



Management and Strategy

María Carolina Vásquez Ruiz  
Fuerza Aérea Colombiana  
Grupo de Investigación CIPAER

# Model of Convergence and Integration of Telecommunications Services of the Colombian Air Force to Support Coordinated Operations: National Police Case.

**OPEN ACCESS** CIENCIA Y PODER AÉREO  
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)  
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

**María Carolina Vásquez Ruiz**  
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.  
maria.vasquez@fac.mil.co  
CvL AC: [https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001643032](https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032)  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

## ABSTRACT

The Information and Communication Technologies (ICT) sectors are under constant challenges. Challenges that nowadays, with the different technological developments, integrated to the current requirements of customers and business needs, generate the need for interconnection between the different telecommunications platforms. This research will focus its efforts on formulating a solution that allows the convergence and integrity of the telecommunications systems of the Colombian Air Force (FAC, by its Spanish acronym) to the systems of the National Police (PNC, by its Spanish acronym), all this aimed at facilitating the decision-making process during the development of coordi-

nated operations. For this purpose, it is essential that the technologies have the possibility of being updated to the new guidelines of the global market, through the implementation of software and hardware that interconnect the current information systems. It also intends to analyze the information available in different scenarios, both regulatory-administrative, operational, technical, and human talent during the years 2014 to 2016. According to the foregoing, a research process is developed, where the results achieved are interesting. Because the hypotheses stated are significantly validated, according to the results obtained by applying qualitative and quantitative measurement instruments carried out during the research methodology.

Results that showed that the information technology platforms of FAC and PONAL present a divergence, which causes incompatibility to reach an assertive communication for the development of coordinated operations. This research, under the focus of resources and capacities of both institutions, looked for a way to achieve secure communications, evaluating the interoperability between them, in order to obtain higher command and control of operations. At the same time, it intends that the proposed model may be used in future technological developments focused on coordinated operations with other non-military entities, such as the Prosecutor's Office, Red Cross, Civil Defense, among others.

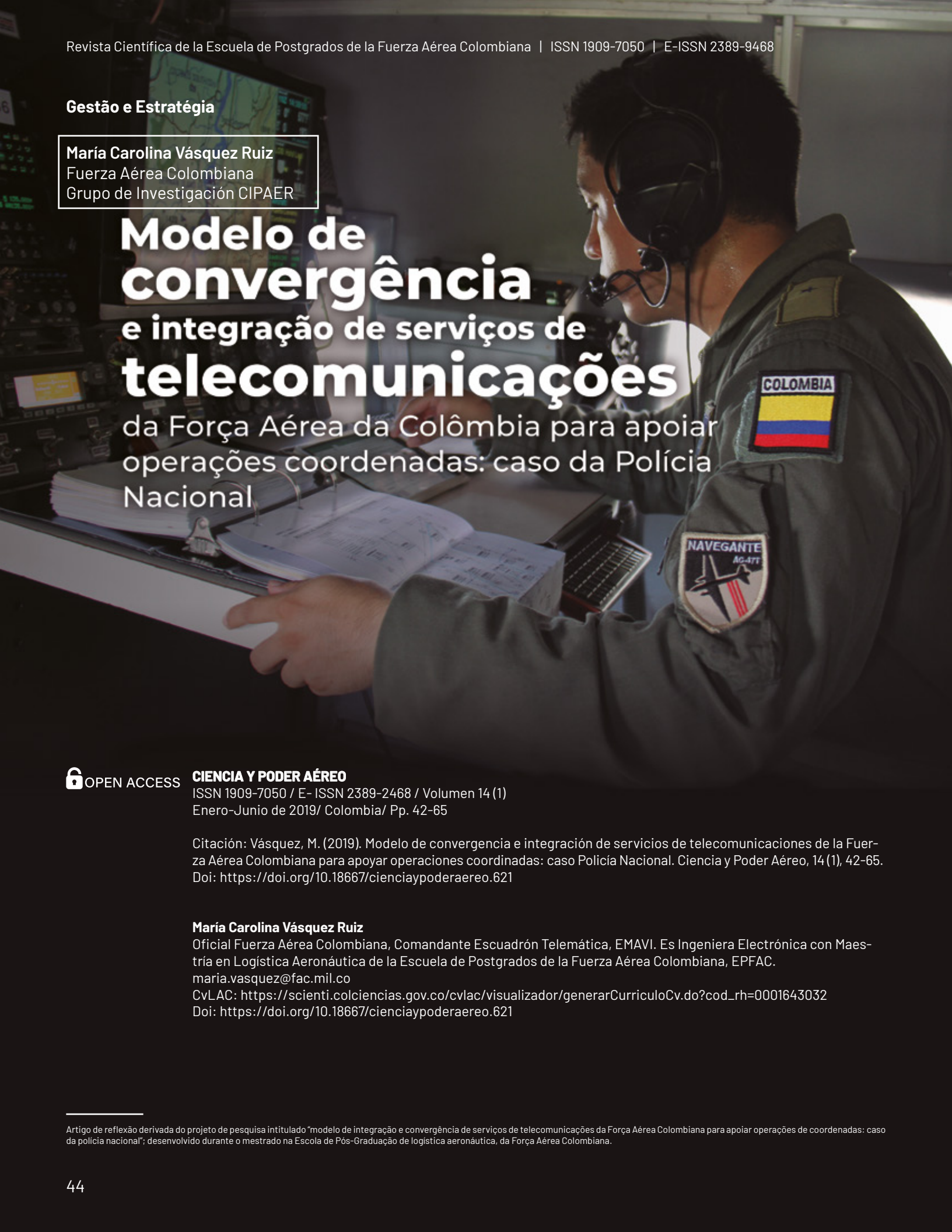
## KEY WORDS:

