudiar, emitir y remitir a través del Ministro de Defensa Nacional los informes técnico-militares, previo a la decisión de las instituciones competentes del Estado, sobre los siguientes asuntos relacionados con la seguridad nacional, entre otros: Proyectos de construcción de vías terrestres, puertos, aeropuertos y sistemas de comunicaciones;

## 2.5 Características de los sistemas troncalizados

Los sistemas troncalizados son sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, formando grupos, justamente por esta razón (Vera, 2002), manifiestan que “el mercado de los sistemas troncalizados se orientan a los servicios públicos, la seguridad y el transporte, ya que son los que mayormente necesitan comunicarse en grupo”, La verdad que el establecimiento de las comunicaciones de forma agrupada cada vez va tomando importancia, considerando que permiten ser configuradas por los usuarios, quienes administran los grupos de conversación de acuerdo a las necesidades.

Estos sistemas pueden funcionar en área local o en área extendida, sus modos de empleo pueden ser en los modos simplex, semi-duplex con push to talk “pulse para hablar”<sup>10</sup>, y régimen de espera, permite ser selectivos en las llamadas, pueden ser en grupos o subgrupos, con diferente nivel de prioridad, además dispone de las siguientes características:

- Los suscriptores individuales utilizan el sistema solamente periodos cortos de tiempo, y una gran cantidad de usuarios no utilizan el sistema en forma simultánea.
- Los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática y organizada.

---

<sup>10</sup> Método que consiste en pulsar el botón del radio para transmitir y liberarlo para recibir.

- Cuando se requiere, dependiendo del tipo de servicio, es posible el establecimiento de canales prioritarios de emergencia que predominarían sobre el resto de comunicaciones del grupo.
- Los canales son asignados dinámicamente en tiempo real, de acuerdo a la necesidad del usuario.
- Las bandas de frecuencia atribuidas para el empleo de este sistema es de 806 a 824 MHz y 851 a 869 MHz (denominada banda de 800 MHz).
- Mejor aprovechamiento del espectro a través de dos factores básicos y fundamentales:
  - 1) Todos los usuarios comparten todos los canales.
  - 2) ningún canal permanece libre mientras existe necesidad comunicacional.
- Los usuarios escuchan sólo la conversación destinada a ellos, pues en aquel momento poseen privacidad por el uso exclusivo del canal asignado.
- Garantiza la confiabilidad ya que cuando el sistema presente fallas, los usuarios asignados a este canal no pierdan la capacidad de comunicación.

## **2.6 Arquitectura de los Sistemas de comunicaciones troncalizados**

El acelerado crecimiento de la tecnología han permitido una evolución asombrosa de las telecomunicaciones, pero lo más sorprendente es, la forma cómo se logra la transferencia de la información, donde los sistemas de comunicaciones convencionales están siendo relegados por los sistemas de comunicaciones digitales, se deja de lado la modulación analógica y se introduce al mundo la modulación digital, tanto para voz como para datos.

El sistema convencional cuenta con un canal determinado y si un usuario desea comunicarse con un usuario de otro grupo debe cambiar al canal que está asignado su usuario de destino; cuando este canal se encuentre ocupado le resultaría imposible al usuario transmitir su mensaje. El sistema troncalizado no depende de un canal determinado para transmitir su mensaje, pueden

comunicarse aún si el canal se encuentra ocupado. Así si un usuario desea transmitir un mensaje de voz o de datos, el sistema le otorga un canal libre y si no tuviera un canal libre en ese momento, el usuario queda en la cola de espera por un tiempo determinado (Maxigroup, 2015).

Actualmente el sistema troncalizado es computarizado, por lo tanto, posee elementos de control que detectan inmediatamente los errores que se presenten en su funcionamiento. Así mismo, dependiendo del tipo de sistema, tiene mecanismos automáticos para evitar que el sistema falle completamente en caso de que algún componente quede fuera de servicio, porque los parámetros de operación son programables de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

Antes de definir al sistema troncalizado, primeramente se analizará la troncalización que nace de la similitud con las líneas “troncales” usadas en los antiguos sistemas telefónicos con cables de cobre. En este contexto, la palabra “troncal” significa un camino compartido de comunicaciones entre dos o más usuarios, donde realizan y reciben llamadas entre ellos.

El sistema troncalizado definido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) "Es un sistema de radiocomunicaciones de los servicios fijo y móvil terrestre que utiliza múltiples pares de frecuencias, en las que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de los canales que estén disponibles"<sup>11</sup>. Según Motorola "Es un sistema de radiocomunicaciones que utiliza múltiples pares de frecuencias para establecer comunicaciones mediante el acceso en forma automática a estos canales"<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Este concepto es citado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

<sup>12</sup> Motorola Inc. Empresa estadounidense especializada en la electrónica y Las telecomunicaciones, establecida en Schaumburg, Illinois, en las afueras de Chicago.

Según (Ortega & Zambrano, 2009) dicen que un sistema troncalizado es “Un sistema de radiocomunicaciones, que se ofrece en un área de cobertura determinada y que gracias a la introducción de multi-frecuencias y a la aplicación de conceptos telefónicos, permite la compartición automática de canales en un sistema con múltiples repetidoras, que tiene su propio controlador encargado de coordinar todo el conjunto”.

Como se anotó, existen varias definiciones y se pueden seguir referenciando muchos más, sin embargo, toda esta cita tiene relaciones con conceptos que no se excluyen, sino por el contrario se articulan por sus características de transmisión de datos, eficiencia del espectro, confiabilidad y seguridad en las comunicaciones, garantizando una gran cantidad de opciones de comunicación flexibles, especialmente para usos en agencias gubernamentales, seguridad pública y servicios de emergencia.

## **2.7 Los Sistemas troncalizados en el Ecuador**

El Sistema de Radio Troncalizado en el Ecuador tiene sus inicios a fines de los 70's, este sistema aparece debido a la saturación de los sistemas móviles terrestres y Sistemas de Radio Convencionales; la Troncalización ofrece una mayor eficiencia en el uso de los canales radioeléctricos. Los canales radioeléctricos son utilizados para transmitir o recibir comunicaciones en tiempo real (de voz o datos) entre equipos de radios portátiles o móviles (Romero, 2016).

Los avances de la tecnología han evolucionado el mundo, demandando modernas aplicaciones para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, provocando que los sistemas convencionales a través de la historia sufran una transformación, exigiendo de esta manera, que la tecnología de las comunicaciones evolucione y se piense en el desarrollo de una nueva propuesta

tecnológica, donde el intercambio de la información se desplace libremente a través de sistemas troncalizados.

Precisamente por lo antes indicado ha sido necesario el reemplazo de sistemas analógicos por sistemas digitales y cambiar la canalización; sin embargo esta acción implica una inversión económica considerable; debido a que, en los casos en que se cuente con canales Quantar<sup>13</sup>, se debe migrar a canales con tecnología digital, que permita la canalización de 25 KHz y 12,5 KHz.

### **2.7.1 Organismos reguladores de las telecomunicaciones**

El titular de esta cartera de Estado, es el Ministerio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), organismo que se encarga de apoyar el proceso de mejoramiento de los servicios que prestan las instituciones del sector de telecomunicaciones, coordinar las acciones para a través de políticas y proyectos promocionar la Sociedad de la Información y del Conocimiento y las Tecnologías de la Información y Comunicación.

La misión fundamental del MINTEL es “Ser el órgano rector del desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en el Ecuador, que incluyen las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico, que emite políticas, planes generales y realiza el seguimiento y evaluación de su implementación, coordinando acciones con los actores de los sectores estratégicos para garantizar el acceso igualitario a los servicios y promover su uso efectivo, eficiente y eficaz, que asegure el avance hacia la sociedad de la información para el buen vivir de la población ecuatoriana”<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Equipo analógico, que solo permite canalización 25 KHz

<sup>14</sup> Misión del MINTEL, tomada de la <https://www.telecomunicaciones.gob.ec>

Otro organismo encargado de regular es la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), institución que está adscrita al Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. Su misión es “Regular, administrar y controlar el uso, explotación y aprovechamiento del espectro radioeléctrico y los servicios del régimen general de las telecomunicaciones con la finalidad de garantizar el derecho al acceso a servicios convergentes con cobertura y disponibilidad óptimas; en un ambiente de competencia, universalidad y a precios asequibles; precautelando la seguridad de las comunicaciones y protección de datos en todo el territorio nacional”<sup>15</sup>.

### **2.7.2 Los Sistemas troncalizados privados**

Los sistemas troncalizados en el Ecuador en el campo privado, según (ARCOTEL, <http://www.arcotel.gob.ec/>, 2015) estuvo representado por las empresas BRUNACCI S.A., COMOVEC S.A., MARCONI S.A., MONTTCASHIRE S.A., MULTICOM S.A. y RACOMDES S.A., estas empresa ostentaban el respectivo Título Habilitante<sup>16</sup> para la explotación del servicio de sistemas troncalizados; como se muestra en la tabla 1, el número de abonados a nivel nacional fue de 25.109 y la empresa con mayor participación en el mercado estuvo representado por MULTICOM S.A. con el 30,35%.

---

<sup>15</sup>Misión de ARCOTEL, tomada de la <http://www.arcotel.gob.ec/>

<sup>16</sup> Autorización de operar bajo la autorización de la Agencia Reguladora de control de Telecomunicaciones

**Tabla 1**  
*Usuarios del sistema troncalizado*

EMPRESA	NUMERO DE ABONADOS	PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DEL MERCADO - TRONCALIZADOS
BRUNACCI	3.143	12,52%
COMOVEC	2.526	10,06%
MARCONI	2.862	11,40%
MONTTCASHIRE	4.274	17,02%
MULTICOM	7.620	30,35%
RACOMDES	4.684	18,65%
<b>Total:</b>	<b>25.109</b>	<b>100%</b>

Fuente: ARCOTEL, marzo 2015.

A finales del 2015 las compañías MONTTCASHIRE S.A., BRUNACCI CIA. LTDA. y COMOVEC S.A., presentaron la respectiva solicitud para la devolución total de las frecuencias otorgadas y la suspensión de la renovación de sus respectivos títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones a través de sistemas troncalizados. Mediante resoluciones Nros. ARCOTEL-2016-0509, ARCOTEL-2016-0510 y ARCOTEL-2016-0511 de 31 de mayo de 2016, se declaró la terminación de los títulos habilitantes de las empresas BRUNACCI CIA. LTDA., MONTTCASHIRE S.A., y COMOVEC S.A., respectivamente.

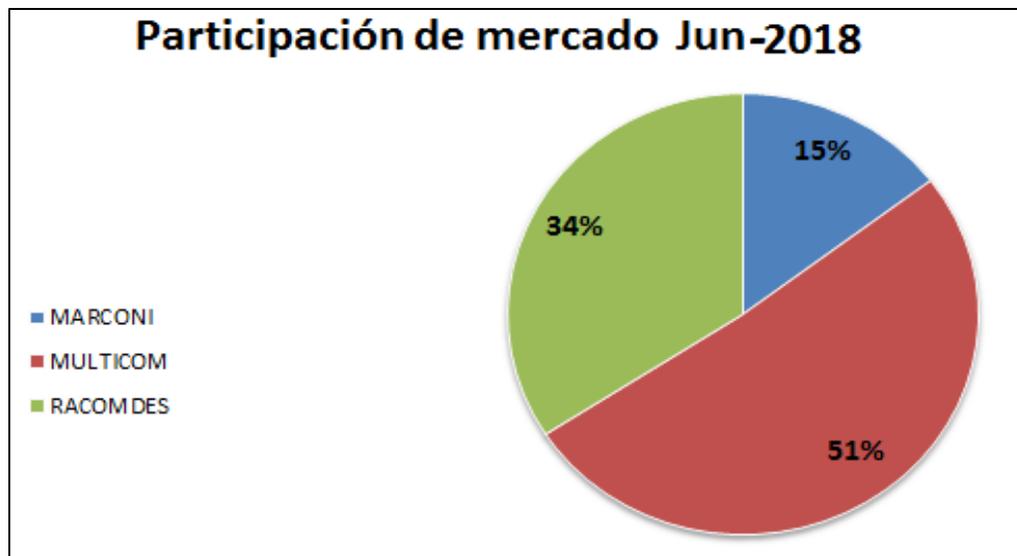
Actualmente, los sistemas troncalizados en el Ecuador en el campo privado según (ARCOTEL, 2018) están representados únicamente por las empresas MARCONI S.A., MULTICOM S.A. y RACOMDES S.A., con un total de terminales de 14,435 para la explotación del servicio de sistemas troncalizados. Como se muestra en la tabla 2, la empresa con mayor participación en el mercado a nivel nacional es MULTICOM S.A. con 7.390 terminales.

