



**Incorporación del Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT), para el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares**

Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Defensa y Seguridad mención Estrategia Militar

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Magíster en Defensa y Seguridad  
mención Estrategia Militar

CRNL EMC Gaona Abad, Robert Armando

27 de febrero de 2023

# COPYLEAKS

TESIS\_ESPE\_ESPINOSA COPYLEAKS.docx

Scanned on: 0:58 March 15, 2023 UTC



Overall similarity score



Results found



Total words in text

	Word count
Identical	395
Minor Changes	209
Paraphrased	172
Omitted	27



**CRNL. EMC Gaona Abad Robert Armando**  
**Director**  
**C.C.: 1102858246**



## Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

### Centro de Posgrados

#### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “**Incorporación del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT), para el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares**” fue realizado por el señor **Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 27 de febrero de 2023**



firmado electrónicamente por:  
**ROBERT ARMANDO  
GAONA ABAD**

---

**CRNL. EMC Gaona Abad Robert Armando**  
**Director**  
**C.C.: 1102858246**



## Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

### Centro de Posgrados

### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo** con cédula de ciudadanía N° 1709992463, declaro que el contenido, ideas y criterios de este trabajo de titulación: **“Incorporación del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT), para el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Sangolquí, 27 de febrero del 2023**



firmado electrónicamente por:  
**CRISTIAN MARCELO  
ESPINOSA ALBORNOZ**

---

**Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo**  
**C.C.: 1709992463**



## Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

### Centro de Posgrados

### Autorización de Publicación

Yo, **Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo** con cédula de ciudadanía N° 1709992463, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Incorporación del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT), para el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Sangolquí, 27 de febrero de 2023**



firmado digitalmente por:  
CRISTIAN MARCELO  
ESPINOSA ALBORNOZ

---

**Espinosa Albornoz, Cristian Marcelo**  
**C.C.: 1709992463**

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis, a mi familia quien me ha puesto en vida este reto, a mi esposa y a mi hijo que son el pilar fundamental y el apoyo incondicional para el cumplimiento de mis metas.

Cristian

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia, por el incondicional apoyo en mi vida profesional para seguir adelante y por la comprensión por no haberles podido compartir parte de mi tiempo durante este período de superación, a mi Director de Tesis por guiarme con sus conocimientos y experiencias, en el desarrollo de la investigación. Y a la Academia de Guerra del Ejército por haberme permitido superarme académicamente en tan noble institución.

Cristian

## Índice de contenidos

Certificación .....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Resumen .....	14
Abstract.....	15
Capítulo I Planteamiento Del Problema .....	16
Formulación del problema .....	16
Antecedentes .....	16
Justificación.....	18
Importancia .....	19
Objetivos .....	19
<i>Objetivo General.</i> .....	19
<i>Objetivos específicos.</i> .....	19
Capitulo II Marco Teórico. ....	20
Antecedentes investigativos. ....	20
Fundamentación teórica .....	21
<i>Antecedentes de la investigación</i> .....	21
Fundamentación conceptual.....	22
<i>Bases teóricas</i> .....	22
Fundamentación legal .....	23

Sistemas de variables .....	24
<i>Variables independientes</i> .....	24
<i>Variables dependientes</i> .....	25
<i>Definición nominal</i> .....	25
<i>Definición conceptual</i> .....	25
<i>Definición operacional</i> .....	26
Hipótesis .....	26
Capítulo III Metodología .....	30
Modalidad de la investigación.....	30
Tipos de investigación .....	30
<i>Investigación teórica</i> .....	30
<i>Investigación cualitativa</i> .....	30
Diseño de la investigación .....	31
<i>Por los objetivos</i> .....	31
<i>Por el lugar</i> .....	31
<i>Por el alcance</i> .....	32
Población .....	32
Técnica de recolección de datos .....	33
<i>Instrumento</i> .....	33
Validez y confiabilidad .....	33
Técnicas de análisis de datos.....	33
Técnicas de comparación de hipótesis.....	34
Capítulo IV Resultados de la Investigación .....	35

	10
Análisis de los resultados .....	35
Análisis de la entrevista realizada al BC1 .....	35
Análisis de la entrevista realizada al CALE.....	37
Análisis de la entrevista realizada a CNT/ECU911 .....	38
Análisis de la entrevista realizada a Wellscom. ....	39
Discusión de los resultados .....	39
Comprobación de hipótesis .....	40
Capítulo V Propuesta .....	42
Datos informativos.....	42
<i>Nombre del proyecto</i> .....	42
<i>Entidad ejecutora</i> .....	42
<i>Localización geográfica</i> .....	42
<i>Monto</i> .....	42
<i>Plazo de ejecución</i> .....	42
<i>Sector y tipo de proyecto</i> .....	42
Antecedentes de la propuesta .....	43
Identificación, descripción y diagnóstico del problema.....	43
<i>Línea base del proyecto</i> .....	44
Análisis de oferta y demanda .....	44
<i>Demanda</i> .....	44
<i>Población demandante potencial</i> .....	45
Objetivos .....	45
<i>Objetivo general</i> .....	45

<i>Objetivos específicos</i> .....	45
Fundamentación propuesta .....	46
<i>Viabilidad técnica</i> .....	46
<i>Consola de despacho</i> .....	46
<i>Terminal de Gestión</i> .....	47
<i>Cargador De Claves / Autenticación</i> .....	48
<i>Equipos de radio y su proyección de crecimiento</i> .....	50
Viabilidad financiera y económica.....	51
Análisis de sostenibilidad.....	51
<i>Análisis de impacto ambiental de riesgo</i> .....	51
<i>Sostenibilidad social</i> .....	52
Diseño de la propuesta.....	52
Presupuesto valorado.....	54
Financiamiento .....	55
Metodología para ejecutar la propuesta.....	55
<i>Monitoreo de la ejecución</i> .....	55
Evaluación de resultados e impactos .....	55
Actualización de línea base .....	56
Conclusiones y recomendaciones.....	57
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
Bibliografía.....	59
Apéndices .....	60

### Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Canalización de los sitios de repetición.....</i>	17
<b>Tabla 2</b> <i>Cuadro de operacionalización de la (s) variable (s).....</i>	27
<b>Tabla 3</b> <i>Situación actual del sitio maestro. información proporcionada por el jefe de Mtto. del CALE.....</i>	35
<b>Tabla 4</b> <i>Distribución de radios por Divisiones del Ejército.....</i>	36
<b>Tabla 5</b> <i>Propuesta de radios para los CO.....</i>	53
<b>Tabla 6</b> <i>Costos referenciales del proyecto por componentes.....</i>	54
<b>Tabla 7</b> <i>Evaluación de resultados.....</i>	56

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Configuración del Sitio Principal instalado en el BC1</i> .....	17
<b>Figura 2</b> <i>Cantidad de radios que dispone la Fuerza Terrestre (información obtenida del CALE en el 2018)</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de la consola de despacho</i> .....	47
<b>Figura 4</b> <i>Diagrama de conectividad de terminal de gestión y despacho</i> .....	49
<b>Figura 5</b> <i>Radios troncalizados UHF portátil, móvil y fija</i> .....	50
<b>Figura 6</b> <i>Cobertura de la RNT (Gráfico proporcionado por Raymond Wells)</i> .....	51
<b>Figura 7</b> <i>Diagrama básico de operación (gráfico proporcionado por Raymond Wells)</i> .....	53

## Resumen

El presente trabajo pretende realizar un proyecto con el objetivo principal que es optimizar recursos de las Fuerzas Armadas que en su momento fueron destinados en proyectos para compra de equipamiento e infraestructura y que hoy en día ya no son útiles o que dejaron de funcionar con normalidad por varios factores como por ejemplo la falta de recursos para mantener el sistema operable al 100 % otro problema fue la falta de crecimiento en especial la cobertura del Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre. Todos estos problemas son la causa de falta de recursos, lo que ha obligado a propender integrarse a la plataforma e infraestructura que utiliza el ECU 911 y que administra y realiza el mantenimiento el CNT. para uso específico de entidades de seguridad del país como son la Policía Nacional, Bomberos, Salud, etc. Es así como en el presente estudio de investigación se propuso un proyecto para interoperar el Sistema troncalizado de la Fuerza con la Red Nacional Troncalizada. en el que se determinará la parte técnica, viabilidad y los costos que se requiere para esta incorporación y así mejorar el mando y control en las operaciones militares. La hipótesis planteada establece que la incorporación del sistema troncalizado de la FF.TT a la RNT fortalecerá la capacidad de mando en las operaciones militares, su comprobación se demuestra en la ejecución del proyecto y los resultados que este irá demostrando al mejorar la capacidad de mando y control en las operaciones militares.

*Palabras clave:* tecnología, recursos, infraestructura, mando, control

### **Abstract**

The present work intends to carry out a project with the main objective, which is to optimize the resources of the Armed Forces that at the time were allocated to projects for the purchase of equipment and infrastructure and that today are no longer useful or that stopped working normally due to Several factors such as the lack of resources to keep the system 100% operable. Another problem was the lack of growth, especially the coverage of the Trunked System of the Land Force. All these problems are the cause of lack of resources, which has forced to tend to integrate into the platform and infrastructure used by the ECU 911 and managed and maintained by the CNT. for specific use by national security entities such as the National Police, Fire Department, Health, etc. This is how in the present research study a project was proposed to interoperate the trunked System of the Force with the National Trunked Network. in which the technical part, feasibility and costs required for this incorporation will be determined and thus improve command and control in military operations. The proposed hypothesis establishes that the incorporation of the trunked system of the FF.TT to the RNT will strengthen the command capacity in military operations, its verification is demonstrated in the execution of the project and the results that it will show by improving the command capacity and control in military operations.