Technological Convergence, Command and Control, Resources and Capacities, Integration to Telecommunication Platforms.

**Gestão e Estratégia**

**María Carolina Vásquez Ruiz**  
Fuerza Aérea Colombiana  
Grupo de Investigación CIPAER

# Modelo de convergência e integração de serviços de telecomunicações da Força Aérea da Colômbia para apoiar operações coordenadas: caso da Polícia Nacional



**OPEN ACCESS** **CIENCIA Y PODER AÉREO**  
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)  
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

**María Carolina Vásquez Ruiz**  
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.  
maría.vasquez@fac.mil.co  
CvL AC: [https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001643032](https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032)  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.621>

Artigo de reflexão derivada do projeto de pesquisa intitulado "modelo de integração e convergência de serviços de telecomunicações da Força Aérea Colombiana para apoiar operações de coordenadas: caso da polícia nacional"; desenvolvido durante o mestrado na Escola de Pós-Graduação de logística aeronáutica, da Força Aérea Colombiana.

## RESUMO

Os setores de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) enfrentam desafios continuamente. Desafios que hoje, com os diferentes desenvolvimentos tecnológicos integrados às necessidades atuais de clientes e empresas, geram a necessidade de interconexão entre diferentes plataformas de telecomunicações. Esta pesquisa concentrará seus esforços na formulação de uma solução que permita a convergência e integridade dos sistemas de telecomunicações da Força Aérea Colombiana (FAC) com os sistemas da Polícia Nacional (PNC), tudo isso destinado a facilitar o processo de tomada de decisão durante o desenvolvimento de operações coordenadas. Para isso, é imperativo que as tecnologias têm oportunidades de ser atualizadas para

as novas orientações do mercado global, através da implementação de software e hardware para interligar os sistemas de informação existentes. Da mesma forma, busca analisar as informações disponíveis em vários cenários, tanto do regulador administrativo quanto do talento operacional, técnico e humano entre 2014 e 2016. De acordo com o exposto, desenvolve-se um processo investigativo, onde os resultados alcançados são interessantes. Como as hipóteses levantadas são significativamente validadas, de acordo com os resultados obtidos, são aplicados os instrumentos de medida qualitativa e quantitativa realizados durante a metodologia da pesquisa. Resultados que comprovaram que as plataformas de tecnologia da informação da FAC

e a PONTAL apresentam divergências, o que causa incompatibilidade para alcançar comunicação assertiva para o desenvolvimento de operações coordenadas. Esta pesquisa, sob o foco de recursos e capacidades de ambas as instituições, buscou uma maneira de obter comunicações seguras, avaliando a interoperabilidade entre as duas, a fim de aumentar o comando e controle das operações. Ao mesmo tempo, pretende-se que o modelo proposto possa ser utilizado em futuros desenvolvimentos tecnológicos voltados à coordenação de operações com outras entidades não militares, como o Ministério Público, Cruz Vermelha, Defesa Civil, entre outros.


## PALAVRAS-CHAVE:

convergência tecnológica, Comando e controle, recursos e capacidades, integração de plataformas de telecomunicações.