**Tabla 2**  
*Usuarios sistemas troncalizados privados*

Mes	Empresa	Número de Terminales
abr-18	MARCONI	2.121
abr-18	MULTICOM	7.372
abr-18	RACOMDES	4.891
	<b>Total:</b>	<b>14.384</b>
may-18	MARCONI	2.098
may-18	MULTICOM	7.409
may-18	RACOMDES	4.897
	<b>Total:</b>	<b>14.404</b>
jun-18	MARCONI	2.115
jun-18	MULTICOM	7.390
jun-18	RACOMDES	4.930
	<b>Total:</b>	<b>14.435</b>

Fuente: ARCOTEL, Agosto 2018.

Mientras que la empresa con mayor participación en el mercado a nivel nacional actualmente es MULTICOM S.A. con el 34%, como indica la figura1.



**Figura 1** Participación de mercado de los sistemas troncalizados privados

### 2.7.3 Los Sistemas troncalizados para la seguridad pública

Según (Riofrio, 2015), indica que “En el Ecuador se utilizan sistemas troncalizados en la banda de UHF (806 – 811 MHz y 851 – 856 MHz, 811 – 824 MHz y 856 – 869 MHz) para las comunicaciones de seguridad ciudadana<sup>17</sup>; seguridad externa<sup>18</sup> y Transito y movilidad<sup>19</sup>; debido a que, permiten brindar mayor eficiencia en el uso de recursos radioeléctricos”. Estos sistemas son utilizados para transmitir voz y datos ya que tienen una capacidad de una selección dinámica y automática de canales, permitiendo aplicar estándares de seguridad en las comunicaciones; a estos sistemas de comunicación se los denomina como sistemas de comunicación de misión crítica.

Los sistemas de Radiocomunicaciones para Misión Crítica según (Interexport, 2015), “Responden a situaciones en las cuales es fundamental salvar vidas, proteger la integridad física de las personas y mantener la operación de procesos industriales de alta relevancia”. Durante una catástrofe, desastre natural o ante una situación que afecte la seguridad de un estado, estos sistemas ofrecen una respuesta rápida y eficiente a sus requerimientos de comunicación basados en sistemas seguros, robustos, interoperables y de alta disponibilidad.

Inicialmente, cada institución del estado administraba su red troncalizada independientemente, las primeras instituciones del Ecuador en implementar su red fueron la Fuerza Terrestre, la Policía Nacional, la Comisión de Tránsito del Ecuador posteriormente el Cuerpo de Bomberos; lo que representó para el Estado Ecuatoriano una onerosa inversión, puesto que para la implementación

---

<sup>17</sup> La competencia del tratamiento a incidentes o emergencias relacionadas con la Seguridad Ciudadana en el Ecuador le corresponde a Policía Nacional.

<sup>18</sup> La competencia del tratamiento a incidentes o emergencias relacionadas con la Seguridad Externa y Territorial en el Ecuador le pertenece a Fuerzas Armadas.

<sup>19</sup> La competencia del tratamiento a incidentes o emergencias relacionadas con Transito o Movilidad en el Ecuador le pertenece a las Unidades de Transito conformadas por la Comisión de Transito del Ecuador, la Policía Nacional y las Unidades Municipales de Transito

de cada red se requiere adquirir infraestructura, centros de control y administración, torres, sitios de repetición, medios de transmisión, personal especializado, entre otros; sin embargo, por el alto costo que representa ninguna de estas redes alcanzó una cobertura del 100% en el territorio nacional.

En lo referente a la red troncalizada de la Policía Nacional, ésta brindaba una cobertura poblacional del 65% a nivel nacional, a través de 26 sitios de repetición y 229 canales de comunicación<sup>20</sup>. La red troncalizada de la Comisión de Tránsito del Ecuador, ésta brindaba cobertura solo en las provincias en las cuales tenía competencia (Guayas, Santa Elena y Manabí), a través de 8 sitios de repetición y 73 canales de comunicación<sup>21</sup>. El análisis del sistema troncalizado del Ejército se lo realizará en el próximo capítulo.

Como se puede evidenciar, los esfuerzos de las instituciones del estado fueron aislados en este campo, con una cobertura insipiente. En este contexto, el Presidente de la República con la visión de integrar en una sola red de Seguridad Pública a nivel nacional que permita brindar comunicaciones de misión crítica con una cobertura poblacional del 100%, dispone el desarrollo del Proyecto de la Red Nacional Troncalizada (RNT).

## **2.8 La Red Nacional Troncalizada**

La RNT fue creada para satisfacer los requerimientos de instituciones del Estado bajo cuya responsabilidad se encuentre el manejo de la seguridad integral, control de tránsito y servicios de emergencias naturales o antrópicas, tal es el caso de instituciones como: Ministerio del interior, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Policía Nacional, Fuerzas Armadas, Comisión de Tránsito del Ecuador y centros operativos del Servicio Integrado de Seguridad.

---

<sup>20</sup> Fuente: Comisión Técnica para el Manejo y Gestión de la Red Nacional Troncalizada, marzo 2015.

<sup>21</sup> Fuente: Comisión Técnica para el Manejo y Gestión de la Red Nacional Troncalizada, marzo 2015.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, a través de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), contribuye a la construcción de un país seguro, mediante el aporte de la TIC al progreso del país. CNT bajo el amparo de las políticas de estado, en la actualidad se ha convertido en un socio de la tecnológica del país, considerando que dispone la infraestructura necesaria para poder ejecutar diferentes proyectos relacionados con la seguridad. La CNT en la actualidad es la encargada del mantenimiento y la administración de la Red Nacional Troncalizada. (alban, 2010).

Según (Rodas, 2015) indica que “la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P., realizó una inversión que supera los 50 millones de dólares, lo que consiguió dotar de una cobertura geográfica del 95%, esto quiere decir que se brinda el servicio a zonas con mayor densidad poblacional o zonas urbanas, dejando con escaso servicio a zonas rurales y urbano marginales; por lo cual, a nivel territorial existen varios sitios sin cobertura; actualmente la red cuenta con 83 sitios de repetición, 726 canales de comunicación y 23.272 usuarios”. La figura 2, indica la cobertura de la RNT hasta el año 2015.



**Figura 2** Cobertura de la Red Nacional Troncalizada hasta el año 2015.  
Fuente: CNT, mayo 2015

La Red Nacional Troncaizada dispone de una infraestructura robusta que materializa los enlaces entre plataformas de comunicaciones gubernamentales, lideradas por el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. A esta red se encuentran integrados organismos de respuesta articulados<sup>22</sup> para casos de accidentes, desastres y emergencias, brindando atención oportuna a la ciudadanía, a través de Fuerzas Armadas, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Comisión Nacional de Tránsito, Ministerio de Salud Pública, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Secretaría de Gestión de Riesgos, Cruz Roja Ecuatoriana y otros organismos de respuesta inmediata.

Contextualizando lo mencionado, la Red Nacional Troncalizada opera en la banda de los 800 MHz, la rectoría está a cargo del Comité Intersectorial del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911<sup>23</sup>, la administración general y dirección está a cargo de la Comisión Técnica Interinstitucional para el Manejo y Gestión de la Red Nacional Troncalizada, la administración técnica operativa está bajo la responsabilidad de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P, la gestión operativa en cuestión de comunicaciones está a cargo de cada entidad usuaria<sup>24</sup>.

Según la coordinación técnica del Sistema Integrado de Seguridad, la Red Nacional Troncalizada al momento trabaja bajo un estándar APCO P25<sup>25</sup> versión 7.11, tecnología que al momento puede ser reemplazada por la versión 7.18. , lo que le permitirá aumentar su eficiencia espectral teniendo como resultado comunicaciones más efectivas.

---

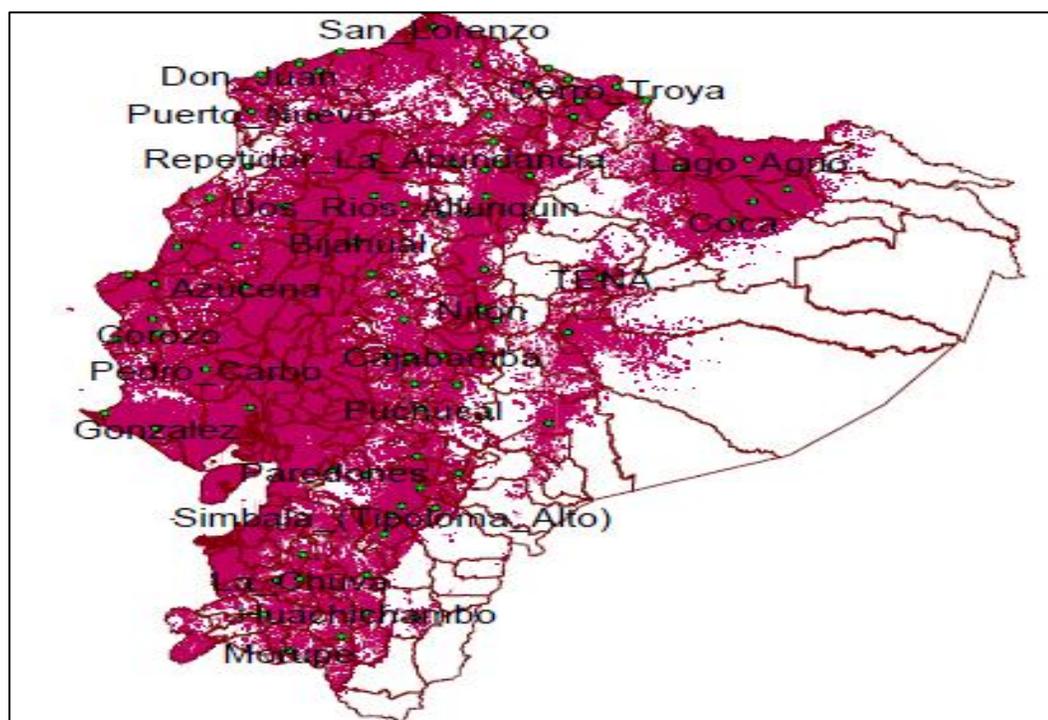
<sup>22</sup> Unir y ordenar los elementos de un todo a través de un conjunto de artículos de un tratado, de una ley, de un reglamento.

<sup>23</sup> Servicio de respuesta inmediata e integral a una determinada emergencia

<sup>24</sup> información adquirida de la página oficial del MINTEL.

<sup>25</sup> Estándar Americano APCO-25 (Asociación de Representantes de las Comunicaciones de Seguridad Pública)

Actualmente la Red Nacional troncalizada, cuenta con 96 sitios de repetición, alcanzando una cobertura a nivel nacional del 93%, como indica la figura 3. Según información proporcionada por el Ing. Alex Moreno, Coordinador técnico del SIS ECU 911, en las instalaciones de ECU 911. Esta amplia cobertura abarca áreas de interés para Fuerzas Armadas, ya que permitan el buen desarrollo de las operaciones militares, así como satisfacer los requerimientos de instituciones del Estado bajo cuya responsabilidad se encuentre el manejo de la seguridad y la atención de emergencias naturales o antrópicas en todo el territorio ecuatoriano.