*Keywords:* technology, resources, infrastructure, command, control

## Capítulo I

### Planteamiento Del Problema

#### Formulación del problema

La Fuerza Terrestre actualizó su sistema troncalizado en el año 2011, a partir de esa fecha no se ha realizado una actualización de su software, aumento de cobertura, ni reposición de equipos en los sitios de repetición y enlace.

Desde su modernización el empleo de las radios se ha visto restringido a zonas en las que existe cobertura muy por debajo de la cobertura que ofrece la red troncalizada nacional.

La situación económica del país no ha permitido la generación de un proyecto que busque una modernización de la infraestructura del Sistema troncalizado de la FF.TT, ya que esto representa un costo elevado de alrededor de 90 millones de dólares.

#### Antecedentes

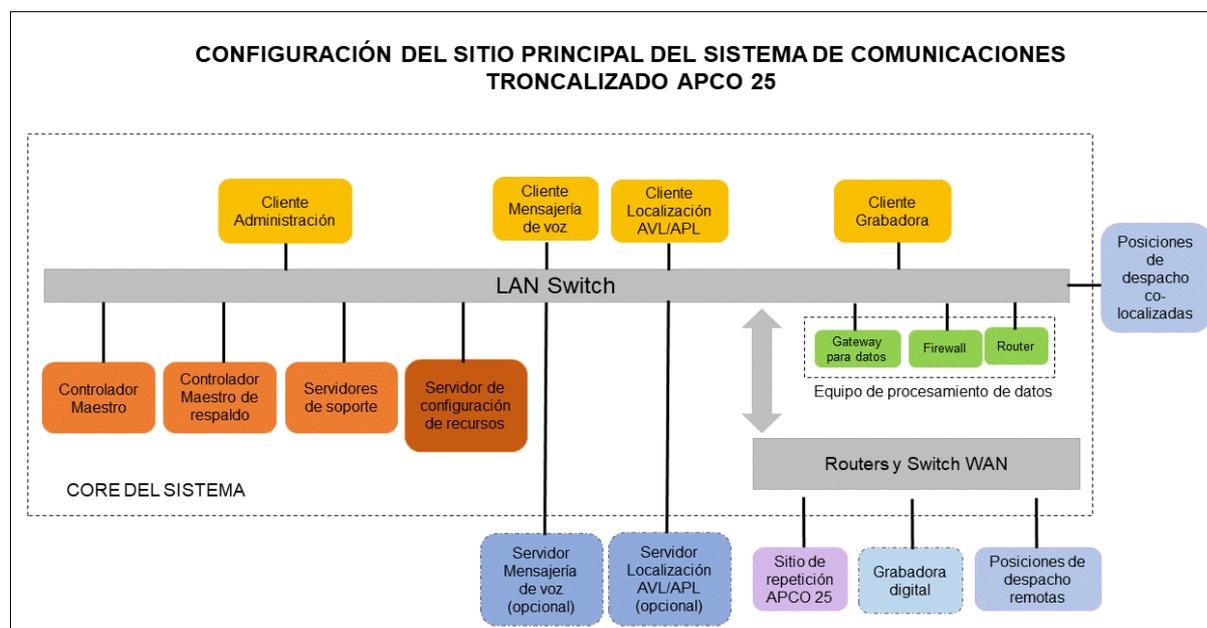
Durante los últimos años la tendencia de las telecomunicaciones se ha orientado hacia la tecnología IP, y es por hoy el estándar aceptado a nivel mundial, es así, que la Fuerza Terrestre optó por que el Sistema Troncalizado sea el medio principal de comunicación en las unidades militares de la Zona Sur y Callejón Interandino del país, en reemplazo de equipos de estándar militar, ya que sería demasiado costoso la implementación de las redes de comunicación con estos equipos.

El sistema troncalizado, es una red de comunicaciones digitales (Zona) compatible con la norma del Proyecto APCO 25. Posee un procesamiento prácticamente en tiempo real de las llamadas a través de toda la red por medio de una arquitectura plana y permite la utilización de servicios a lo largo de toda la red sin restricciones. Es un sistema altamente seguro y protege las comunicaciones contra intrusos por medio de encriptación avanzada (Policía de Buenos Aires,2017). Es una red altamente confiable, con enrutamiento automático por medio de técnicas y estándares de la industria de las comunicaciones, además de ser una red redundante / tolerante a fallas.

El sistema troncalizado, posee un sitio maestro (ubicado en la ciudad de Quito) que contiene el núcleo de procesamiento computacional. (CEVALLOS G, 2010) “El sitio maestro se compone básicamente de controladores de zona, servidores de bases de datos y de administración, terminales de administración, switch WAN, switch LAN, routers y otros componentes”.

**Figura 1**

*Configuración del Sitio Principal instalado en el BC1*



El actual Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre tiene una limitada cobertura, además se encuentra desactualizado su software, existiendo equipos de comunicaciones que se encuentran subutilizados, siendo indispensable incorporarlos a la RNT.

La infraestructura del sistema troncalizado está conformada por los siguientes sitios de administración, repetición y despacho:

**Tabla 1**

*Canalización de los sitios de repetición*

<b>SITIO PRINCIPAL</b>	
Controlador de zona	Quito
Servidores de infraestructura y Usuarios	Quito

---

**SITIO PRINCIPAL**


---

Consolas de despacho Quito y Cuenca

Suscriptores

**SITIOS DE REPETICIÓN**

Hito Cruz 4 canales

Portete 3 canales

Chilla 5 canales

Motilon 6 canales

Villonaco 4 canales

Morupe 3 canales

Cerro Azul 4 canales

Cacha 5 canales

Pilisurco 5 canales

Miravalle 5canales

Cotacachi 5 canales

Zapallo 5 canales

Salinas 5 canales

Bomboli 5 canales

Pasochoa 5 canales

Condorcocha 5 canales

Las Cuevas 5 canales

---

**Justificación**

Para mantener un mando y control en las operaciones militares se debe aprovechar la cobertura de la RNT, generando un proyecto de gran envergadura que garantice la interacción de FF. AA y los organismos del estado que son los encargados de la seguridad del país. Es así como la dirección de Desarrollo y transformación militar requiere de un

proyecto para incorporar el sistema troncalizado de la fuerza Terrestre a la RNT, siendo una necesidad imperante y disponiendo se desarrolle el proyecto.

### **Importancia**

La presente investigación es de suma importancia porque esto ayudaría a utilizar de mejor manera los equipos de comunicaciones que en la actualidad están subutilizados ya que el sistema troncalizado de la fuerza terrestre no cuenta con una cobertura adecuada.

La incorporación al nuevo sistema troncalizado nacional aumentaría la cobertura en una forma exponencial y la utilización de los equipos sería más eficiente aumentando el mando y control en las operaciones militares.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo General.***

Realizar el estudio de factibilidad para integrar el sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada.

#### ***Objetivos específicos.***

- Determinar la factibilidad de la utilización técnica, económica y operativa de la infraestructura existente de la RNT para incorporar los equipos de comunicación y despacho del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre.
- Determinar el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares que ejecuta la Fuerza Terrestre al integrarnos a la RNT.
- Elaborar un proyecto para la incorporación del sistema troncalizado de la fuerza terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT).

## Capítulo II

### Marco Teórico.

#### **Antecedentes investigativos.**

El sistema por su cobertura del 22% tiene limitaciones para atender las necesidades de las Fuerzas, principalmente puntos muertos en varios sitios del país teniendo una baja cobertura de la señal y por tanto un inadecuado mando y control de las operaciones.

Las unidades militares mantienen sus comunicaciones a través de la telefonía celular por la deficiente comunicación vía radio de comunicaciones militares, para mantener el contacto con las patrullas desplazadas.

El vertiginoso desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones exige cada vez, mayores capacidades para la utilización de medios de comunicación robustos.

El Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre por falta de recursos dejó de actualizarse tanto el sistema central, los sitios de repetición y enlace, el motolocator (sistema de posicionamiento de las radios mediante GPS), las consolas de despacho y lo más importante sus medios de comunicación, radios portátiles, vehiculares y fijas.

A continuación, se evidencia la cantidad de radios que se encuentran vinculados al sitio maestro:

**Figura 2**

*Cantidad de radios que dispone la Fuerza Terrestre (información obtenida del CALE en el 2018)*

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

### **Fundamentación teórica**

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

Es indudable decir que las nuevas tecnologías han realizado un salto en su desarrollo, en especial el Sistema Troncalizado, durante los últimos años la tendencia de las telecomunicaciones se han orientado hacia la tecnología IP, y es por hoy el estándar aceptado a nivel mundial, es así, que FF.AA optó por que el Sistema Troncalizado sea el medio principal de comunicación en las unidades militares de la Zona Sur y Callejón Interandino del país (Comandos Operacionales), en reemplazo de equipos de estándar militar, ya que sería demasiado costoso la implementación de las redes de comunicación con estos equipos.

En el año 1997 la FF.TT adquirió el Sistema Troncalizado para solventar los requerimientos de comunicaciones en la parte sur y centro del país. En su última actualización en el año 2011 la FF.TT modernizó el Sistema Troncalizado de Smart Zone a APCO IP 25 V.7.11. en la actualidad no se ha dado recursos para mantener en condiciones operables el Sistema ( Ejército Ecuatoriano, 2014).

En la actualidad por las misiones orientadas defensa interna y tareas subsidiarias que está cumpliendo FF. AA se requiere de un medio de comunicación flexible que permita realizar coordinaciones con otras instituciones.