Sección Gestión y Estrategia

**María Carolina Vásquez Ruiz**  
Fuerza Aérea Colombiana  
Grupo de Investigación CIPAER

# Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional (PNC)

 OPEN ACCESS **CIENCIA Y PODER AÉREO**  
ISSN 1909-7050 / E- ISSN 2389-2468 / Volumen 14 (1)  
Enero-Junio de 2019/ Colombia/ Pp. 42-65

Citación: Vásquez, M. (2019). Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional. Ciencia y Poder Aéreo, 14 (1), 42-65.  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.621>

**María Carolina Vásquez Ruiz**  
Oficial Fuerza Aérea Colombiana, Comandante Escuadrón Telemática, EMAVI. Es Ingeniera Electrónica con Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, EPFAC.  
maria.vasquez@fac.mil.co  
CvL AC: [https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001643032](https://scienti.colciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001643032)  
Doi: <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.621>

Artículo de reflexión derivado del proyecto de investigación titulado "Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: caso Policía Nacional" desarrollado durante la Maestría en Logística Aeronáutica de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

## RESUMEN

Los sectores de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) continuamente se someten a retos. Desafíos que hoy por hoy, con los diferentes desarrollos tecnológicos, integrado a los actuales requerimientos de los clientes y necesidades empresariales, generan la necesidad de la interconexión entre las diferentes plataformas de telecomunicaciones. Esta investigación enfocará sus esfuerzos en formular una solución que permita la convergencia e integridad de los sistemas de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) con los sistemas de la Policía Nacional (PNC), todo esto encaminado a facilitar el proceso de toma de decisiones durante el desarrollo de operaciones coordinadas. Para esto, es imprescindible que las

tecnologías tengan la posibilidad de ser actualizadas a los nuevos lineamientos del mercado global, mediante la implementación de software y hardware que interconecten los sistemas de información actuales. Así mismo, se busca analizar la información disponible en varios escenarios, tanto el regulatorio-administrativo, operativo, técnico, como de talento humano entre los años 2014 al 2016. De conformidad con lo anterior, se desarrolla un proceso investigativo, donde los resultados logrados son interesantes. Ya que de manera significativa las hipótesis planteadas son validadas, de acuerdo con los resultados obtenidos aplicando los instrumentos de medición cualitativos y cuantitativos llevados a cabo durante la metodología de la inves-

tigación. Resultados que logró evidenciar que las plataformas de tecnologías de la información de la FAC y PONAL presenta una divergencia, la cual causa incompatibilidad para alcanzar una comunicación asertiva para el desarrollo de operaciones coordinadas. Esta investigación, bajo el enfoque de recursos y capacidades de ambas instituciones, buscó un camino para lograr comunicaciones seguras, evaluando la interoperabilidad entre ambas, con el fin de un mayor comando y control de las operaciones. A su vez pretende, que el modelo planteado pueda ser utilizado en futuros desarrollos tecnológicos orientados a operaciones coordinadas con otras entidades no militares, como la Fiscalía, Cruz Roja, Defensa Civil, entre otros.

## PALABRAS CLAVE:

convergencia tecnológica, comando y control, recursos y capacidades, integración plataformas telecomunicaciones.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. La licencia completa se puede consultar en [https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES)

Aprobado evaluador interno: 15/08/2019  
Aprobado evaluadores externos: 26/08/2019

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones aplicadas en los diferentes escenarios doctrinales, en la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), ha demostrado que la base fundamental para llegar al éxito en toda operación militar son las comunicaciones. Y es precisamente esta área la que coadyuva en la toma de decisiones durante el comando y control de la maniobra militar. Un ejemplo es la operación Fenix, en la cual mediante la señal de un teléfono satelital que utilizaba el jefe guerrillero Raúl Reyes [1], sirvió como portadora o medio guía (señal radiofrecuencia) para que la FAC realizará un bombardeo estratégico. Así mismo, se logró (gracias a las comunicaciones aplicadas en esta operación) la consolidación operacional al realizar asalto aéreo de los equipos especiales y comandos conjuntos de la Policía Nacional de Colombia (PNC) y la Armada Nacional de Colombia (ARC).

Par tal razón, el uso sistemático de las telecomunicaciones ha provocado que la FAC, genere nuevos proyectos basados en innovación y desarrollo tecnológico lo cual permite que estas (las telecomunicaciones) puedan ser integradas y, lógicamente, convergentes a nivel de Unidades FAC con el fin constituir un "Sistema de Telecomunicaciones Militares (STM)" [2].

Dado este panorama, dentro de este proyecto de investigación se busca concebir un modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas. En este caso con Policía Nacional. Ello a fin de lograr la constitución de un STM con entidades no militares como actualmente está implementado en el Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia con la Red Integrada de Comunicaciones Estratégicas. Aunque dicho concepto ha sido aplicado en entidades de carácter militar, este puede ser adoptado y apropiado a la naturaleza de las operaciones coordinadas con Policía Nacional ya que este tipo de operación a luz del Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial "buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado". [3].