**Figura 3** Cobertura de la Red Nacional Troncalizada hasta el año 2018.

Fuente: ECU 911, JUNIO 2018

## 2.9 Sistemas de variables

En el diseño de la investigación se han identificado las siguientes variables independientes y dependientes:

- Variable Independiente: Medios y equipos de comunicaciones con tecnología de vanguardia.
- Variable Dependiente:
  - 1) Mantenimiento del Mando y control en las operaciones militares.
  - 2) Cobertura de los sistemas de comunicaciones a nivel todo el territorio nacional). La operacionalización se muestra en el numeral 2.11

## 2.10 Hipótesis

La hipótesis que ha servido de base para el desarrollo de la investigación es: “A mayor disponibilidad y uso de medios, equipos e infraestructura de comunicaciones con tecnología de vanguardia, mejora el mando y control en la ejecución de las operaciones militares en el territorio nacional”

## 2.11 Tabla de operacionalización de la (s) variable (s)

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

Cuadro de Operacionalización de Variables
<p><b>Objetivo General.</b> Analizar las capacidades del sistema de comunicaciones troncalizado de la Fuerza Terrestre y recomendar una solución para aumentar y mejorar la cobertura de los enlaces en todo el país, incrementando las capacidades operativas del sistema de comunicaciones y crear las mejores condiciones para cumplir con éxito con la misión constitucional.</p>

Ord.	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
1	Mantenimiento del Mando y Control.  <i>(Cobertura del sistema de comunicaciones troncalizado)</i>	Mayor o menor posibilidad del sistema funcional con equipos en la tecnología de vanguardia.	Equipos  Infraestructura  Personal entrenado  Cobertura Geográfica a nivel nacional.	Tecnología de punta.  Cantidad de sitios de repetición  Conocimientos sobre operación de equipos  Contar con señal de radio a nivel nacional.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Modalidad de la investigación

Para los propósitos del trabajo de investigación se realizarán actividades relativas a la investigación documental, en la cual se realizará una revisión bibliográfica sobre las normas, procedimientos, procesos, análisis de planes e informes, cuerpos doctrinarios del empleo del sistema de comunicaciones en la Fuerza Terrestre.

Se diseñaran instrumentos de medición para determinar la capacidad de operación del sistema de comunicaciones troncalizado, así como se estructura una hoja de ruta que permita guiar las actividades de campo.

El trabajo de campo consistirá en el levantamiento de información (registros / estadísticas), lo cual nos permitirá realizar una contrastación de la hipótesis planteada.

Una vez obtenidos los resultados de la investigación se procederá a realizar la adecuación de una propuesta a través de un análisis técnico con las recomendaciones pertinentes para fortalecer la operación del Sistema Troncalizado del Ejército, con lo cual se concluye el proceso de investigación de las capacidades del sistema de comunicaciones así como determinar la viabilidad para el mantenimiento del mando y control.

Los paradigmas de investigación cuantitativo y cualitativo serán utilizados durante el desarrollado de este trabajo. El paradigma de investigación cuantitativo se empleará inicialmente para poder establecer cantidad de equipos,

cobertura, infraestructura, personal capacitado, etc., a fin de determinar la situación actual del Sistema Troncalizado del Ejército y su viabilidad futura. El paradigma de investigación cualitativo permitirá la obtención de información, opiniones, recomendaciones y sugerencias del personal que está directamente relacionado con la investigación. Posteriormente al proponer soluciones al problema también se estará utilizando paradigma cualitativo.

### **Por el objetivo**

Para el presente trabajo de investigación se ha analizado las capacidades del Sistema Troncalizado del Ejército sobre la base de las informaciones obtenidas de personal que conocen como opera el sistema troncalizado.

### **Por el enfoque**

La investigación se ha desarrollado por el método cuali-cuantitativa para estudiar de manera concreta e integral la muestra, que por las especificidades de la población objetivo es pequeña, lo cual nos permite obtener puntos de vista divergentes desde distintas perspectiva de los expertos.

### **Por el lugar**

Por la característica del proyecto es preciso señalar que los datos a obtener e incorporar serán producto de investigación sobre la evolución del Sistema, relacionado a hechos históricos y en situaciones de emergencia en los que ha sido requerido el empleo el S.T.E<sup>26</sup> y de campo.

---

<sup>26</sup> Sistema Troncalizado del Ejército

### **3.2 Tipo de investigación**

Utilizaremos la investigación fundamental porque necesitamos en base a la información obtenida o recopilada hacer entendible el problema de estudio, vista se irá incorporando a aquella información existente. Además definir e identificar las tendencias a nivel global sobre los Sistemas Troncalizados.

### **3.3 Diseño de la investigación**

Será tanto una Investigación cuantitativa con datos primarios y secundarios como una investigación cualitativa, pues se pretende describir los hechos o sucesos en su medio natural, con información cualitativa que se traduce en un estudio de tipo investigación-acción participativa.

Para el desarrollo del presente proyecto utilizaremos la Investigación descriptiva, ya que necesitamos investigar la realidad actual del Sistema Troncalizado del Ejército y obtener información necesaria para identificar los problemas que se presenten en la investigación y para llegar al conocimiento de las causas en el fin último de la investigación que se va a realizar. La investigación descriptiva nos permite obtener datos y características de la población, además responde las preguntas: quien, que, donde, cuando, como.

Particularmente en esta investigación, pretende explicar el estado actual del Sistema Troncalizado del Ejército, los problemas de comunicación relacionados a los enlaces, sitios de repetición y la cobertura, el estado de los equipos, infraestructura disponible y número de recursos capacitados.

### **3.4 Niveles de investigación**

Por la naturaleza de la investigación, el presente estudio pretende ser comprensivo, para luego del análisis explicar las capacidades y las limitaciones

del Sistema de Comunicaciones Troncalizado del Ejército, y predecir su viabilidad futura.

Sobre la base de lo expuesto la investigación fundamentalmente, está dirigida a dar una visión de cómo opera y cuáles son las características del Sistema Troncalizado; la parte explicativa se centrará en buscar las causas o los por qué de las limitaciones o estancamiento, es decir, se identificará el hecho con objeto de conocerlo a mayor profundidad, en este caso se determinara por qué el Sistema Troncalizado del Ejército no opera en área extendida en las 24 provincias del país.

De acuerdo a los métodos empleados para la investigación registramos principalmente el deductivo, inductivo entre otros.

### **3.5 Población y Muestra**

#### **Población**

Considerando la población como el conjunto de elementos del cual se toma la muestra, la población para la investigación está conformada por un total de 44 oficiales del arma de comunicaciones del Ejército ecuatoriano conocedores del Sistema Troncalizado, que prestan servicios o han prestado servicios en las unidades del arma de comunicaciones.

#### **Muestra**

De acuerdo a Cristina Ludewig<sup>27</sup> la muestra es el conjunto de casos extraídos de una población. Por lo tanto la muestra está conformada por los oficiales conocedores del Sistema Troncalizado de las unidades de comunicaciones del Ejército ecuatoriano como: Comando de Apoyo Logístico Electrónico (CALE); Batallón de Comunicaciones No.1 Rumiñahui (BC 1);

---

<sup>27</sup> Dra. Cristina Ludewig (Ludewig, 1998)

Dirección de Tecnologías Información y Comunicaciones de la Fuerza Terrestre (DTICFT), AGRUCOMGE, Escuela de Comunicaciones (ESCOM). Siendo la muestra de 39 oficiales del Ejército, habiéndose seleccionada especialmente de aquellos con mayor experiencia en dicho sistema y mostrado interés por participar.

El procedimiento llevado a efecto para el cálculo de la muestra es el procedimiento Probabilístico aleatorio<sup>28</sup>

Modelo para el cálculo de la Muestra

N	44	Número de elementos del Universo
Z	1.96	Nivel de confianza 95%
p	50%	Probabilidad de éxito
q	50%	(1 - p) Probabilidad de fracaso
e	5%	Error máximo admisible

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * \rho * q \cdot}{e^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * \rho * q}$$

Reemplazando:

$$n = \frac{42.2576}{1.0679}$$

$$n = 39.5707463$$

$$n = 39$$

Tamaño de la muestra:

$$n = 39 \text{ (número de elementos de la muestra)}$$

---

<sup>28</sup> Una muestra aleatoria o probabilística es aquella en la que todos los sujetos de la población han tenido la misma probabilidad de ser escogidos (Vallejo, 2012)

### 3.6 Técnicas de recolección de datos

Con el objeto de dar respuestas pertinentes a las interrogantes y objetivos específicos planteados se orientaran los medios a utilizar planteados para la presente investigación. Para lo cual se diseñará un cuestionario y un guion de entrevista para aplicación de forma directa. A través del cual se obtendrá la opinión de los sujetos de muestra sobre Sistema Troncalizado del Ejército, así como la factibilidad de aplicación del presente trabajo de investigación.

**La encuesta:** Esta servirá para determinar las opiniones de los usuarios y técnicos del sistema de comunicaciones.

#### 3.6.1 Instrumento (s)

Para el diseño de instrumentos de recolección de la información se ha considerado elaborar una encuesta que una vez aplicada a la población experta nos va permitir contar con las reales dimensiones de operación del Sistema de Comunicaciones troncalizado del Ejército y las recomendaciones para un empleo futuro.

#### 3.6.2 Validez y confiabilidad

Una investigación tiene un alto nivel de validez si al observar, interpretar una realidad se observa, aprecia esa realidad, es decir, que la validez puede ser definida por el grado o nivel en que los resultados reflejan una imagen clara y representativa de una realidad o situación dada. Además, la fiabilidad depende fundamentalmente de la elaboración de registros descriptivos e interpretativos, que sin caer en la estandarización, ayudan a regular los procesos.

### 3.7 Técnicas de análisis de datos

El análisis de los datos cualitativos o cuantitativos consistirá en reducir, categorizar, sintetizar y comparar la información con la finalidad de obtener una visión lo más clara posible de la realidad objeto de estudio.

**Tabla 4**

*Técnica de análisis de datos*

Datos	Forma de Recolección	Tratamiento
Definición y características	Encuesta Entrevista Análisis de contenidos	Análisis de contenido Categorizar y Sintetizar.
Datos técnicos y doctrina	Entrevista estructurada	Análisis de discurso

### 3.8 Técnicas de comprobación de hipótesis

La técnica empleada en la comprobación de la hipótesis en este estudio será la observación directa y la investigación documental; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática del tema de análisis. En la comprobación de la hipótesis se utilizará la entrevista a personal de expertos y los que conocen el funcionamiento del sistema troncalizado. La investigación documental se realizará permanentemente en toda la investigación especialmente para conformar el marco teórico.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Análisis e interpretación de los resultados

En esta fase se presentan, analizan e interpretan los resultados obtenidos con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación. Desde el punto de vista cuantitativo, los resultados, fueron clasificados, organizados, codificados y tabulados, de acuerdo a lo especificado en la muestra.

Los resultados, producto de la aplicación de los instrumentos a la muestra identificada, se presentan gráficos, que permiten ilustrar los hechos estudiados, atendiendo a las características de los mismos. Es necesario indicar que luego del análisis de los datos también se incluye la discusión de los mismos, los que aportan significativamente para la elaboración de la propuesta / informe final sobre el tema de investigación.

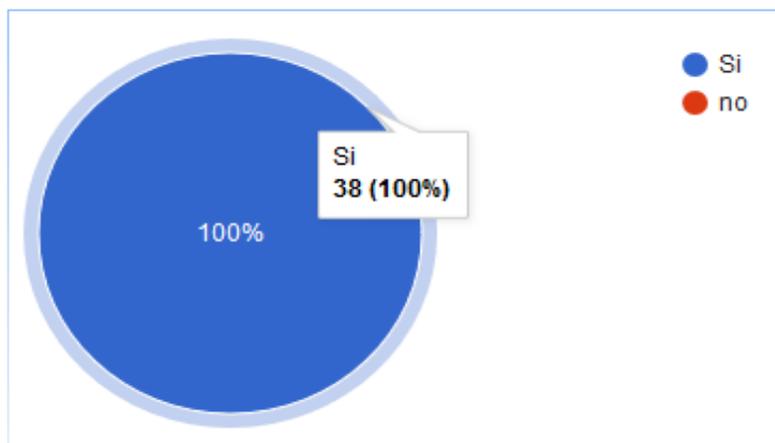
#### **Datos coleccionados de los expertos en Sistema de Comunicaciones Troncalizado del Ejército.**

##### **1. ¿Conoce usted el Sistema de Comunicaciones Troncalizado del Ejército?**

**Tabla 5**

*Opinión sobre conocimiento del sistema troncalizado*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	39	100%
	0	0%
<b>TOTAL</b>	39	100%



**Figura 4** Conocimiento del sistema de comunicaciones troncalizado

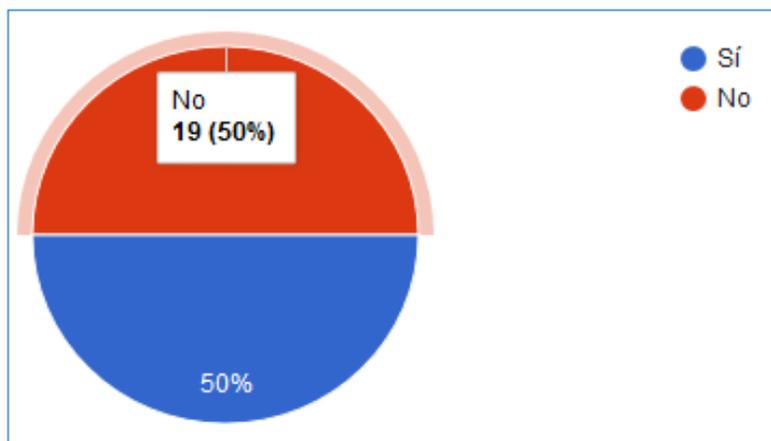
En función de la Figura 4, el 100% de los encuestados tienen conocimiento del sistema de comunicaciones troncalizado.