Es una preocupación de la Fuerza mantener siempre un mando y control óptimo para su empleo en operaciones militares, lastimosamente en su Tesis (SEMANATE, GODOY, 2019) indica que este sistema ha operado desde hace 22 años y en la actualidad afirma que tiene problemas con varios de sus equipos tanto en sus sitios de repetición, sitios de enlace como en sus equipos finales como los suscriptores (radios fijas, vehiculares y portátiles), además afirma que la empresa MOTOROLA ha dejado de fabricarlas, claro hace referencia especialmente a los sitios de repetición que en la actualidad son marca QUANTAR. (Semante, 2019) indica en su tesis textualmente en sus conclusiones “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” (pág, 87).

Es indiscutible que la Red Nacional Troncalizada brinda una intercomunicación de las instituciones gubernamentales como son salud, policía nacional entre otros, mejorando sustancialmente la capacidad de respuesta del Estado de todos los riesgos y amenazas latentes.

La Red Nacional Troncalizada es administrada por la Corporación Nacional de telecomunicaciones CNT, y operada por el ECU 911 que permite la interconexión con los organismos del Estado responsables de la seguridad a nivel nacional.

## **Fundamentación conceptual**

### ***Bases teóricas***

Troncalización es un compartimento automático de un grupo de canales de comunicación entre muchos usuarios, y su más importante cualidad es la habilidad para disminuir drásticamente los tiempos de espera para uso de un canal de comunicaciones (comparando con los sistemas convencionales de hoy día). Esencialmente esto es posible por la distribución del tráfico de voz, entre todos los canales disponibles.

Un sistema con sitios múltiples se puede considerar como una serie de sistemas de sitios independientes vinculados y controlados desde un punto central. Este tipo de sistema extiende el área de cobertura y permite que un radio pueda pasear entre sitios sin perder la comunicación con su grupo de comunicación (ROAMING).

Uno de los beneficios de la troncalización es la forma como los usuarios pueden ser organizados, dando a esa organización mucho más dinamismo y economía de medios. Los usuarios están organizados en grupos de conversación. Un grupo de conversación (talkgroup) es un conjunto de radios (bases, fijas, móviles y portátiles) que pueden compartir llamadas.

El Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre ofrece todas estas bondades, tiene problemas de cobertura ya que consta de tan solo 17 sitios de repetición frente a la RNT que tiene una cobertura muy amplia de aproximadamente 87 sitios de repetición. Adicional la falta de presupuesto para el mantenimiento.

### **Fundamentación legal**

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece como misión fundamental de las Fuerzas Armadas la: "Defensa de la soberanía e integridad territorial" (Art. 158). En función de ella, las Fuerzas Armadas deben estructurarse doctrinaria, orgánica y funcionalmente. Básicamente, las FF. AA para cumplir deben realizar (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018):

- Operaciones militares de vigilancia y control del territorio, espacios marítimos y aéreos.
- Operaciones militares para la defensa de la soberanía y la integridad territorial.
- Operaciones no convencionales
- Operaciones de protección a las áreas e infraestructura estratégica.
- Operaciones de seguridad y control marítimo.
- Operaciones de apoyo a la gestión de riesgos

- Operaciones de apoyo al control del orden público, contra el narcotráfico, crimen organizado y terrorismo.
- Operaciones de respuesta ante crisis (demostración de fuerza, empleo de fuerza). ( Ejército Ecuatoriano, 2014)

Para dar cumplimiento a todas estas misiones es necesario mantener un mando y control eficiente, con equipos de comunicaciones sustentables y seguros, además de una cobertura a nivel nacional. El sistema troncalizado, después de su actualización de SmartZone a APCO IP 25 en el que la Cevallos (2018), en su proyecto de grado, indica: facilita una sutil migración del sistema troncalizado..... para así estar preparados y listos a acoger nuevas tendencias tecnológicas que se originen a partir del protocolo IP". Esta actualización se llevó a efecto en el año 2011, en el que se actualizó el data center del sistema se actualizó la red de los sitios de repetición y se compraron radios y consolas de despacho para Quito y Cuenca.

Lo que no se realizó fue el aumento de la cobertura, después de esta actualización se realizaron varios proyectos por parte del CALE y BC 1 para el mantenimiento de los sitios de repetición , consolas de despacho, equipos suscritores y el sitio maestro, además proyectos para aumentar y colocar más sitios de repetición con el propósito de aumentar la cobertura en especial en el norte del país , sector fronterizo con Colombia y el perfil costanero, pero no se dio paso a estos proyectos por falta de presupuesto y también por situaciones políticas ya que el gobierno de turno pretendió unificar los sitios troncalizados existentes en el país.

## **Sistemas de variables**

### ***Variables independientes***

- Elaborar un proyecto para incorporar el Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada.
- Medios de comunicación con cobertura a nivel nacional y tecnología de vanguardia.

***Variables dependientes***

- Incorporación de los equipos de radio portátiles, vehiculares, fijas y consolas de despacho que dispone el Ejército a la RNT, para las operaciones militares.
- Ampliación de la cobertura para el mando y control en las operaciones militares.

***Definición nominal***

El Sistema Troncalizado de la FF.TT, se encuentra conformado por un sitio maestro en (Quito), un sitio de administración remoto en (Cuenca) y 17 sitios de repetición. Cada sitio de repetición contiene una cantidad de repetidores y enlaces (IP) de acuerdo con el dimensionamiento realizado para cumplir con las necesidades particulares de trabajo y operativas de la institución. Estos son los componentes principales que dan soporte al tráfico de comunicaciones de voz, datos, control y administración de red.

La situación económica del país no ha permitido la generación de un proyecto que permita una modernización de la infraestructura del Sistema Troncalizado de la FF.TT, ya que esto representa un costo elevado de alrededor de 90 millones de dólares.

***Definición conceptual***

El sistema por su cobertura actual 22% tiene limitaciones para atender las necesidades de las Fuerzas, principalmente puntos muertos en varios sitios del país teniendo una baja cobertura de la señal y por tanto un inadecuado mando y control de las operaciones.

Las unidades militares mantienen sus comunicaciones a través de la telefonía celular por la deficiente comunicación vía radio de comunicaciones militares, para mantener el contacto con las patrullas desplazadas.

El vertiginoso desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones exige cada vez, mayores capacidades para la utilización de medios de comunicación robustos.

En cuanto a las consolas de despacho se tendría que realizar un upgrade, cambio de ID y reubicación de la consola, también es necesario realizar la configuración para creación de grupos de conversación.

### **Definición operacional**

La Red Nacional Troncalizada brinda un servicio muy parecido al Sistema Troncalizado de la FF.TT, con la diferencia que tiene una mejor cobertura ya que tiene instaladas repetidoras a lo largo y ancho del país con una cobertura a nivel nacional del 95 %.

La ventaja principal es contar con una infraestructura y cobertura amplia con las capacidades suficientes y de tecnología actual que permita la conducción eficiente de las operaciones de seguridad integral, esto dentro de un presupuesto que esté dentro del alcance del estado en las situaciones actuales de la economía.

Otra ventaja es que se optimizarían los recursos económicos de FF. AA ya que no se tendría que realizar proyectos para aumentar la cobertura del Sistema Troncalizado, tampoco el costo de actualización del Sistema, que son costes onerosos.

La desventaja es que se la administración total no sería de FF. AA y estaríamos regidos a CNT que es el organismo que administra la RNT.

Si, se tuviera que realizar upgrade a los equipos cambio de ID y pruebas de funcionamiento.

### **Hipótesis**

La hipótesis que se ha planteado para la investigación es:

La incorporación del sistema troncalizado de la FF.TT a la RNT fortalecerá la capacidad de mando y control en las operaciones militares.

Para esto debemos responder estas preguntas:

- ¿Qué efecto positivo tendrán las comunicaciones de FF. AA si se incorpora el Sistema Troncalizado de la FF.TT a la RNT?
- ¿Con la utilización de la infraestructura de la RNT se incrementará la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares y administrativas que ejecuta las Fuerzas Armadas?

**Tabla 2**

*Cuadro de operacionalización de la (s) variable (s)*

<b>Nombre</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>	<b>Link</b>	<b>Variables a las que hace referencia</b>
Elaborar un proyecto para incorporar el Sistema Troncalizado de la FF.TT a la RNT.	La utilización de los medios de comunicaciones que tiene las Fuerzas Terrestre y Naval que en la actualidad se encuentran subutilizados.	Investigación bibliográfica-documental	Mejorar el mando y control para las operaciones militares que realiza las FF.AA.	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec/">http://repositorio.espe.edu.ec/</a>	Capacidad estratégica de las Fuerzas Armadas en el Mando y Control.
Medios de comunicación con cobertura a nivel nacional y tecnología de vanguardia.	Mejorar la cobertura que tiene el sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre.	Entrevista a las unidades responsables del Sistema	Las ventajas que ofrece la tecnología trunking digital, es rentable y viable para el desarrollo de las	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec/">http://repositorio.espe.edu.ec/</a>	Capacidad de TICs

Nombre	Objetivos	Metodología	Resultados	Link	Variables a las que hace referencia
Incorporación de los equipos de radio portátiles, vehiculares, fijas y consolas de despacho que dispone el Ejército a la RNT, para las operaciones militares.	Analizar la capacidad de enlace y cobertura de la RNT para recomendar una solución incrementado la capacidad de mantener el enlace y control de las operaciones en especial a nivel táctico.	Troncalizado de la FF.TT.  Investigación documental	comunicaciones de la FF.AA.  Se debe aprovechar la cobertura de la RNT y generar un proyecto de gran envergadura que garantice la interacción de FF. AA y los organismos del Estado.	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec/">http://repositorio.espe.edu.ec/</a>	Medios y equipos de comunicaciones con tecnología de vanguardia.

Nombre	Objetivos	Metodología	Resultados	Link	Variables a las que hace referencia
Ampliación de la cobertura para el mando y control en las operaciones militares.	Utilización de la tecnología y amplia cobertura (a nivel nacional) que ofrece la RNT incorporando los medios de comunicación existentes en las Fuerzas Terrestre y Naval.	Desarrollo de un proyecto para la incorporación de los medios de comunicación existentes.	Proyecto para que el alto mando tome la decisión de incorporar los equipos troncalizados a la RNT.	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec/">http://repositorio.espe.edu.ec/</a>	Elaborar un proyecto para incorporar el Sistema Troncalizado de la FF.TT.

## Capítulo III

### Metodología

#### **Modalidad de la investigación**

Para el presente trabajo se realizará una investigación teórica para la recolección de datos, y posteriormente una investigación explicativa con el fin de determinar la relación existente entre las causas y consecuencias del proyecto.

#### **Tipos de investigación**

Se ha determinado que es necesario realizar una investigación teórica, para la recolección de datos ya existentes y una investigación explicativa con la utilización de entrevistas para obtener información actual.

#### ***Investigación teórica***

Se crea a partir de hechos ya conocidos, que es necesario actualizar estos conocimientos y así continuar con la investigación.

Se caracteriza y se relaciona con la investigación documental ya que se tiene conocimiento que hay varias fuentes de consulta de los sistemas troncalizados.

Esta investigación se realizará obteniendo información de las entidades que operan los dos sistemas, y que conocen al detalle las especificaciones técnicas, y funcionamiento en general.

La recolección de datos se lo realizará con consultas a páginas web de las instituciones y visitas in situ con el fin de obtener información de primera mano.

#### ***Investigación cualitativa***

Es el método científico de observación para recopilar datos no numéricos, estos deben ser consideradas distintas al experimento. Es decir, grupos de discusión, entrevistas, o técnicas de observación.

Conceptualmente este tipo de investigación persigue hallar las razones o motivos por los cuales ocurren los hechos, visualizando las causas y los efectos que existen. Además, se intenta clarificar como es exactamente el problema del que se quiere auscultar la

información. En el que se requiere averiguar la postura de los comandantes frente a la situación actual del sistema troncalizado y su postura frente al cambio que se pretende dar con la ejecución del proyecto.

En este sentido, la investigación cualitativa se centra en el porqué del objeto del estudio (proyecto). Para determinar el o los motivos por los cuales se debe realizar este trabajo de investigación.

### **Diseño de la investigación**

Delimitaremos los siguientes aspectos dentro de los siguientes niveles de investigación:

#### ***Por los objetivos***

Basándonos en los objetivos ya determinados para el presente trabajo de investigación y tomando en cuenta los objetivos específicos que son:

- Determinar la factibilidad de la utilización técnica, económica y operativa de la infraestructura existente de la RNT para incorporar los equipos de comunicación y despacho del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre.
- Determinar el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares que ejecuta la Fuerza Terrestre al integrarnos a la RNT.
- Elaborar un proyecto para la incorporación del sistema troncalizado de la fuerza terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT).

El estudio está orientado a determinar la factibilidad para integrar el sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada. Que es el objetivo general de la tesis.

#### ***Por el lugar***

De campo: el estudio se centra en realizar la investigación en los dos sitios troncalizados para determinar su compatibilidad técnica, su factibilidad económica y política para realizar la integración.

En el presente estudio se ha delimitado a realizar las visitas al Sitio Maestro del Sistema Troncalizado de la FF.TT ubicado en el BC1 y al Sitio de operaciones de la RNT ubicado en el ECU911, realizando también una visita a la Oficina Comercial Wellscom.

### ***Por el alcance***

El estudio se basa en una investigación inicialmente teórica, por la recopilación de la información en el BC 1 (unidad que explota los recursos del sistema troncalizado de la FF.TT), del CALE (unidad que realiza el mantenimiento de todo el sistema de la Fuerza), de CNT que es la empresa que realiza el sostenimiento de la RNT, del ECU911 (institución que opera el sistema a nivel nacional), y de Rymond Wells (empresa que realizó la instalación y única proveedora de servicios de sistemas troncalizados en el país).

### **Población**

Esta investigación es cualitativa por lo tanto la herramienta a aplicar es la entrevista.

Se van a realizar a varios miembros de las instituciones de acuerdo con el siguiente detalle:

- CNT: para verificar la actual situación en la que se encuentra la RNT, ya que la administración de la red está a responsabilidad de CNT-EP.
- ECU911: a miembros de la parte operativa para realizar las coordinaciones necesarias para la utilización de la infraestructura.
- BC1: Para determinar los procedimientos técnicos y legales para la incorporación de los equipos y consolas de despacho a la RNT.
- CALE: para determinar el estado de las radios fijas, vehiculares y portátiles, así como el cuadro de mantenimiento y el stock de repuestos actuales.
- La situación actual de los sitios de repetición y de enlace y los proyectos presentados a la fuerza.
- El sitio maestro su situación actual y proyectos realizados.
- Wellscom: empresa responsable de la venta e instalación inicial de la RNT y Sistema Troncalizado.

### **Técnica de recolección de datos**

Con el objetivo de obtener la información necesaria para la elaboración del proyecto para la incorporación de los equipos de comunicaciones de las FF. AA a la RNT, se realizarán entrevistas no estructuradas a miembros responsables tanto de la RNT (operación técnica, mantenimiento y actualización), personal de operaciones de ECU 911, para la incorporación de los equipos (áreas de trabajo, grupos de trabajo, etc.) y al oficial del BC 1, responsable del Sistema Troncalizado para la obtención de la información actual de los equipos de comunicaciones (cantidad y estado de los equipos de radio y consolas de despacho).

ANEXO "A" Elaboración de preguntas para las entrevistas.

### ***Instrumento***

Se lo realizará a través de una entrevista a cada una de las unidades involucradas como son el Batallón de comunicaciones No. 1 (BC1), Comando de Apoyo Logístico Electrónico (CALE), Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), ECU 911, y Wellscom.

### **Validez y confiabilidad**

Las entrevistas van a ser confiables ya que los entrevistados tienen el conocimiento pleno del funcionamiento y operación de sus sistemas troncalizados, se le s realizará las preguntas en forma clara precisa y concisa con el fin de obtener respuestas objetivas y de interés para la elaboración del proyecto. Ver Anexo "A".

### **Técnicas de análisis de datos**

Se realizará las transcripciones de las cuatro entrevistas que se realicen a las Unidades Militares e instituciones.

Para lo cual se formularon con anterioridad las preguntas que se evidencia en el Anexo "A".

**Técnicas de comparación de hipótesis**

Toda la información que se obtendrá de las entrevistas servirá para desarrollar el proyecto con datos actualizados tanto técnicos como económicos. Se va a determinar si se cumplirá la hipótesis que se levantó.

## Capítulo IV

### Resultados de la Investigación

#### Análisis de los resultados

Los datos obtenidos por las entrevistas realizadas a las diferentes unidades y entidades son de una fiabilidad y van a colaborar para continuar con los insumos para la ejecución del proyecto.

#### Análisis de la entrevista realizada al BC1.

De la entrevista realizada al BC1, en el que se pidió información relevante del Sistema Troncalizado de la FF.TT. se pudo evidenciar que el sistema en la actualidad se encuentra subutilizado un ejemplo de esto es el Motolocator que es un sistema de georreferenciación de las radios que tienen GPS, y en la fotografía se visualiza que ya está fuera de servicio y el monitor está siendo utilizado para visualización de cámaras de video vigilancia, en vista que el aplicativo dejó de funcionar.

El personal que labora en el Sitio Maestro informó que los equipos se encuentran fuera de funcionamiento de acuerdo con el siguiente detalle:

**Tabla 3**

*Situación actual del sitio maestro. información proporcionada por el jefe de Mtto. del CALE*

ORD.	DESCRIPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIÓN
01	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	FUNCIONANDO	Se requiere mantenimiento periódico del Aire acondicionado, por parte de empresa especializada.
02	SERVIDOR GAS02 (ZC02 and UEM01)	FUERA DE SERVICIO	Se requiere mantenimiento de una empresa especializada. (aloja servidores virtuales).

<b>ORD.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
03	SERVIDOR GAS03 (ZSS01)	FUERA DE SERVICIO	Se requiere mantenimiento de una empresa especializada. (aloja servidores virtuales).
04	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA	FUNCIONANDO	Se requiere mantenimiento de una empresa especializada.
05	CONSOLAS DE AUDIO VMP	De 3 consolas, solo funciona 1.	Se requiere mantenimiento de una empresa especializada.

En el (Anexo "B") se evidencia el resultado de la entrevista realizada al Batallón de Comunicaciones en el cual nos indica que ya se encuentran varias radios de la Fuerzas Terrestre y Armada ya trabajando en la RNT, técnicamente es posible que los suscriptores puedan ser utilizados en los dos sistemas para esto es necesario incluir una plantilla en la radio con toda la información de la RNT en el que se le entrega un ID a cada radio para que el sistema le acepte como parte de la red.

En la actualidad existen 706 radios trabajando en la RNT, Fuerza Terrestre 292 radios, Fuerza Naval 404 radios y Ministerio de Defensa 10 radios.