2. **¿Considera usted que el Sistema Troncalizado del Ejército presta las condiciones necesarias para operar para el cumplimiento cabal de las operaciones en el ámbito interno?**

**Tabla 6**

*Opinión sobre las facilidades del sistema troncalizado*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	19.5	50%
NO	19.5	50%
TOTAL	39	100%



**Figura 5** Facilidades que presta el sistema de comunicaciones troncalizado

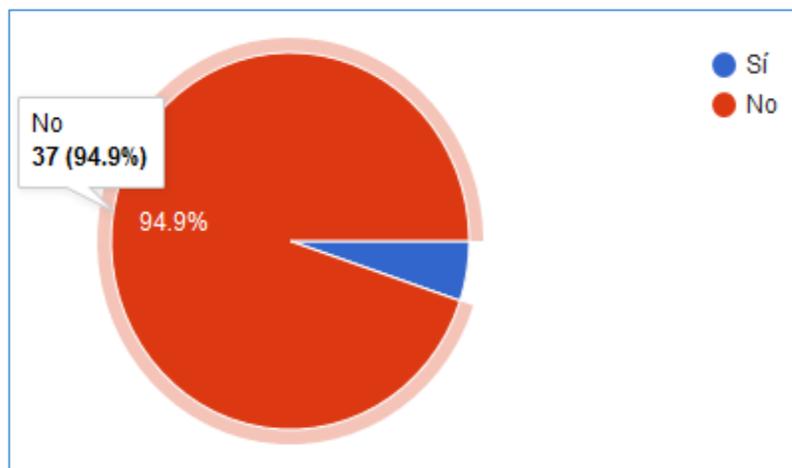
En función de la figura 5, el 50% de los encuestados consideran que el sistema de comunicaciones troncalizado presta las facilidades para el cumplimiento de las operaciones en el ámbito interno, el 50% consideran el sistema de comunicaciones troncalizado no presta las facilidades para el cumplimiento de las operaciones en el ámbito interno.

3. **¿Considera que el Sistema de Comunicaciones Troncalizado del Ejército tiene cobertura necesaria y suficiente para mantener el enlace, Comando y Control en las operaciones militares a nivel nacional?**

**Tabla 7**

*Opinión sobre cobertura del sistema troncalizado*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	37	94.9%
SI	2	5.1%
TOTAL	39	100%



**Figura 6** Opinión sobre cobertura a nivel nacional

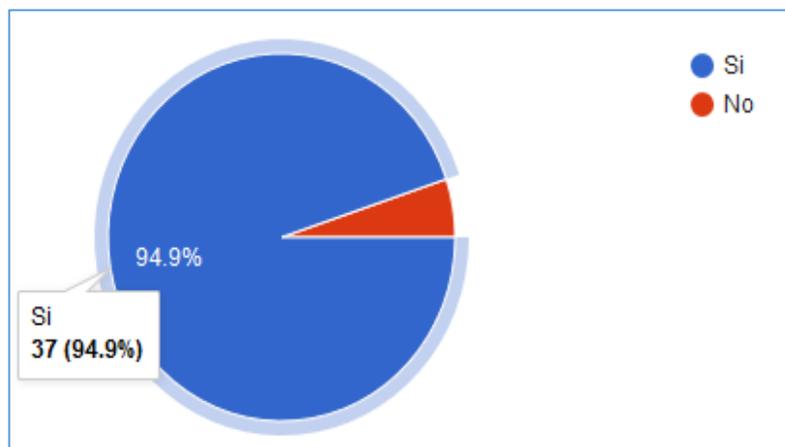
En función de la figura 6, el 94.9% de los expertos consideran que el Sistema de Comunicaciones troncalizado no tiene la cobertura necesaria y suficiente para mantener el enlace, comando y control en las operaciones de ámbito interno a nivel nacional, el 5.1% consideran el sistema de comunicaciones troncalizado tiene la cobertura necesaria y suficiente para mantener el enlace, comando y control en las operaciones de ámbito interno a nivel nacional.

**4. ¿Considera que los equipos del Sistema Troncalizado del Ejército requieren ser actualizados o modernizados?**

**Tabla 8**

*Opinión sobre los equipos de comunicaciones*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	37	94.9%
NO	2	5.1%
TOTAL	39	100%



**Figura 7** Opinión referente a la actualización de los equipos del STE

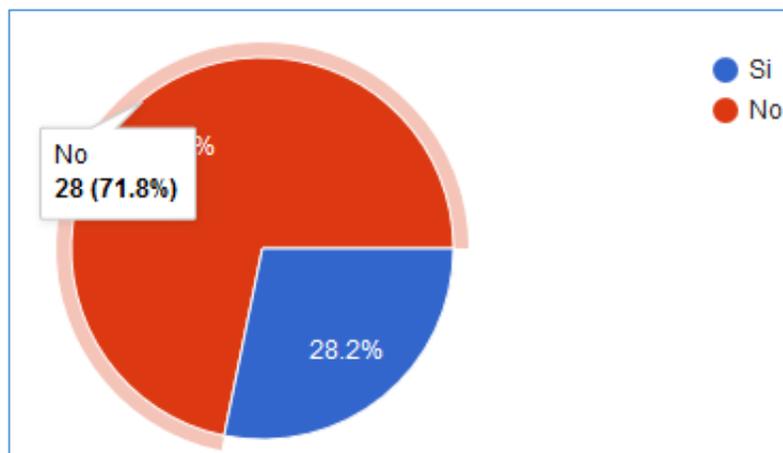
En función de la figura 7, el 94.9% de los expertos consideran que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado si requieren ser actualizados o modernizados, el 5.1% consideran que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado no requieren ser actualizados o modernizados.

5. De su experiencia dentro del sistema de comunicaciones ¿considera que la operabilidad de los equipos de comunicaciones del Sistema Troncalizado del Ejército fue efectivo durante la emergencia por el terremoto del 16 de abril del año 2016 en la costa ecuatoriana?

**Tabla 9**

*Opinión sobre la operabilidad del sistema*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO	28	71.8%
SI	11	28.2%
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>100%</b>



**Figura 8** Opinión sobre operabilidad de los equipos en el terremoto del 2016

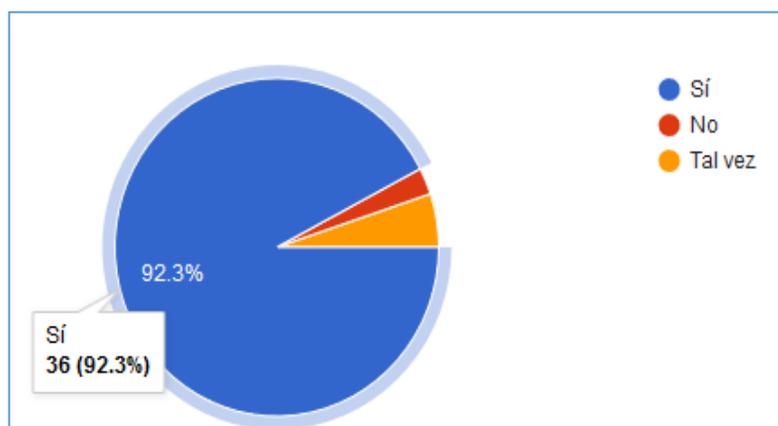
En función de la figura 8, el 71.8% de expertos consideran que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado no estuvieron operables durante la emergencia por el terremoto, el 28.2% consideran que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado sí estuvieron operables y fueron efectivos durante la emergencia por el terremoto.

**6. ¿Considera usted importante y necesario fortalecer y potenciar Sistema Troncalizado del Ejército?**

**Tabla 10**

*Opinión sobre fortalecimiento del sistema*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	36	92.3%
NO	1	2.6%
TALVEZ	2	5.1%
TOTAL	39	100%



**Figura 9** Opinión sobre el fortalecer el sistema troncalizado del Ejército

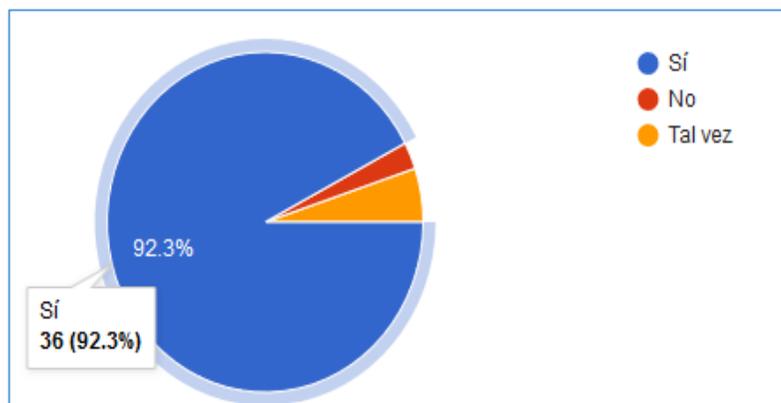
En función de la figura 9, el 92.3% de los expertos consideran que es necesario fortalecer y potenciar el sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército, el 2.6% equivalente a 1 experto considera que no es necesario fortalecer y potenciar el sistema de comunicaciones, el 5.1% equivalente a 2 expertos consideran que tal vez es necesario fortalecer y potenciar el sistema de comunicaciones el sistema el sistema de comunicaciones troncalizado no presta las facilidades para el cumplimiento de las operaciones en el ámbito interno.

**7. ¿Considera usted que es necesario la interconexión del Sistema Troncalizado del Ejército a la Red Nacional Troncalizada del país?**

**Tabla 11**

*Opinión sobre la interconexión a la RNT*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	36	92.3%
NO	1	2.6%
TALVEZ	2	5.1%
TOTAL	39	100%



**Figura 10** Opinión sobre necesidad de realizar la interconexión a la RNT

En función de la figura 10, el 92.33% de los expertos consideran necesaria la interconexión del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército a la red nacional troncalizada, el 2.6% considera no necesaria la interconexión del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército a la red nacional troncalizada, mientras que el 5.1% consideran que tal vez es necesaria la interconexión del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército a la red nacional troncalizada.