De las 292 radios de la Fuerza Terrestre se evidencia de acuerdo con el siguiente detalle proporcionado por el BC1:

**Tabla 4**

*Distribución de radios por Divisiones del Ejército*

<b>TOTAL DE RADIOS</b>	
I DIVISIÓN	189
II DIVISIÓN	53

<b>TOTAL DE RADIOS</b>	
III DIVISIÓN	46
TOTAL DIVISIÓN	287
TOTAL CON NOVEDADES	04
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>292</b>

### **Análisis de la entrevista realizada al CALE.**

El CALE ha realizado un mantenimiento del Sistema Troncalizado el año pasado (2021) con equipos donados por CNT, equipos que dejaron de funcionar en la RNT y que donaron a la Fuerza Terrestre. En el informe No. FT-CALE-LAB-2021-027, del 23 de septiembre de 2021, elaborado por el Jefe de Mantenimiento y presentado al Comandante del CALE (año 2021), se evidencia esta donación y en que sitios de repetición fueron colocados, en las conclusiones del informe indica lo siguiente: (CACHIGUANGO,2021) “El sitio maestro está conformado por equipos, dispositivos y accesorios muy sensibles, por lo que desde su instalación siempre han estado protegidos con sus respectivos sistemas de tierra, climatización y respaldos de energía, este último por falta de mantenimiento a dejado de funcionar provocando daños muy severos; se encuentra funcionando de manera limitada y su operabilidad al momento es del 30% de su capacidad”.

De las 6 consolas de despacho VPM, MCC 7500, que se adquirieron solo dos funcionan en la actualidad, una en Cuenca y otra en Quito.

La realidad del sistema troncalizado de la Fuerza es bastante preocupante y posiblemente hasta finales de este año ya este fuera de servicio completamente.

En los últimos años se han presentado varios proyectos para el mantenimiento y fortalecimiento del sistema troncalizado, los cuales no se han implementado principalmente por la falta de recursos económicos. En el Anexo “C” presentamos el resultado de la entrevista realizada al CALE.

### **Análisis de la entrevista realizada a CNT/ECU911**

Dentro de lo más importante podemos indicar que existe una Comisión Técnica Interinstitucional que es la encargada del manejo y gestión de la RNT tanto para su operación como para el mantenimiento y ampliación del sistema, esta comisión tiene una Rectoría a cargo del Comité Intersectorial del SIS-911 que está presidida por el Ing. Juan Pablo Torres y se encuentra conformada por varios miembros de la seguridad nacional:

- Policía Nacional.
- Fuerzas Armadas. (Comando Conjunto).
- Ministerio de Salud Pública.
- Secretaria de Gestión de Riesgos.
- Agencia Nacional de Tránsito
- Sistema Integrado de Seguridad ECU 911.

En ese orden la importancia de cada una de las instituciones en el que la comisión determina la operación de la Red, elaboración y aprobación de proyectos de mantenimiento y ampliación de la RNT todo esto con el objetivo de mantener operable al 100% el sistema. Cabe anotar que La Comisión técnica hoy se llama Comisión técnica intersectorial para el manejo y gestión de redes de comunicaciones para emergencia (CTIMGRCE).

En el Anexo "D" se presenta el resultado de la entrevista realizada al Ing. Galo Jiménez miembro de la Comisión, de la RNT, como parte del Comando Conjunto. En el que indica claramente cuál es la situación actual de la RNT, evidenciando que existe 88 sitios de repetición con lo cual posee una cobertura del 95% en las zonas pobladas del Ecuador y la cantidad de abonados son 32.255.

Además, se indica que técnicamente no es posible la integración a nivel de infraestructura, lo que se pueden integrar son equipos portátiles (radios portátiles, vehiculares y fijos) los XTS/XTL y los APX.

Existe la factibilidad técnica de crear un área de gestión a través de la adquisición de consolas para gestión configuración y despacho, y una zona de gestión mediante la creación de una zona.

También recalca y se comprueba que existen 706 radios de FF.AA. ya en funcionamiento en la RNT. Anexo "D" resultado de la entrevista realizada a CNT / ECU911.

### **Análisis de la entrevista realizada a Wellscom.**

Dentro de lo más importante de la entrevista que se evidencia en el Anexo "E", que ningún elemento de la infraestructura de la FF.TT puede integrarse directamente, o entrar en funcionamiento como parte de la RNT. Es decir: ni el equipamiento del Controlador Maestro, los Sitios de Repetición, las consolas de despacho, servidor de datos móviles, server de mensajería de texto, server AVL Motolocator, grabadora, etc... Se trata de equipos incompatibles con la plataforma actual A.2020 pues ya no cuentan con soporte de fábrica y tampoco pueden actualizarse mediante upgrade directo para trabajar con la actual plataforma troncalizada versión A.2020 de la RNT.

Además, la empresa siempre ha estado presta a colaborar con todos los proyectos que ha generado la fuerza y el Comando Conjunto y que en la actualidad se encuentra colaborando en el proyecto de misión crítica anclados en la RNT para la creación de la Brigada Blindada en la provincia de Manabí. Que la está realizando la DTIC.

### **Discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos en cada entrevista nos ha servido para analizar de una forma oportuna para determinar la objetividad y pertinencia en el que se determinó la factibilidad para la incorporación del Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre a la Red Nacional Troncalizada (RNT), para el fortalecimiento de la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares.

El Sistema Troncalizado prácticamente está pronto a quedar inservible así se determinó en las conclusiones de la tesis Semanate (2019) "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” (pág. 45). Se resume los datos obtenidos, pudiendo deducir que todas las instituciones involucradas convergen en que ya no es aplicable invertir en el Sistema y más bien optar por incorporarse a la RNT.

De la información obtenida podemos indicar que Fuerzas Armadas ya se encuentran trabajando con sus comunicaciones con un total de 702 radios en la RNT, de las 1455 radios de acuerdo a la “Tabla 2 Cantidad de radios que dispone la Fuerza Terrestre (información obtenida del CALE en el 2018)” esto quiere decir que hace falta que ingresen 184 radios y que 585 radios ya no podrían ingresar a la RNT ya que son radios con modelos que técnicamente ya no podrían ingresar por ser de modelos antiguos ya que son de modelos XTS 3000 y XTS 4250.

El proyecto que se va a proponer ayudará a definir un área de gestión en la que se adquiera consolas de gestión, consolas de configuración y consolas de despacho, estas últimas para cada Comando Operacional y/o División, así como la adquisición de radios portátiles, vehiculares y fijas incrementado de esta manera la capacidad de mando y control de las unidades militares.

### **Comprobación de hipótesis**

La hipótesis que se ha planteado para la presente investigación es:

La incorporación del sistema troncalizado de la FF.TT a la RNT fortalecerá la capacidad de mando y control en las operaciones militares.

Para esto debemos responder estas preguntas:

- ¿Qué efecto positivo tendrán las comunicaciones de FF. AA si se incorpora el Sistema Troncalizado de la FF.TT a la RNT?
- El BC1 y el CALE por años han explotado el sistema Troncalizado para lo cual han realizado varios proyectos, pero no han obtenido los recursos necesarios para continuar con la operación del sistema, es por esto que algunas radios ya se encuentran trabajando en la RNT, mejorando sustancialmente el mando y control

de las operaciones militares ya que ha tenido un efecto positivo para las comunicaciones de las Unidades Militares que realizan operaciones a diario.

- ¿Con la utilización de la infraestructura de la RNT se incrementará la capacidad de mando y control en la planificación y ejecución de las operaciones militares y administrativas que ejecuta las Fuerzas Armadas?

Es indudable que ya se evidencia con la incorporación de 702 radios de las FF. AA ha mejorado la capacidad de mando y control en especial en la ejecución de las operaciones militares y administrativas que ejecuta.

Determinamos que la hipótesis ya se está cumpliendo y si se ejecuta el proyecto va a mejorar aún más la capacidad del mando y control en las operaciones militares, y en la parte administrativa que ejecuta las Fuerzas.

Después de la investigación realizada se ha comprobado que al incorporar el sistema Troncalizado de la FF.TT a la RNT, si se fortalecerá la capacidad de mando y control en las operaciones militares.

## Capítulo V

### Propuesta

#### Datos informativos

##### ***Nombre del proyecto***

Incorporación del Sistema Troncalizado de la Fuerza Terrestre a la RNT.

##### ***Entidad ejecutora***

- Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- Fuerza Terrestre.
- Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
- Agrupamiento de Comunicaciones y Guerra Electrónica.

##### ***Localización geográfica***

El proyecto se implementará en todo el territorio nacional, atendiendo las necesidades de Mando y Control para las operaciones militares en todo el Ecuador con prioridad en los sectores fronterizos y de mayor conflictividad social.

##### ***Monto***

El monto referencial del proyecto para su implementación y operación final es de: \$  
\$3.099.902,00.

##### ***Plazo de ejecución***

El plazo de ejecución del proyecto es de 6 meses a partir de la aprobación del presente proyecto.

##### ***Sector y tipo de proyecto***

Sector: Ministerio de Defensa Nacional

Tipo de inversión: equipamiento e infraestructura tecnológica (adquisición, instalación e implementación).

## **Antecedentes de la propuesta**

El área de intervención del proyecto es todo el territorio nacional incluida todas las provincias del Ecuador, incluido el archipiélago de las Galápagos. Cubriendo 256 370 km<sup>2</sup>, con una población de 17.511.000 personas al año 2021, que presenta una moderada densidad de población, 68 habitantes por km<sup>2</sup>.

## **Identificación, descripción y diagnóstico del problema**

El alto índice de incremento de la inseguridad en todo el territorio nacional en especial en las provincias fronterizas y con salida al mar como Manabí, Esmeraldas, Guayas, Carchi. No permite el control territorial efectivo por parte de las Fuerzas Armadas. Por este motivo, el mando institucional requiere de personal altamente entrenado y capacitado que permita la ejecución de operaciones militares de control en apoyo a las instituciones del estado.

Para el Comando y Control de las operaciones se requiere que las unidades cuenten con sistemas de comunicaciones e infraestructura tecnológica para mantener enlazadas a las tropas durante el desarrollo de sus actividades tanto administrativas como operativas. Sin embargo, el Ejército no tiene infraestructura de comunicaciones instalada tanto de redes WAN y LAN que permita llegar con los servicios de TIC (correo electrónico, video conferencia, aplicativos informáticos del SIFTE, entre otros) en varias unidades militares y a las nuevas unidades que se crearán en Pedernales, Portoviejo, Chone y El Carmen, de igual manera, en muchos casos ya no se cuentan con redes de radiocomunicaciones modernas en las diferentes bandas de frecuencia HF/ VHF/ UHF, siendo necesario realizar una incorporación a la RNT y la adquisición de equipamiento e infraestructura para implementar las mismas, con capacidades de integración y transmisión de señales de voz y datos en tiempo real a través de unidades móviles o puestos de mando fijos.

***Línea base del proyecto***

En vista que el mando y control para las operaciones militares es deficiente en todos los niveles y el Sistema Troncalizado no ofrece una cobertura a nivel nacional en especial en sectores críticos como las fronteras y puertos marítimos, por las actuales amenazas que enfrenta el Ecuador en ámbito interno, por lo que es necesario la incorporación de los equipos de comunicación MOTOROLA en la banda UHF (800 Mhz) a la RNT. Y así aumentar la capacidad de mando y control no solo de la Fuerza terrestre sino de las Fuerzas Armadas.

Contar con unas comunicaciones optimas y con excelente cobertura permitirá un aumento en el mando y control de las operaciones militares que ejecutan el Comando Conjunto.

***Análisis de oferta y demanda***

Es de importancia capital la incorporación del sistema Troncalizado a la RNT debido a que en la actualidad no se cuenta con un sistema de comunicaciones eficiente para las operaciones militares que se ejecuta a diario como apoyo a las instituciones del estado y debido al creciente índice delincencial que se vive en gran parte del territorio nacional.

La empresa Rymond Wells, que es la única empresa en el Ecuador acreditada por Motorola para ofertar soluciones de los Sistemas Troncalizados emitió una Oferta Técnica Económica (Anexo "F") de sus servicios en el que contempla valores referenciales de la solución para la incorporación de donde se obtuvieron los costos que nos sirven para elaborar la propuesta económica de la solución integral.

***Demanda***

En lo concerniente a la demanda a ser considerada en este proyecto, corresponde al personal militar que requiere de forma directa e indirectamente un sistema de comunicaciones de manera que garantice un eficiente mando y control en todos los niveles de conducción de las operaciones militares, que se traduce en el mejoramiento de los sistemas operativos de las Fuerzas Armadas que permitan el aseguramiento de unas comunicaciones eficientes, que es posible obtener cuando se cuenta con los medios que

permitan enfrentar amenazas internas y externas que se deben combatir ya sea a nivel de todo el territorio nacional o en regiones específicas o localizadas. En el combate directo en el apoyo estratégico de las instituciones del estado tanto públicas como privadas y garantizar el normal funcionamiento y por ende el vertiginoso desarrollo en pro de una población con una percepción de seguridad a nivel nacional.

### ***Población demandante potencial***

La inversión en sistemas de comunicaciones que tengan tecnología de punta con altos niveles de seguridad fortalece al personal militar, ya que garantiza mejorar la seguridad y defensa del territorio nacional, debido a que mejora sustancialmente el mando y control en toda actividad que se realiza ya sea administrativa u operativa en todos los niveles y con una cobertura en todo el territorio nacional.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo general***

El presente proyecto tiene por objetivo la adquisición de dispositivos para la integración de las operaciones de la FFTT sobre la infraestructura de la RNT.

#### ***Objetivos específicos***

- Mantener la autonomía de comunicaciones y la coordinación de operaciones para la Seguridad Nacional.
- Adquirir los dispositivos necesarios para poder operar sobre la RNT.
- Ampliar la cobertura a nivel nacional usando la RNT.
- Los terminales portátiles, bases y móviles que utilice la Fuerza Terrestre deben trabajar de manera eficiente dentro de los dos Sistemas Troncalizados
- La solución busca resolver los problemas actuales del sistema Troncalizado.
- Adquisición de un terminal de gestión, cuatro consolas de despacho para trabajar sobre la plataforma de la RNT uno para cada Comando operacional y/o División.

- Adquisición de elementos que permitan configurar los radios de manera independiente de las demás instituciones que utilizan la RNT, como la Policía Nacional.

## **Fundamentación propuesta**

### ***Viabilidad técnica***

La Fuerza Terrestre actualmente, disponen de equipos de radio que son parte de esta red de comunicaciones afiliadas a la Zona 1 de la Red Nacional Troncalizada, administrada y gestionada por la Policía Nacional.

El proyecto tiene como objetivo principal, integrar a la Fuerza Terrestre como usuario de la Red Nacional Troncalizada bajo el mismo estatus de las demás instituciones miembros de la red, manteniendo la autonomía en la gestión y administración de sus comunicaciones, a través de la implementación del equipamiento necesario, que garantice la independencia en la creación y configuración de sus grupos de conversación, así como la programación y generación de llaves de seguridad, para proporcionar servicios de comunicaciones de misión crítica a las operaciones militares en apoyo a las instituciones del Estado.

Para alcanzar este objetivo se realizará por parte de la Fuerza Terrestre la inversión inicial en la adquisición del siguiente equipamiento:

### ***Consola de despacho***

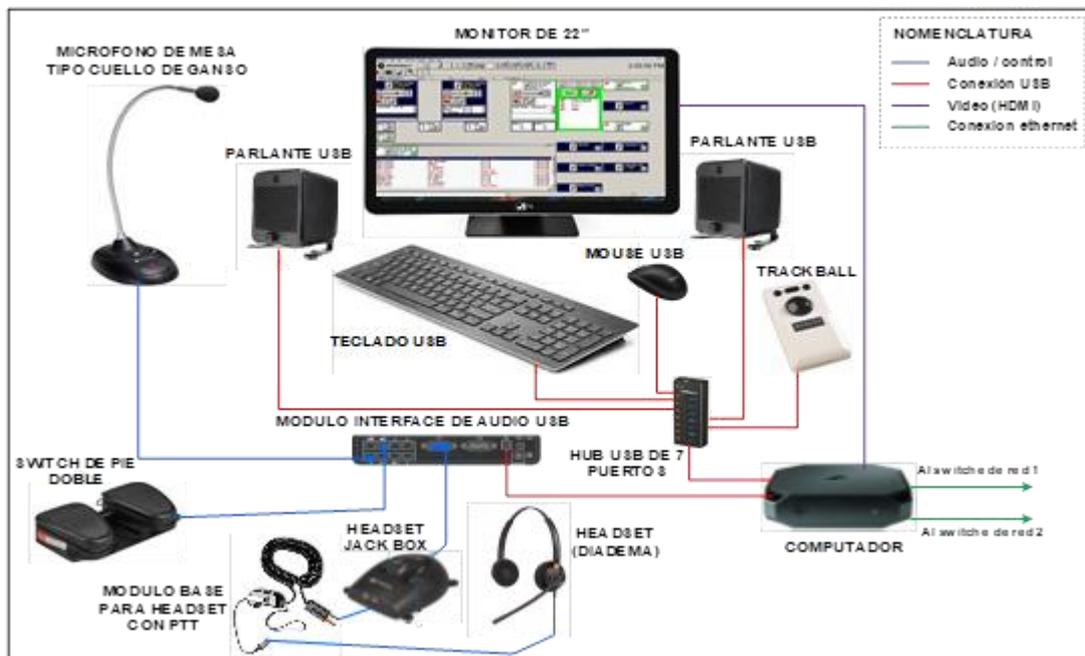
La consola de despacho integrará las comunicaciones de la Red Nacional Troncalizada con el centro de despacho de la Fuerza Terrestre; tomará el audio IP y la señalización directamente del switch del sitio principal de la RNT destinado a este propósito, no debe ser tomado a través de un equipo de radio afiliado al sistema, por lo cual se han considerado los elementos adicionales requeridos para este fin, como son switches, routers, debidamente configurados, los cuales integrarán la consola remota de la Fuerza Terrestre al controlador principal de la RNT. Se incluye el licenciamiento requerido para el funcionamiento de la consola en el sistema de la RNT.

Elementos que incluye la consola:

- Computador de marca con licencia de sistema operativo y periféricos necesarios.
- Software de despacho.
- Switch de pie para transmisión.
- Elemento de interface de audio para conexión de parlantes, micrófono, etc.
- Licencias para activación en la RNT.
- Un switch y un router debidamente configurados para integración con el sitio principal de la RNT.

**Figura 3**

*Diagrama de la consola de despacho*



### **Terminal de Gestión**

El Terminal de Gestión se basa en el uso de un computador de marca reconocida en el mercado con licencia de sistema operativo apropiado y características de dispositivos internos tales como: disco duro de al menos 50 GB, puerto Ethernet / Fast Ethernet y accesorios completos.

La solución técnica incluye el licenciamiento para habilitar al terminal de gestión en el sitio maestro de la RNT:

- Astro Master Site.
- Core expansión.
- Unified Network Configurator (UNC).
- Provisioning Manager.
- Unified Event Manager (UEM).
- Zonewatch grid & ctrl.
- Zone historical rpts.
- Radio Control Manager.

Con este licenciamiento se podrá acceder a la información del sistema que autorice el administrador de la RNT. Se tendrá independencia para la creación de grupos de conversación, afiliación y creación de radios suscriptores, los cuales serán independientes de los otros usuarios de la RNT y se podrá dar de baja a los usuarios que ya no deban acceder a ningún grupo o algún grupo de los creados para las operaciones de la Fuerza Terrestre sobre la RNT.