**8. Como especialista en sistemas de comunicaciones militares ¿Que recomendaría para mejorar y fortalecer el Sistema Troncalizado del Ejército?**

Recomendaciones de los encuestados:

- Aprovechar las tecnologías y aplicaciones instaladas por otras instituciones del estado.
- Ampliar a las provincias de la costa y oriente e interconectar con la red troncalizado nacional mediante el empleo de plataformas más flexibles y actuales.
- Para potenciar la infraestructura que se dispone se debería buscar la manera de ser parte del sistema troncalizado nacional y con esto

aumentar la cobertura a nivel nacional y a los lugares que al momento no tenemos cobertura con el sistema troncalizado del Ejército

- Realizar la interconexión con la Red Nacional Troncalizada
- La Modernización urgente del sistema y capacitación al personal técnico.
- Al no disponer de los suficientes recursos económicos, se debe ver la posibilidad de enlazarnos al sistema troncalizado que dispone la Red Nacional Troncalizada, (ECU 911) para fortalecer las comunicaciones a nivel nacional con una zona exclusiva para Fuerzas Armadas. Esta fue una de las deficiencias que tuvimos en el terremoto de abril 2016.
- Ser parte de la Red Nacional Troncalizada que dispone de 96 sitios de repetición.
- Las Fuerzas Armadas deben tener su propio sistema para la defensa Nacional del territorio con capacidad de integrarse a los sistemas existentes de otras instituciones. Nunca se debe dejar la administración de las comunicaciones de Fuerzas Armadas en poder de instituciones ajenas a la Defensa Nacional.
- Realizar un estudio de cobertura en la región amazónica con la finalidad de abarcar con los medios troncalizados toda esta región e integrarnos a red nacional troncalizada con las seguridades respectivas
- Integrar nuestro sistema con la Red Nacional Troncalizada, pero administrando el canal o los canales de forma privada por el Ejército para Fuerzas Armadas
- Las comunicaciones con el sistema troncalizado son empleadas en su mayoría para operaciones de ámbito interno y situaciones administrativas, por lo que se podría utilizar la infraestructura del Sistema Troncalizado Nacional para ampliación y mejoras, solo con seguridades para la Fuerza Terrestre ahí tendríamos una ampliación de la cobertura y reducción en costes de mantenimiento.
- El sistema Troncalizado al momento necesita actualizar su versión además ampliar su cobertura ya que tiene 17 sitios de repetición y no es

suficiente al menos se debería tener 30 sitios de repetición, los costos para este mejoramiento tanto en la actualización de la versión como en el mejoramiento, de los sitios existentes y ampliación de la cobertura son muy altos, dinero que no dispone la Fuerza y que el gobierno no está dispuesto a invertir, es por lo expuesto que no queda otra alternativa que integrarnos a la infraestructura de la red nacional, con esto ganaríamos cobertura ya que la red Nacional cuenta con al menos 96 sitios de repetición cubriendo el 93% aproximadamente del territorio nacional.

## **4.2 Discusión de resultados**

### **1. Del análisis de la capacidad de enlace y cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército**

De acuerdo al objetivo específico uno relacionado a analizar la capacidad de enlace y cobertura del sistema de comunicaciones troncalizado, se puede advertir que: los informantes manifiestan en un 94.9% que no dispone de cobertura suficiente para mantener el mando y control en las operaciones de ámbito interno a nivel nacional, especificado en la pregunta tres.

Según la DTICFT el Sistema Troncalizado del Ejército tiene una cobertura territorial de 23,16%<sup>29</sup>, esto quiere decir que este sistema dispone de una cobertura limitada; de las 24 provincias, solamente 14 disponen de una cobertura parcial y en 10 provincias su cobertura es nula, actualmente esta Red Troncalizada dispone únicamente 17 sitios de repetición, 902 suscriptores entre portátiles y móviles y 75 canales de comunicación, ; lo cual es insuficiente para atender las necesidades mínimas presentadas por los usuarios en las diferentes unidades militares del país.

---

<sup>29</sup> Informe DTICFT (2013) Proyecto ampliación del Sistema Troncalizado Sempades

## **2. Del análisis desempeño de operación del Sistema Troncalizado del Ejército durante el terremoto del 16 de abril del 2016.**

De acuerdo al objetivo específico dos, relacionado a identificar el desempeño de operación del sistema de comunicaciones troncalizado durante el terremoto del 16 de abril del 2016, se puede advertir que: los informantes manifiestan en un 71.8% que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado no estuvieron operables ni fueron efectivos durante la emergencia por el terremoto, el 28.2% consideran que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado sí estuvieron operables y fueron efectivos durante la emergencia por el terremoto, especificado en la pregunta cinco.

## **3. Del análisis de proponer mejoras al sistema para a satisfacer la demanda de enlace y cobertura del Ejército en las operaciones del ámbito interno frente a las amenazas actuales y futuras.**

De acuerdo al objetivo específico cuatro, relacionado analizar una solución alternativa y proponer mejoras al sistema para satisfacer la demanda de enlace y cobertura se puede advertir que: los informantes manifiestan que es necesario, ampliar la cobertura a las provincias de la costa y oriente e interconectarse con la Red Nacional Troncalizada mediante el empleo de plataformas más flexibles y actuales; uso de equipos modernos de acuerdo a los avances de la tecnología; realizar la interconexión con la Red Nacional Troncalizada y lograr la modernización urgente del sistema y capacitación al personal técnico, especificado en la pregunta abierta propuesta en la encuesta online: [https://docs.google.com/forms/d/1T7o-DwUiM0tEDGy9XS\\_NT0zaXEJFLyUbMtjSi5LtsQ/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/1T7o-DwUiM0tEDGy9XS_NT0zaXEJFLyUbMtjSi5LtsQ/edit#responses)

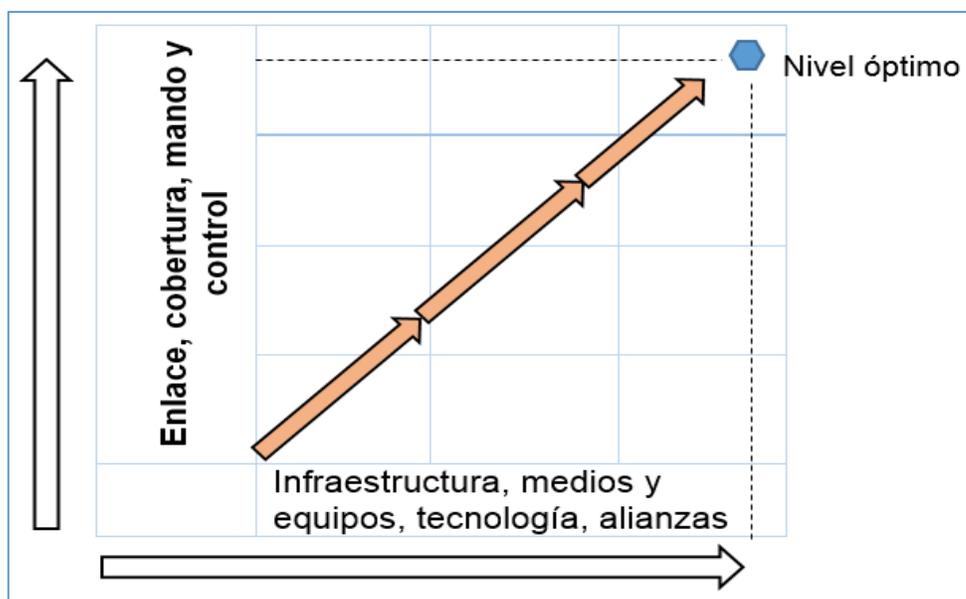
#### **4. Del análisis de los equipos técnicos de transmisión que empela el Sistema Troncalizado del Ejército.**

De acuerdo al objetivo específico uno, relacionado con el análisis de los equipos técnicos de transmisión, se puede advertir que los informantes manifiestan en un 94.9% que los equipos del sistema de comunicaciones troncalizado si requieren ser actualizados o modernizados, el 5.1% equivalente a dos informantes que no consideran la actualización o modernización, especificado en la pregunta cuatro de la encuesta online.

#### **4.3 Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a la técnica empleada para la comprobación de la hipótesis planteada sobre que “A mayor disponibilidad de medios y equipos de comunicaciones con tecnología de vanguardia, facilitará el mando y control en la ejecución de las operaciones militares” para el efecto se realizó el estudio correspondiente donde se ha determinado posibles soluciones para el sistema de comunicaciones. Una vez abordados los objetivos en la presente investigación podemos afirmar que en, con la implementación de medios y equipos de comunicaciones con tecnología de punta, habrá mayor mantenimiento del mando y control de las operaciones militares y que a través de la estructuración de alianzas estratégicas especialmente con la Red Nacional Troncalizada del país se lograra el objetivo.

**Tabla 12**  
*Relacionamiento de la hipótesis planteada*



#### 4.4 Propuesta de mejora

En función de los resultados alcanzados, se proponen las siguientes acciones de mejora:

- Realizar una planificación estratégica del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército.
- Gestionar una alianza estratégica para lograr la interconexión con la Red Nacional Troncalizada del país o ser parte del sistema como usuarios.
- Migrar las comunicaciones militares al sistema digital.
- Capacitar técnicamente al elemento humano para que esté en condiciones de operar y dar mantenimiento a los equipos y programas.
- Actualización de las áreas posibles de empleo en el ámbito interno en el territorio nacional.
- Implementar estrategias de seguridad con el sistema troncalizado nacional a fin de evitar poner en riesgos las operaciones.



## CAPÍTULO V

### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 5.1 El Sistema Troncalizado del Ejército

En el año de 1997 fecha en la cual no estaba firmada la paz definitiva con el Perú y pensando en fortalecer el sistema de comunicaciones surge el requerimiento de disponer de un sistema robusto, flexible y seguro, así nace el Sistema Troncalizado del Ejército (STE), regentado por la marca MOTOROLA y con una plataforma *SmartZone versión 3.z*. Este sistema se instaló en el año 1997, inicialmente para dar servicios de comunicaciones en la zona sur del país; luego fue extendiéndose hacia varias zonas de la región interandina y costa ecuatoriana.

Haciendo un poco de historia<sup>30</sup>, El STE en su primera etapa se inició operando desde Cuenca con 7 sitios de repetición. Posteriormente en el año 2001, se amplía hacia la parte Norte del país y se implementan 6 sitios de repetición. En el año 2004, se instaló un nuevo sitio de repetición. En el año 2009 se instalaron 3 sitios de repetición. Para que finalmente, en el 2011 se migró de la tecnología smartzone a la APCO P25 IP V 7.11., brindando flexibilidad y seguridad al sistema de comunicaciones; información tomada de la DTICFT agosto 2018.

Este sistema en mención, trabaja en área extendida y está enlazado a través de radio enlaces<sup>31</sup>; toda su estructura tecnológica para su operación está ubicado en QUITO en las instalaciones del B.C 1 “RUMIÑAHUI”, desde donde se realiza la administración del sistema. La administración control y monitoreo del

---

<sup>30</sup> Histórico de la evolución y transformación del Sistema troncalizado del ejército, tomado de la DTICFT

<sup>31</sup> interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas

sistema se realiza desde el sitio maestro<sup>32</sup>; este sitio maestro administra grupos de conversación y es el nexo entre los usuarios de los diferentes grupos de conversación.

## 5.2 Capacidades y limitaciones del Sistema Troncalizado del Ejército

Al momento el Sistema Troncalizado del Ejército dispone de 17 sitios de repetición, donde cada uno dispone de una cantidad de repetidores basados en tecnología Quantar, antenas, un switch LAN<sup>33</sup>, un router y un controlador de sitio redundante. Estos son los componentes que dan soporte al tráfico de comunicaciones, control y administración de red. A continuación en la figura 11 se indica los sitios de repetición en todo el territorio nacional:



**Figura 11** Sitios de repetición del Sistema Troncalizado del Ejército

**Fuente:** B.C 1 "RUMIÑAHUI", Agosto 2018.

<sup>32</sup> Núcleo de procesamiento computacional de cada zona, contiene todo el equipamiento necesario para controlar las llamadas dentro de una zona y con otras zonas.