### ***Cargador De Claves / Autenticación***

Este dispositivo permite a los programadores generar, transportar y cargar claves de cifrado para mantener la comunicación con niveles adecuados de seguridad. Se integra con Key Management Facility (KMF) de Motorola mediante el aprovisionamiento de radios para utilizar el cambio de claves por aire (OTAR).

Protege las claves con hardware y almacenamiento de claves protegido, proporcionando a los usuarios el más alto nivel de programación segura y protección de la información.

Principales características:

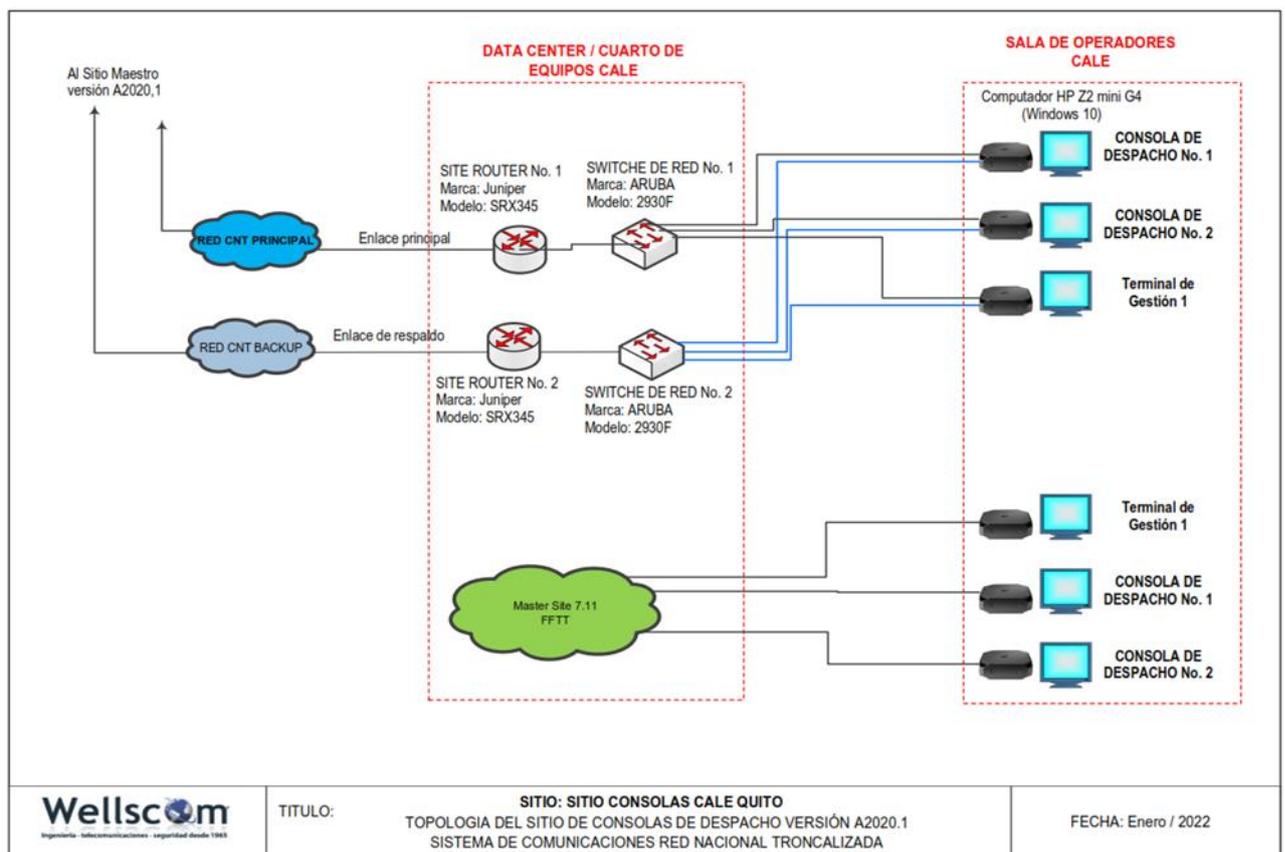
- Cargador de claves FIPS 140-2 Nivel 2.
- HSM para proteger claves.
- Carga automática de llaves.
- Funcionamiento con batería descargada.

- AES incluido.
- Almacenar y reenviar incluidos.
- Endurecido fuera de la caja.

El equipamiento por adquirirse se implementará en el Agrupamiento de Comunicaciones y Guerra Electrónica de la Fuerza Terrestre (AGRUCOMGE) ubicado en la Av. Los Pinos y Manuel Cabeza de Vaca sector de la Kennedy al norte de Quito, lugar donde existe la infraestructura y condiciones técnicas necesarias de climatización, energía y seguridades, para realizar en forma óptima la gestión y administración de este servicio de comunicaciones.

#### Figura 4

Diagrama de conectividad de terminal de gestión y despacho



### ***Equipos de radio y su proyección de crecimiento***

La Fuerza Terrestre actualmente tiene afiliadas a la RNT un total de 293 radios modelo XTS 2250, 40 equipos de radio modelo APX 2000 y 5 radios modelo APX 2500 configuradas en la zona 1 bajo administración y gestión de la RNT. bajo este mismo esquema la Fuerza Naval tiene afiliadas 405 radios modelo XTS 2250, dando un total de radios de Fuerzas Armadas de 743, que al momento se encuentran operado en la RNT.

Como parte del proyecto se recomienda realizar la adquisición de un lote de 100 radios portátiles troncalizadas modelo APX 2000, 5 radios base modelo APX 2500 y 20 radios vehiculares APX 2500 como parte del proyecto de renovación de equipos de radio.

### **Figura 5**

*Radios troncalizados UHF portátil, móvil y fija*



Para la utilización de estos equipos de comunicación y mantener un efectivo mando y control es indispensable una excelente cobertura evitando que las radios se queden sin cobertura y fuera de la red.

Para esto la RNT cuenta con una cobertura en gran parte del territorio nacional para lo cual se evidencia en la figura 6.

## Figura 6

*Cobertura de la RNT (Gráfico proporcionado por Raymond Wells)*



### **Viabilidad financiera y económica**

La inversión total referencial para la incorporación del Sistema Troncalizado de la FF.TT a la RNT es de \$3.099.902,00 dólares americanos.

El proyecto permitirá un apoyo de comunicaciones más seguro y con cobertura a nivel nacional para las actividades de apoyo al desarrollo.

### **Análisis de sostenibilidad**

#### ***Análisis de impacto ambiental de riesgo***

El presente proyecto denota un vertiginoso beneficio que producirá una notable mejora al medio ambiente, por lo que no es necesario un estudio de impacto ambiental, y es necesario considerar:

Los sitios de repetición y enlace de la RNT ya se encuentran instalados y en operación, no se va a construir edificaciones, ya que el proyecto se basa en la utilización de la infraestructura existente.

### **Sostenibilidad social**

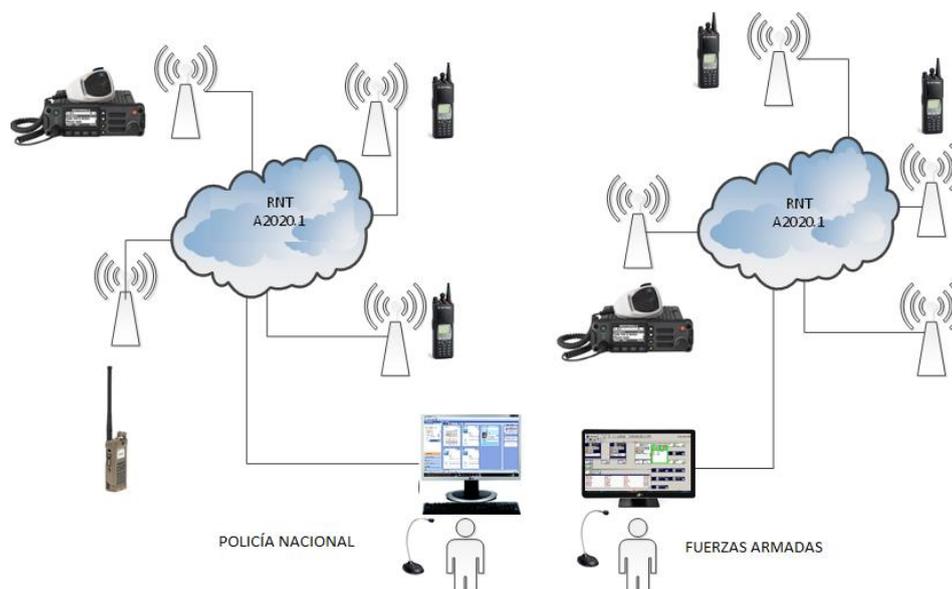
Este proyecto está contemplado bajo el sector de defensa y seguridad, en el que su principal beneficiario es toda la población del país, especialmente aquellas que se ubican en las fronteras tanto terrestres como marítimas, lo que garantiza una sostenibilidad social, al mejorar la seguridad del país esto permitirá que todas las actividades económicas, de productividad, educativas y sociales se desarrollen y permitan el crecimiento del estado ecuatoriano mejorando sustancialmente la percepción de seguridad a nivel nacional.