<sup>33</sup> Son las siglas de *Local Área Network*, Red de área local. Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada

El Sistema Troncalizado del Ejército tiene cobertura en 14 Provincias de las 24 con una cobertura parcial y en las otras 10 provincias su cobertura es nula; la gran mayoría de los Cantones y Parroquias, tanto urbanas como rurales de las 14 Provincias tienen cobertura, como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 13**

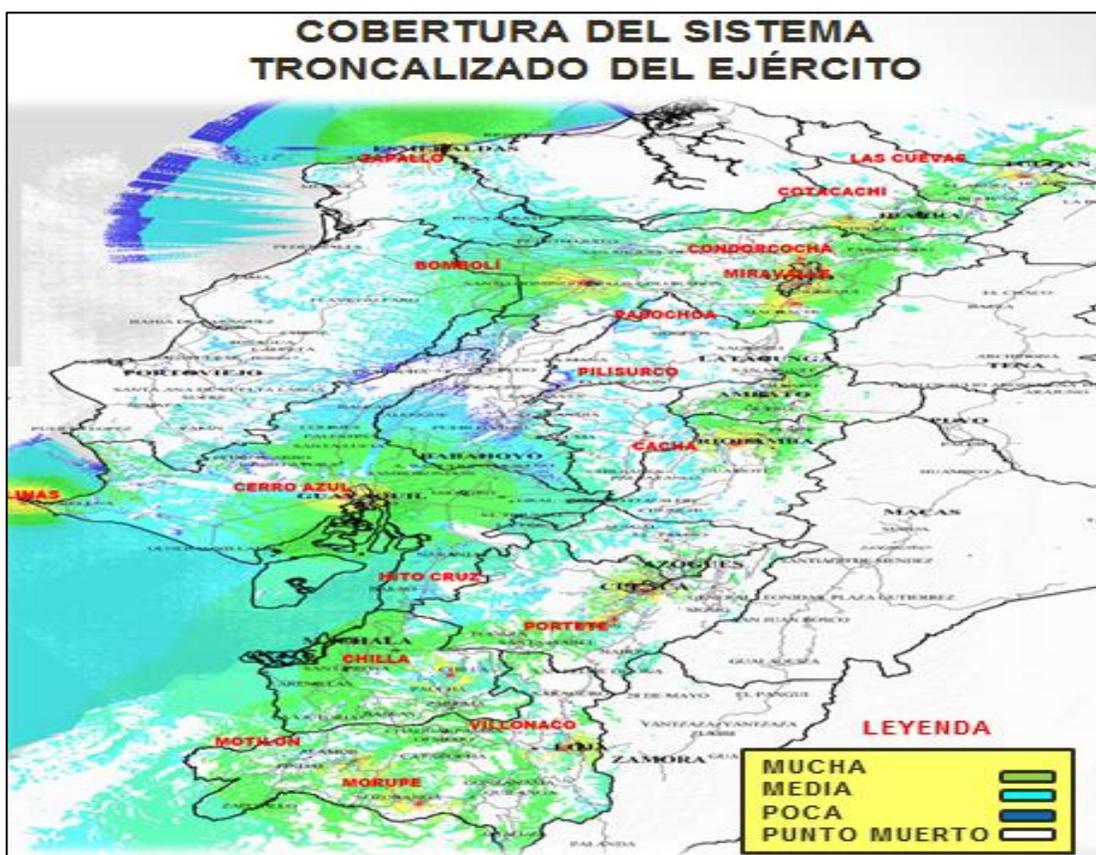
*Cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército por Provincias*

ORD.	SITIO DE REPETICIÓN	PROVINCIA	CANALES	COBERTURA
1	LAS CUEVAS	CARCHI	5	Desde La Paz hasta Tulcán, El Carmelo, Tufiño y Sta. Bárbara.
2	COTACACHI	IMBABURA	5	Panamericana desde El Cajas hasta El Ángel e Ibarra
3	CONDORCOCHA	PICHINCHA	5	Norte de Quito, Mitad Mundo, Calacalí y Guayallabamba
4	MIRAVALLE	PICHINCHA	5	Centro y Sur de Quito y Valles Orientales
5	PASOCHOA	PICHINCHA	5	Sur de Quito, Machachi, Valle de los Chillos y Cayambe.
6	PILISURCO	TUNGURAHUA	5	Panamericana desde el Chasqui hasta Mocha, Latacunga, Ambato.
7	CACHA	CHIMBORAZO	5	Riobamba, San Andrés, Chambo, Cajabamba y Guano.
8	HITO CRUZ	AZUAY	4	Cuenca y Azogues.
9	PORTETE	AZUAY	3	La Paz, Cumbe, Portete y Girón, Santa Isabel.
10	CHILLA	EL ORO	5	Provincia de El Oro.
11	MOTILÓN	LOJA	6	Celica, Alamor, Pindal, Pozul, Zapotillo, sectores aledaños y Prov. de El Oro
12	MORUPE	LOJA	3	Cariamanga, Sozoranga, Sabiango y Macará.
13	VILLONACO	LOJA	5	Ciudad de Loja y Catamayo
14	CERRO AZUL	GUAYAS	5	Guayaquil, km. 26, Pedro Carbo, Daule, Salitre, Milagro y Babahoyo.
15	SALINAS	SANTA ELENA	4	Salinas, Santa Elena y La libertad
16	BOMBOLÍ	STO. DOMINGO	4	Santo Domingo, Patricia Pilar y Quinindé

17	ZAPALLO	ESMERALDAS	4	Esmeraldas, Viche, Tachina y Rio Verde
----	---------	------------	---	--

**Fuente:** B.C 1 “RUMIÑAHUI”, Agosto 2018.

Según la (Nota de aula Sistema Troncalizado, 2014) del B.C 1 “RUMIÑAHUI”, el Sistema Troncalizado del Ejército tiene una cobertura territorial aproximada del 23,16%, esto quiere decir, que este sistema dispone de una cobertura limitada<sup>34</sup>. Sin embargo, trabaja en área extendida desde Tulcán al norte del país hasta la provincia El Oro al sur del Ecuador, como se puede observar en la figura siguiente:



**Figura 12** Sitios de repetición del Sistema Troncalizado del Ejército.

**Fuente:** B.C 1 “RUMIÑAHUI”, Agosto 2018.

<sup>34</sup> Espacio o área geográfica en la que se dispone de un servicio de telecomunicaciones parciales y/o limitadas.

En cuanto a los equipos de radio del Sistema Troncalizado del Ejército son de marca Motorola, son móviles, fijos y vehiculares, equipos que se han venido adquiriendo de a poco, durante las 5 fases de ampliación y modernización del Sistema Troncalizado, sumando un total de 1.092 radios. Con la modernización del Sistema Troncalizado a tecnología Apco 25 IP, 130 suscriptores Spectra quedaron completamente obsoletos. Según el informe final de misión crítica del 27 de abril del 2018 indican que al momento el STE dispone de 962 equipos de radio que tecnológicamente siguen vigentes a pesar de haber cumplido el tiempo de su vida útil. Los modelos y las cantidades de radios están detallados en la tabla 4.

**Tabla 14**

*Radios existentes en el Sistema Troncalizado del Ejército*

GPS

UNIDAD	REPARTO	TIPO	XTS3000		4250		XTS2250		XTL5000		XTL2500		APX		CANTIDAD
			I	III	I	1,5	III	F	V	F	V	2000	2500		
TOTAL GENERAL NORTE			233	7	49	54	72	5	8	23	35	60	6		552
TOTAL GENERAL SUR			288	8	0	39	28	1	0	26	20	0	0		410
TOTAL NORTE Y SUR			521	15	49	93	100	6	8	49	55	60	6		962
RADIO DEL DIRNEA							248			245					493
TOTAL SISTEMA TRONCALIZADO															1455

**Fuente:** Informe final misión crítica, abril 2018.

Como se puede identificar en la tabla 14, existen 493 radios suscritores<sup>35</sup> de la Dirección Nacional de Espacios Acuáticos (DIRNEA), equipos de radio que se integraron al Sistema Troncalizado en el año 2015, de acuerdo al pedido solicitado a través de oficio N° FN-DIR-2015-048 de fecha 22 de enero del 2015, donde se solicitaba la incorporación a la Red Troncalizada del Ejército para tener el comando y control de las operaciones en los espacios acuáticos y regiones costeras.

Los equipos de radio XTS 300 modelo I y modelo III, son equipos analógicos que al momento tienen grandes problemas en su mantenimiento, considerando que en la actualidad la empresa MOTOROLA ya no fabrica repuestos para que estos equipos puedan ser recuperados, como consecuencia de la falta de repuestos, muchos equipos han quedado fuera de funcionamiento.

### **5.3 Situación actual del Sistema Troncalizado del Ejército**

Para realizar la evaluación de la situación actual del STE nos basaremos en los informes consultados de la DTICFT. En este contexto, consideraremos el informe FT-DCI-2017-142-INF de fecha 05 de abril de 2017 y el informe FT-DCI-2017-166-INF de fecha 28 de abril del mismo año, firmados por el Sr. MAYO DE COM. CHRISTIAN VIZCAÍNO V., Jefe de Evaluación de la DTICFT y el Sr. CRNL. DE E.M.C. ROGER CUENCA J., Director de la DTICFT, respectivamente. La evaluación Sistema Troncalizado del Ejército se realizó el 27 y 28 de marzo del 2017, considerando el campo de la gestión administrativa, gestión operativa y gestión técnica.

---

<sup>35</sup> Son los radios Portátiles, Móviles, y Fijos con capacidad de frecuencias múltiples que se utilizan para comunicarse en el sistema.

En la gestión administrativa, se pudo verificar que existe la adquisición de 52 radios APX 2000<sup>36</sup> con fondos del Comando Conjunto para la emergencia durante la activación del Volcán Cotopaxi; estos equipos de radio tienen la particularidad que los algoritmos de cifrado (DVPXL) no son compatibles con los modelos de radio XTS 3000, XTS 2250 y XTS 4250 (DVIXL) respectivamente, por lo que los equipos de radio de este modelo, deben ser designados a una sola División o Brigada para que se formen grupos de conversación local y que estas unidades tengan seguridad el momento de la transmisión y recepción.

En la gestión técnica se pudo comprobar que se encuentran vigentes, los protocolos de encendido y apagado del sistema y los respaldos de energía que tienen el sistema; en este ítem se analizó que las baterías de respaldo de 7 sitios de repetición y 1 sitio maestro fueron cambiadas en el año 2013, por lo que se debe prever que nuevamente van a requerir reposición y más aún las baterías que no fueron reemplazadas en ese año y necesitan atención inmediata, puesto que ha cumplido su vida útil.

Además las aplicaciones que se encuentran activas en el sistema, se detallan en la siguiente tabla:

---

<sup>36</sup> Es un radio portátil P25 Fase 2 compacto; hace el trabajo sin entorpecer la tarea. Con dos perillas dedicadas para volumen y control de canal

**Tabla 15***Aplicaciones activas del Sistema Troncalizado del Ejército*

<b>APLICACIONES ACTIVAS DEL STE</b>	
<b>APLICACIÓN</b>	<b>USO</b>
Zonwatch	Verifica el estado de las repetidoras Quantar <sup>37</sup>
Unified Event Manager	Reporta los eventos de la Red LAN
CSS	Reporta parámetros
Radio Viewer	Reporta el uso de equipos por grupos
UCM	Registros de usuarios y grupos de conversación
RCL	Bloqueo de equipos y reagrupaciones
NICE	Graba conversaciones

**Fuente:** DTICFT, abril 2018.

El análisis de los sitios de repetición y los enlaces que dispone el Sistema Troncalizado del Ejército actualmente, nos permitirá verificar las necesidades y requerimientos urgentes para que al menos pueda mantenerse operativo con las limitaciones ya expuestas. Esta información se tomó como referencia de los informes FT-BC1-2017-001, del 14 de febrero de 2017 y FT-CCIIIDE-2017-004, del 30 de enero de 2017, sobre el estado del Sistema Troncalizado ASTRO-25 del sector norte y sur, firmados por los Señores. TCRN. DE EM. VINICIO RODRIGUEZ, Comandante del B.C1 “RUMIÑAHUI” y el Sr. MAYO DE COM. MIGUEL TAPIA, Comandante de la C.C III D.E “TARQUI”, respectivamente.

---

<sup>37</sup> Estación base de Motorola, brinda una verdadera y completa funcionalidad , con tecnología digital en canales de 12.5 o 25 kHz

**Sitio de repetición LAS CUEVAS:**

El radio enlace esta materializado por equipos microondas CODAN 7700, equipos que actualmente no son administrables y no cuentan con respaldo técnico, y los repetidores QUANTAR se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico en el mercado.

**Sitio de repetición COTACACHI:**

El radio enlace esta materializado por equipos microondas CODAN 7700, equipos que actualmente no son administrables y no cuentan con respaldo técnico, y los repetidores QUANTAR<sup>38</sup> se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico en el mercado.

**Sitio de repetición CONDORCOCHA:**

Se encuentra en mal estado un controlador de sitio. El radio enlace esta materializado por equipos microondas CODAN 7700, equipos que actualmente no son administrables y no cuentan con respaldo técnico, y los repetidores QUANTAR se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico.

**Sitio de repetición CRUZ LOMA:**

El sistema de tierras se encuentra deteriorado, el enlace micro onda sin respaldo (enlace cruz loma-sitio maestro), switch del sitio se encuentra quemado y el router del sitio se encuentra en mal estado.

---

<sup>38</sup> Equipo completamente autónomo en una unidad y para batería de respaldo o revertir, requiere 24 voltios.

**Sitio de repetición MIRAVALLE:**

El respaldo de energía (baterías) no realiza transferencia, se encuentran dañado un controlador de sitio y el radio enlace esta materializado por equipos microondas CODAN 8800 y repetidores QUANTAR, las dos equipos se encuentran discontinuados por lo que no tienen respaldo técnico.

**Sitio de repetición PASOCHOA:**

El respaldo de energía (banco de baterías) no realiza transferencia, se encuentran en mal estado, un controlador de sitio y el radio enlace esta materializado por equipos microondas CODAN 8800 y repetidores QUANTAR, estos equipos se encuentran discontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico, es decir, ya no fabrican esos repuestos.

**Sitio de repetición IGUALATA:**

El radio enlace hacia el sitio de repetición Pilisurco pertenece a G 2 (Radios ECXAL de 100Mbps) se encuentra desmontado el enlace original CODAN 7700, ya que está en mal estado. Para el enlace hacia el sitio Carshao utilizamos la red del COMACO y la antena Igualata-Cacha se encuentra en regular estado.

**Sitio de repetición CARSHAU:**

Para el enlace hacia el sitio de repetición Cerro Azul y Buerán, se utilizan enlaces propios CODAN 8800 que no tienen respaldo técnico ya que se encuentran discontinuados en el mercado.

**Sitio de repetición PILISURCO:**

El radio enlace hacia el sitio Igualata pertenece a G 2 (Radios ECXAL de 100Mbps), por encontrarse desmontado el enlace propio CODAN 7700, ya que está en mal estado y no existe repuestos en el mercado.

**Sitio de repetición CACHA:**

Se utiliza para el radio enlace equipos microondas CODAN 8800 y repetidores QUANTAR, las dos se encuentran discontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico, ya que se encuentran discontinuados en el mercado.

**Sitio de repetición SALINAS:**

Se utiliza el radio enlace del Comando Conjunto, el medidor de energía no tiene unidad asignada el cargo del pago del consumo, el rectificador de energía<sup>39</sup> se encuentra en regular estado y los repetidores QUANTAR se encuentran discontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico ya que se encuentran discontinuados en el mercado.

**Sitio de repetición BOMBOLI:**

Se utiliza el radio enlace del Comando Conjunto, el controlador de sitio y el aire acondicionado se encuentra en regular estado, Los repetidores QUANTAR se encuentran discontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico y el controlador de sitio y el aire acondicionado se encuentra en regular estado.

---

<sup>39</sup> Elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua

**Sitio de repetición ZAPALLO:**

Se utiliza el radio enlace del Comando Conjunto, los repetidores QUANTAR se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico. El controlador de sitio se encuentra en regular estado y el medidor de energía eléctrica se encuentra a la intemperie.

**Sitio de repetición CERRO AZUL:**

Se utiliza para el radio enlace equipos microondas CODAN 8800 y repetidores QUANTAR, estos dos equipos se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico.

**Sitio de repetición BUERÁN:**

Se utiliza para el radio enlace equipos microondas CODAN 8800, equipos que ya no tienen respaldo técnico y se encuentra en mal estado un módulo PFM.

**Sitio de repetición HITO CRUZ:**

Se utiliza radio enlace microondas CODAN 8800 hacia el sitio de repetición Buerán y hacia el sitio remoto CUENCA y repetidores QUANTAR, los dos equipos se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico.

**Sitio de repetición SITIO REMOTO "CUENCA"**

El panel de transferencia y sistema electrógeno necesitan mantenimiento urgente. Se utiliza radio enlace microondas CODAN 8800 hacia el sitio de

repetición Hito Cruz no tienen respaldo técnico y se encuentran en mal estado dos consolas VPM<sup>40</sup>.

#### **Sitio de repetición PORTETE:**

No tiene sistema de tierras, se utiliza radio enlace microondas CODAN 8800 y repetidores QUANTAR, los dos equipos se encuentran discontinuados, por lo que no tienen respaldo técnico.

#### **Sitio de repetición CHILLA:**

El radio enlace está materializado por equipos microondas CODAN 7700, equipos que actualmente no son administrables y no cuentan con respaldo técnico, y los repetidores QUANTAR se encuentran discontinuados, por lo que no tienen respaldo técnico.

#### **Sitio de repetición MOTILON:**

Se utiliza radio enlace microondas CODAN 8800 y los repetidores QUANTAR los dos equipos se encuentran discontinuados, por lo que no tienen respaldo técnico. Se utiliza radio enlace microondas CODAN 7700 hacia el sitio de repetición Morupe y Villonaco, que no son administrables, y no cuentan con respaldo técnico. Presenta alarmas de ventilador en dos repetidores.

#### **Sitio de repetición VILLONACO:**

Se utiliza radio enlace microondas CODAN 7700 hacia el sitio de repetición Motilón, que no son administrables y no cuentan con respaldo técnico. Repetidores QUANTAR se encuentran discontinuados por lo que no tienen

---

<sup>40</sup> Modulo prosador de voz de un sitio remoto

respaldo técnico. La guía de onda del enlace Villonaco-Motilón se encuentra rota, conectores de bajadas de antenas se encuentran con humedad y se requiere cambio de caja principal de breakers de energía AC.

#### **Sitio de repetición MORUPE:**

Se utiliza radio enlace microondas CODAN 7700 hacia el sitio de repetición Motilón, que no son administrables y no cuentan con respaldo técnico. Repetidores QUANTAR se encuentran discontinuados por lo que no tienen respaldo técnico. No sé a dado mantenimiento a casetas, shelter, bajadas de antena, conectores.

#### **Sitio de repetición SITIO MAESTRO QUITO:**

El sistema PBX<sup>41</sup> presenta problemas de operabilidad, no dispone de la aplicación de reportes estadísticos, para realizar evaluaciones de uso del sistema y el sistema de energía se debe dar mantenimiento, considerando no se ha realizado desde el año 2012.

En cuanto a la gestión operativa, está bajo la responsabilidad del personal técnico del B.C 1 "RUMIÑAHUI ", los que son encargados de realizar el control y monitoreo de los enlaces, verificar el perfecto funcionamiento de los sitios de repetición, organizar y operar los grupos de conversación en toda la red extendida y si hubiere algún problema técnico en los enlaces y en los sitios de repetición cuentan con el apoyo del Comando de Apoyo Logístico Electrónico de la Fuerza Terrestre (CALEFT ) para el mantenimiento respectivo.

---

<sup>41</sup> Central Privada Automática, dispositivo que actúa como una ramificación de la red primaria pública de teléfonos

Según (Cevallos, 2010) dice que “La gestión total del Sistema Troncalizado, se realiza desde el emplazamiento maestro, se realizará localmente a través de los sitios equipados con consolas de despacho, las que manejarán los grupos de conversación y servirán para tareas como: coordinar los grupos de usuarios a través del manejo de grupos de conversación establecidos, monitoreo de uno o varios grupos configurados para la posición de despacho, mensajes generales entre los usuarios y el establecimiento de enlaces de comunicación entre los diferentes grupos de conversación”. Es decir, la gestión operativa depende del conocimiento y la preparación del personal técnico que operan los equipos desde el sitio maestro o consola Quito.

Como se puede evidenciar, el Sistema Troncalizado del Ejército ha venido operando desde hace aproximadamente 22 años y en la actualidad tiene grandes problemas, considerando que los radio enlaces está materializado por equipos microondas CODAN 7700, equipos que no son administrables y no cuentan con respaldo técnico. Mientras los equipos de los sitios de repetición son de marca QUANTAR se encuentran descontinuadas por lo que no tienen respaldo técnico y la empresa Motorola ha dejado de fabricarlas.

#### **5.4 El Sistema Troncalizado del Ejército y su viabilidad futura.**

La ciencia y la tecnología han modificado de manera profunda el contexto material, creando nuevos entornos de seguridad, eliminando unos problemas, agravando otros o generando nuevos. Cuando así ocurre, las instituciones que proveen seguridad deben ser reconstruidas, si se espera que sigan atendiendo este requerimiento de la sociedad (Moncayo, 2016). En este contexto, el Estado ecuatoriano visualizó las nuevas amenazas y ha aportado en el mantenimiento del Sistema Troncalizado del Ejército. Sin embargo, en esta última década, el gobierno orientó su esfuerzo al fortalecimiento de la Red Nacional Troncalizada como prioridad.

En el año 2010 inicia el proyecto de conectividad de área extendida a nivel nacional, teniendo como abanderado de este proyecto a la Corporación nacional de Telecomunicaciones (CNT), quien ha facilitado su infraestructura para permitir que la Red Nacional Troncalizada materialice el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. En el año 2012 hubo la posibilidad de integración del Sistema Troncalizado del Ejército con la Red Nacional Troncalizada, pero no hubo la decisión del Mando Militar de llevarlo a cabo, quedándose al margen de este proyecto; mientras que, Policía Nacional firmó un convenio y ahora es parte de la RNT.

Con la experiencia catastrófica vivida en la región costanera durante el terremoto de 16 de abril de 2016, con la limitada cobertura del Sistema Troncalizado del Ejército y con la obsolescencia del sistema de comunicaciones inicialmente no permitió establecer las coordinaciones oportunas, debido a que los organismos del Estado no estaban interconectados. En momentos de crisis, las comunicaciones se convierten en un factor importante y determinante para enfrentarla. De ahí la necesidad de contar con sistemas integrales, flexibles, confiables, escalables seguros y de vanguardia<sup>42</sup>.

En el año 2016 se retoma el interés de la posible integración a la Red Nacional Troncalizada. Con Oficio No. 18-G-5-b-185; 3-ABR-2018, del señor Jefe del Comando Conjunto de Fuerzas Armadas con las disposiciones para designar miembros permanentes a oficiales de cada Dirección de Tecnologías de cada Fuerza, con el fin de levantar y actualizar los requerimientos al Proyecto de Modernización del Sistema de Comunicaciones.

De acuerdo al oficio FT-DCI-2017-166-INF., de fecha 28 de abril de 2017 y luego de haber realizado un análisis pormenorizado del Sistema Troncalizado del Ejército, el Director de las DTICFT, Crnl de EMC. Roger Cuenca, informa al

---

<sup>42</sup> Cuenca R. (2016). Las Comunicaciones en apoyo a la Gestión de Riesgos. Revista el Chasqui pág. 6

Jefe del Comando Conjunto que, los sitios de repetición, los radio enlaces, sistema de energía y la infraestructura física de los sitios de repetición que incluye casetas, torres, sistemas de aterrizaje y equipo pasivo, han cumplido su vida útil y necesitan de forma urgente la modernización integral del Sistema, migrando a la versión V7.17. O la integración definitiva a la Red Nacional Troncalizada.

Por lo expuesto, con oficios No. 17-G-5-b-384, del 2 de agosto de 2017 y No. 17-G-05-b-362, del 24 de julio de 2017, el Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas dispone que se realice el estudio correspondiente para determinar la cantidad de recursos. El resultado final de este análisis, para recuperar tecnológicamente únicamente los 17 sitios de repetición y la modernización a la versión V7.17, tiene un costo aproximado de \$36.000.000 de dólares; recursos que por la debilitada economía del país es imposible conseguir.

Es importante realizar un análisis de la ubicación geográfica de los sitios de repetición del Sistema Troncalizado del Ejército y comparar con la ubicación de los sitios de repetición de la RNT. Según el ex - Secretario Nacional de Telecomunicaciones Ing. Rubén León, actualmente docente e investigador de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE manifiesta que “existe duplicidad de 10 sitios de repetición y alternabilidad de 7 sitios de repetición en estos dos sistemas troncalizados”. Es decir, en la misma elevación y en elevaciones próximas, existe duplicidad de infraestructura tecnológica la cual sirve para realizar una misma función. Esta analogía está directamente vinculada con la falta de atención del Estado al Sistema Troncalizado del Ejército.