### **Diseño de la propuesta**

- Instalar un Terminal de Gestión en el BC1 "Rumiñahui".
- Instalar una consola de despacho para trabajar sobre la RNT, misma que estará ubicada en el BC1 "Rumiñahui".
- Todos los elementos anteriores tendrán una configuración de sitio perteneciente a la RNT que se detalla en la Figura 4.
- Implementar un grupo electrógeno en el CALE para evitar las pérdidas de servicio por falla de energía eléctrica.
- Los enlaces de acceso a la RNT deberán ser provistos por la CNT, desde el CALE hasta el Sitio Maestro. De acuerdo con la Figura 7.

**Figura 7**

Diagrama básico de operación (gráfico proporcionado por Raymond Wells)



- Adquirir un lote de Radios portátiles, bases y vehiculares para operar sobre la red de la FF.TT o la RNT. De acuerdo con la Tabla 5.

**Tabla 5**

Propuesta de radios para los CO

ORD.	DETALLE	CANTIDAD
6	Radio portátil MOTOROLA APX2000 con teclado con GPS	400
7	Radio base MOTOROLA APX 2500	20
8	Radio vehicular MOTOROLA APX2500M	80
9	Baterías para radio APX2000	200
10	Cargador múltiple 6 posiciones	40

Se sugiere 100 radios portátiles, 5 radios bases o fijas y 20 radios vehiculares por cada Comando Operacional.

Se implementará un sistema de respaldo de energía para la protección de los componentes a instalar en el BC1 "Rumiñahui" que tendrá los siguientes elementos:

- Construcción de caseta de Generador.
- Construcción de un cubeto para evitar derrames.

- Fabricación de un tanque de Combustible de 250 gal.
- Provisión e instalación de un Generador de 30 a 35 KVA.
- Provisión e instalación de un Tablero de Transferencia Automático TTA.

### Presupuesto valorado.

Los componentes que se detallan en la Tabla 6 y costos por componente fueron proporcionados por la OFICINA COMERCIAL RAYMOND WELLS CIA. LTDA. (ver Anexo "F") y pueden variar.

**Tabla 6**

*Costos referenciales del proyecto por componentes*

ORD.	DETALLE	CANTD.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Terminal de gestión	1	\$190.000,00	\$190.000,00
2	Consola de despacho	4	\$100.000,00	\$440.000,00
3	Sistema para configuración de radios KVL 5000	1	\$20.000,00	\$20.000,00
4	Implementación de un grupo electrógeno	1	\$80.962,00	\$80.962,00
5	Servicios de instalación. configuración y puesta en funcionamiento	1	\$160.000,00	\$160.000,00
6	Radio portátil MOTOROLA APX2000 con teclado con GPS	400	\$3.995,00	\$1.598.000,00
7	Radio base MOTOROLA APX 2500	20	\$7.971,00	\$159.420,00
8	Radio vehicular MOTOROLA APX2500M	80	\$4.825,00	\$386.000,00
9	Baterías para radio APX2000	200	\$181,00	\$36.200,00
10	Cargador múltiple 6 posiciones	40	\$733,00	\$29.320,00
<b>Costo total del proyecto (SIN 12%IVA)</b>				<b>\$3.099.902,00</b>

## **Financiamiento**

El Comando Conjunto, la Fuerza Terrestre y la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DTIC) deben realizar los trámites pertinentes a fin de buscar los recursos necesarios para poner en ejecución este proyecto de beneficio institucional. Y el AGRUCOMGE a través del BC1 “Rumiñahui” y el Comando de apoyo Logístico Electrónico (CALE) ejecutar el presente proyecto.

## **Metodología para ejecutar la propuesta**

### ***Monitoreo de la ejecución***

Una vez que el proyecto sea aprobado y se obtengan los recursos necesarios el AGRUCOMGE es el encargado de poner en ejecución y realizar la supervisión permanente para que se ejecute en los tiempos que se establezcan y el proyecto se ejecute tal cual se planificó.

Los componentes como el Terminal de Gestión, Consolas de Despacho deberán ser supervisadas de acuerdo al Anexo “G” “Especificaciones de los elementos de Networking de la FF.TT para operar sobre la RNT” y Anexo “H” “Especificaciones técnicas de los elementos para operar sobre la RNT” en los que se detalla las características generales, específicas y funcionalidades de la Consola de despacho, Terminal de Gestión, Cargador de Claves y las especificaciones técnicas de las radios portátiles, base y vehiculares.

Y el Anexo “I” “Especificaciones técnicas del Grupo Electrónico” a ser instalado en el BC1 “Rumiñahui”.

## **Evaluación de resultados e impactos**

Los resultados e impactos serán evaluados de acuerdo con la descripción en cronograma que se realice en los términos de referencia una vez que sea aprobado el proyecto, teniendo en cuenta que en las actividades proyectadas estará presente la evaluación de los costos proyectados.

A continuación, se presentará los indicadores que permitirán evaluar y hacer el seguimiento de la implementación del proyecto:

**Tabla 7***Evaluación de resultados*

<b>INDICADORES OBJETIVO</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
A partir de la aprobación del proyecto, obtención de los recursos se pondrá en ejecución el proyecto.	Registro de actividades de riesgo y novedades. Cronograma de actividades una vez aprobado el proyecto.
Adquisición, instalación, puesta en marcha y pruebas de funcionamientos de los componentes de acuerdo con las especificaciones técnicas.	Cronograma de actividades y fechas de cumplimiento por parte de a la empresa que realizará la instalación. Personal del BC1 en la operación y CALE en el mantenimiento.
Capacitación del personal que realizará la operación de la Terminal de Gestión y Consola de Despacho. Capacitación para el mantenimiento y transferencia de tecnología.	Matriz de verificación del cronograma de capacitaciones para el personal técnico del BC1 y CALE.

**Actualización de línea base**

Se mantiene la línea base establecida en numerales anteriores.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Se realizó la viabilidad de la parte técnica en la que de acuerdo con las entrevistas realizadas tanto en el ámbito militar como civil determinaron que es factible y va a ser de gran utilidad la incorporación del Sistema Troncalizado a la RNT.

Para que se de esta incorporación es necesario adquirir varios componentes como una Consola de Despacho que integrará las comunicaciones de la Red Nacional Troncalizada con el centro de despacho de la Fuerza Terrestre; tomará el audio IP y la señalización directamente del switch del sitio principal de la RNT destinado a este propósito. Además, un Terminal de Gestión que se basa en el uso de un computador con una licencia del sistema operativo apropiado para la administración de las radios que se incorporen en el sistema.

Un cargador de Claves, este dispositivo permite a los programadores generar, transportar y cargar claves de cifrado para mantener la comunicación con niveles adecuados de seguridad.

La Fuerza Terrestre actualmente tiene afiliadas a la RNT un total de 338 radios configuradas en la Zona 1 bajo administración y gestión de la RNT. Bajo este mismo esquema la Fuerza Naval tiene afiliadas 405 radios, dando un total de radios de Fuerzas Armadas de 743, que en la actualidad ya se encuentran trabajando en la RNT.

Como parte del proyecto se recomienda realizar la adquisición de un lote de 100 radios portátiles troncalizadas modelo APX 2000, 5 radios base modelo APX 2500 y 20 radios vehiculares APX2500M para equipar con comunicaciones a los Comandos Operacionales e incrementar el mando y control en las operaciones militares.

Se realizó la propuesta con costos llegando a determinar que es necesario un presupuesto de \$ 3.099.902,00 valor referencial.

Se debe realizar los trámites pertinentes con el objeto de obtener los recursos necesarios para poner en marcha el presente proyecto.

## **Recomendaciones**

Se recomienda dar viabilidad al proyecto que va a incrementar sustentablemente el mando y control en las operaciones militares que desarrolla el personal militar.

Con el proyecto las comunicaciones van a ganar en cobertura además que se reducen costos de mantenimiento de la infraestructura tanto de equipos de data center como sitios de repetición que están a cargo de CNT, por lo que la fuerza debe realizar el mantenimiento de los equipos a ser instalados en el Batallón de Comunicaciones No. 1 “Rumiñahui” y los equipos de radio existentes y los que se adquieran, por lo que se recomienda se asigne anualmente un presupuesto al CALE para este mantenimiento.

Instar al Comando Conjunto, Fuerza Terrestre, DTIC y AGRUCOMGE para que se realicen los acercamientos necesarios para obtener los recursos para que se concrete este proyecto que es de beneficio institucional y por ende para la población.

## Bibliografía

- Comando Conjunto de las FF. AA. del Ecuador. (2016). *Boletín de prensa N° 2016-04-17-01-DIR-C.S.* Obtenido de <https://www.ccffaa.mil.ec/2016/04/17/10435-miembros-de-las-fuerzas-armadas-apoyan-a-poblacion-afectada-por-terremoto-en-ecuador/>
- Ejército Ecuatoriano. (2014). *Manual de Logística del Ejército.*
- El Universo. (2019). Obtenido de Militares suman esfuerzos en las tareas humanitarias durante pandemia de COVID-19:  
<https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/09/nota/7809081/militares-suman-esfuerzos-tareas-humanitarias-durante-pandemia/>
- El Universo. (2019). *Líderes indígenas de las protestas de octubre del 2019 están en busca de curul en la Asamblea y promocionando libro en Estados Unidos.* Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/10/03/nota/8000554/protestas-ecuador-conaie-jaime-vargas-leonidas-iza-octubre-2019/>
- Organización Panorámica de la Salud. (2010). *El terremoto y tsunami del 27 de febrero en Chile.* Obtenido de <https://www.paho.org/disasters/dmdocuments/CronicaTerremotoChile2010.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Constitución del Ecuador.* Obtenido de Asamblea Nacional del Ecuador: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Economipedia. (2021). *Investigación descriptiva.* Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-descriptiva.html>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).* Obtenido de <https://cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/instituciones-clave/item/secretaria-nacional-de-gestion-de-riesgos-sngr>

## Apéndices