La decadencia del sistema de comunicaciones troncalizado del Ejército, alerta a las autoridades militares, quienes realizan un acercamiento urgente con las autoridades de la C.N.T. Según informe sin número del 27 de abril del 2018, da cuenta de una reunión de personal técnico de la DTICFT con representantes

de C.N.T, donde se evidencia que este organismo del Estado no tienen el mínimo interés en una posible integración, manifestando, según Eduardo Ramírez<sup>43</sup> que “El Sistema Troncalizado del Ejército es obsoleto y que como empresa no les brindaría ningún beneficio, ni técnica ni económicamente”.

En estas circunstancias, es necesario desaferrarse de sentimentalismo al seguir defendiendo la hegemonía de un sistema Troncalizado del Ejército costoso y que en las actuales condiciones del país, es imposible pensar que los recursos sean asignados para su recuperación. El STE ha cumplido su ciclo y que de a poco se va ir diluyendo. El futuro del Sistema Troncalizado del Ejército es desastroso, no viable y poco prometedor, por lo que se debe pensar en aprovechar la fortaleza de la Red Nacional Troncalizada y de alguna forma ser parte de la misma.

## 5.5 Propuesta

A decir de Clausewitz “Quienes desean entender la guerra tienen que dirigir una mirada atenta a los rasgos de la época en la que viven” (Clausewitz, Carl Von De la guerra T II, Ministerio de Defensa 1999, p. 331). Por lo tanto, en estos nuevos escenarios y ante la situación que se encuentra atravesando el S.T.E, no podemos quedarnos aislados nuevamente, es imperativo pensar en ser parte de un sistema robusto de área extendida que tenga las condiciones de inter operar con todas las instituciones del Estado y de esta forma, interactuar para prevenir y mitigar los efectos de los desastres naturales y antrópicos en todo el territorio nacional.

Pensando en la cobertura actual de la R.N.T y en la proyección de alcanzar en poco tiempo toda la cobertura nacional, con casi 100 sitios de repetición, con 50.000 usuarios en la red y con la modernización a la versión V

---

<sup>43</sup> Planificador del área de telecomunicaciones de la DTICFT.

7.17, es una opción muy tentadora, ya que se podría aprovechar la infraestructura tecnológica y cobertura actual. Para ello, se debe dar prioridad a las zonas de interés de Fuerzas Armadas en apoyo a las acciones del Estado.

En este contexto, la DTICFT con la autorización del Mando Militar, debe explicar de forma detallada el futuro del STE; y, gestionar los acercamientos necesarios con las autoridades del C.N.T y el ECU 911, a fin de que se viabilice los entendimientos que permita fortalecer el Sistema Troncalizado para las Fuerzas Armadas.

En cuanto a la cobertura de la Red Nacional Troncalizada., es robusta y provee conectividad en todo el país; Por lo tanto, para las Fuerzas Armadas se presenta como una oportunidad para aprovechar la fortaleza y gestionar la interconexión. En lo que respecta a la compatibilidad de los equipos, los dos sistemas son dotados por equipos Motorola. A decir del Ingeniero Roberto Ortega (2018), representante de la Oficina Comercial Raymond Wells proveedor de MOTOROLA, “La R.N.T va a migrar su tecnología a la versión V. 7.17 en los próximos días y que una vez que la Red migre, la infraestructura del sitio maestro, repetidores, consolas y radio enlaces del Ejército no se podrá integrar, solo se podrá configurar algunos radios o suscriptores“.

Sin embargo, según varios expertos consultados, refieren que hablar de una posible integración resulta ser una utopía para el Ejército. Lo más viable para el Ejército es integrarse a la R.N.T como usuarios; que permita administrar una zona. Esta figura permitirá que los canales de comunicación en la zona deban ser designados para la Seguridad y Defensa, y estos sean administrados por miembros de la Fuerzas Armadas. Como usuarios de la Red Nacional Troncalizada se genera un costo por el uso de la infraestructura tecnológica. Esta alianza ya la han realizado otras instituciones del Estado como: La Agencia

Nacional de Tránsito, el Cuerpo de Bomberos, la Policía Nacional, entre los principales.

Finalmente, se deben determinar los requerimientos de radios portátiles, radios vehiculares, consolas y la capacitación del personal técnico, tomando en cuenta las misiones que cumplen los Comandos Operacionales de Ámbito Interno. La interoperabilidad de los medios tecnológicos a través de la intercomunicación de las instituciones públicas permitirá desarrollar las capacidades necesarias para enfrentar todo tipo de riesgo y amenazas en el territorio nacional. Mantener un adecuado Sistema de Comunicaciones Troncalizado en el Ejército permitirá disminuir los efectos de los factores de riesgos y amenazas y contribuir al desarrollo del nacional.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- El desarrollo avanzado de las nuevas tecnologías y en particular un Sistema Integrado de Comunicaciones, reducen tiempos en los procesos de las organizaciones, favoreciendo el empleo de las instituciones del Estado de forma integrada, contribuyendo a la atención oportuna, ante la presencia de nuevas amenazas en el país.
- El Sistema Troncalizado del Ejército ha operado desde hace 22 años y en la actualidad tiene grandes problemas con los equipos microondas CODAN 7700 vista no cuentan con respaldo técnico y los equipos de los sitios de repetición son de marca QUANTAR, los cuales se encuentran discontinuados y lo más crítico es, que la empresa Motorola ha dejado de fabricarlas; por tanto, modernizar o reparar este sistema no es factible.
- El Sistema Troncalizado del Ejército ha cumplido su ciclo de vida y al momento se encuentra destinado a desaparecer en un corto plazo, por lo que, se debe pensar en aprovechar la fortaleza de la Red Nacional Troncalizada y unirnos a la misma.
- Se advierte que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones no tienen el mínimo interés en realizar una posible integración con el Sistema Troncalizado del Ejército, considerando que los equipos de comunicaciones sistema del Ejército están en mal estado y el sistema mismo es obsoleto y no aporta a la Corporación como empresa.

- La Red Nacional Troncalizada a través del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 permite la interacción de los organismos de salud, educación, inclusión social y particularmente instituciones encargadas de la seguridad interna, garantizando el servicio de respuesta inmediata para casos de accidentes, emergencias y desastres naturales o antrópicas, facilitando la movilización de recursos y la mitigación de riesgos.
- La interoperabilidad de los medios tecnológicos a través de la intercomunicación de las instituciones gubernamentales en el campo de la defensa, permitirá mejorar la capacidad de respuesta del Estado, ante desastres y amenazas, por lo que estaríamos en un mismo sistema.
- Las Fuerzas Armadas debne ser parte de la Red Nacional troncalizada como usuarios; donde los entendimientos deben ser bien negociados y de esta forma poder administrar una zona, donde los canales de comunicación deban ser designados para la Seguridad y Defensa y administrados por miembros de la Fuerzas Armadas.

## **6.2 Recomendaciones**

- Para cumplir con las misiones del Ejército y sus nuevos roles en el campo de la seguridad interna, se debe aprovechar la cobertura de la Red Nacional Troncalizada y generar un proyecto de gran envergadura que garantice la interacción de Fuerzas Armadas y los organismos del estado encargados de la seguridad de la población ecuatoriana.
- Realizar los acercamientos necesarios con CNT, ECU 911 en pos de definir acuerdos sustentables para alcanzar la interoperabilidad de los medios de comunicaciones entre los organismos de estado.

- Adquirir equipos de comunicaciones que permita al Sistema Troncalizado del Ejército ser usuarios de la R.N.T y aprovechar la fortaleza del Sistema Troncalizado Integrado, robusto, flexible, confiable, seguro y de vanguardia que permita mitigar los efectos de las amenazas y contribuir al desarrollo del Estado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alban, w. (agosto de 2010). *monografias.com*. Obtenido de [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- ARCOTEL. (2015). <http://www.arcotel.gob.ec/>.
- ARCOTEL. (2018).
- ARCOTEL. (septiembre de 2018). Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/>.
- ARCOTEL. (2018). <http://www.arcotel.gob.ec/>.
- ARCOTEL. (2018). <http://www.arcotel.gob.ec/>.
- BRZEZINSKI, Z. (1998). *EL GRAN TABLERO MUNDIAL*.
- CELI, P. (2014). LA DEFENSA EN LA PERSPECTIVA ESTRATÉGICA SURAMERICANA. *PATRIA N.-1*, 32.
- Cevallos, G. (2010). ESTUDIO PARA LA MIGRACIÓN DEL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE DEL ECUADOR DE UNA PLATAFORMA SMARTZONE A UNA PLATAFORMA APCO P25 IP". Sangolqui.
- COLLOGO, S. M. (s.f.). UNASUR: una respuesta transnacional a los nuevos retos de la seguridad en suramérica. *CENTRO ARGENTINO DE ESTUDIOS INTERNACIONALES*.
- CONSEJO DEFENSA SURAMERICANO, C. (2009). *Plan de Acción 2009*.
- GOLINGER, E. (2014). UNA AGRESIÓN PERMANENTE: EL GOLPE SUAVE EN AMÉRICA LATINA. *PATRIA N.-3*, 34.
- Hidrovo, J. (2013). Antenas de telecomunicaciones.
- Interexport. (2015). *Soluciones-mision-critica.pdf*. Obtenido de <http://www.interexport.cl/wp-content/uploads/2015/07/Soluciones-mision-critica.pdf>.
- Lascano, N. (1997). *Diseño del sistema troncalizado de radio para Guayaquil*.
- Ludewig, C. (1998). *Taller de metodología de la investigación. Material de Trabajo*.
- Manrique. (2008). La reformulación del paradigma de seguridad y su impacto en la administración de la defensa como política pública. *III congreso Internacional del CLAD*, (pág. 8). Buenos Aires- Argentina.
- Moncayo. (2016). Seguridad y Defensa en América del Sur. *Seguridad y Defensa*, 19-25.
- Ortega, J., & Zambrano, E. (Junio de 2009). Análisis de la problemática de la interconexión entre los sistemas troncalizados y las redes telefónicas.
- PONCE, J. (2010). CONFIANZA Y SEGURIDAD EN AMÉRICA DEL SUR. *CUADERNOS DE DEFENSA N.- 2 UNASUR*, 8.
- Recalde, G. (2016). Hacia nuevos consensos y visiones estratégicas de seguridad. *Seguridad y defensa*, 47-51.
- Riofrio, A. (2015). Sistemas alternativos para servicios troncalizados de misión crítica.
- Rodas, A. (19 de mayo de 2015). Las telecomunicaciones al servicio de la sociedad. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rodriguez. (2016). Política de defensa para la modernización y reestructuración de Fuerza Armadas. *Seguridad Y Defensa*, 34-38.
- Romero, J. (2016). Sistemas Troncalizados. *Sistemas de radio propagación*.

ROSSI, A. (2014). ¿Cuáles son los principales lineamientos estratégicos del sector de la Defensa en. *PATRIA N.-2*, 195.

Vallejo, P. M. (2012). *Tamaño necesario de la muestra*. Madrid.

Vera, F. &. (2002). *Los Sistemas Trunking. Ingeniería Electrónica Automática y Comunicaciones*.

Cevallos, I. G. (2010). Migración del sistema Troncalizado. Sangolquí: Universidad Fuerzas Armada ESPE.

Cevallos, I. G. (2010). Migración del sistema Troncalizado. Sangolquí: Universidad Fuerzas Armada ESPE.

Lascano, (2009) Diseño del sistema troncalizado de radio para el área metropolitana de Guayaquil": Universidad Católica de Guayaquil.

Hidrovo, (2010). Conocimiento de telecomunicaciones

Recuperado de: <http://www.teltronic.es/filesUpload/MIGUELALANDREN Migración.pdf>

Recuperado de" [www.intescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.DOC](http://www.intescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r26351.DOC)

Recuperado de: <http://francys08.blogspot.es/>

Recuperado de: <http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinición/0>

Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/Modos-Simplex-Half-Duplex-y-Full-Duplex.html>

Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura\\_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura_(telecomunicaciones))

Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura\\_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cobertura_(telecomunicaciones))