Así mismo, generar estándares logísticos de servicios para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones. Esto quiere decir que las redes de telecomunicaciones y equipos tácticos empleados en el desarrollo de las operaciones coordinadas puedan transmitir y recibir órdenes del centro de operaciones en tiempo real, utilizando los mismos protocolos de servicio logístico de telecomunicaciones.

Ahora bien, la problemática de este proyecto radica en la discrepancia técnica de los equipos y/o sistemas de comunicaciones de cada una de los actores. Por ejemplo, los radios pertenecientes a la red móvil digital de la FAC tiene diferente frecuencia de operación de los equipos terminales de la Policía Nacional. Ello genera esta incompatibilidad y diversidad tecnológica, vacíos operacionales y vulneración de la información puesto que se utilizan medios de comunicación alternos susceptibles a ser interceptados por el enemigo. La razón, carecen de software y hardware de encriptación, como es la red de telefonía celular.

En efecto, el desarrollo de esta investigación parte de observaciones, retroalimentaciones y

lecciones aprendidas y realizadas por Grupos de Combate posterior a la operación coordinada. En ese orden, se evidencia cuál parte del nivel del éxito operacional puede verse opacado en la falta de medios de telecomunicaciones comunes para efectuar comando y control en el teatro de operaciones, hecho que genera una alta desconfianza al comandante. Por lo tanto, para este estudio de caso se tomará de muestra las operaciones aéreas realizadas entre los años 2014 al 2016.

Así pues, el proceso investigativo se centrará en el análisis de cuatro ecosistemas: el primero, es el legislativo, el cual busca desde la perspectiva gubernamental conocer las políticas de estado referente a convergencias de sistemas de telecomunicaciones y

como esta directriz se sincroniza con el uso y asignación del espectro electromagnético para operaciones militares. El segundo, es un análisis detallado del área operación, como es la interoperabilidad entre la FAC y PNC. Diagnóstico que sinérgicamente conlleva al conocimiento del tercer escenario. Este es el técnico, donde tras estudiar acuerdos de confidencialidad se conocerá el core del hardware que cada institución posee para la planeación y desarrollo de sus capacidades en pro de su área de responsabilidad. Finalmente, está el modelo de arquitectura empresarial AS-IS, TO-BE y el análisis de brecha. En él se profundizará los recursos intangibles y humanos de ambas instituciones a fin de explorar sus fortalezas y beneficios de la ventaja competitiva colaborativa.



## ANTECEDENTES

En primer lugar, con ayuda de la Política de Defensa y Seguridad Democrática se fortaleció las Fuerzas Militares y Policía Nacional con el propósito de reforzar y garantizar el Estado de Derecho en todo el territorio nacional. Esta Política de Estado generó el fortalecimiento de la doctrina operacional coordinada con el fin de:

Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado [3].

Con base a el análisis aplicado en este proyecto de investigación a los datos estadísticos del sistema SIIO (facilitado para fines académicos y desarrollo del proceso de investigación por parte de la Jefatura de Operaciones Aéreas) se puede observar que la aplicación de esta doctrina en los teatros de operación, entre los años 2014 a 2016, ha logrado desarrollar aproximadamente 6.700 operaciones coordinadas. Entre las más comunes se destacan misiones contra el narcotráfico, minería ilegal e interdicción.

Es así como esta doctrina es planteada desde el eje central, y es transversal y común para todas las Fuerzas Militares. Esto se evidencia en el Manual Fundamental del Ejército 3-05, el cual está orientado al desarrollo de operaciones especiales y define que:

*Las Fuerzas Militares (FF. MM.) pueden planear, preparar, ejecutar y evaluar Operaciones especiales (OO. EE.) en coordinación con la Policía Nacional, organismos de seguridad del Estado u organizaciones regionales (gubernamentales y no gubernamentales), con el propósito de obtener y manejar información de interés y procedimientos de apoyo que ayuden a dirigir todos los medios disponibles para el cumplimiento de la misión, en una acción coordinada que garantice unidad de esfuerzo [4].*

No obstante, el empleo significativo de esta doctrina coordinada ha puesto en evidencia falencias tecnológicas, las cuales si se subsanan adecuadamente mediante la propuesta de un modelo (donde se planteen directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional) muy seguramente la toma de decisiones será más asertiva y eficaz para el comando, control y la concertación del objetivo propuesto.

De tal manera, que este modelo permita vincular los lineamientos del Plan de Guerra en las áreas estratégicas, críticas y zonas grises, como lo afirma el señor Mayor General Juan Carlos Salazar en su cátedra Colombia: *"El trabajo conjunto, coordinado e interagencial es una necesidad para finalizar la guerra y llegar a la victoria militar"* [5].

Para alcanzar tal fin se debe disponer de modelos de compatibilidad e integración tecnológica que per-

mitan medios de comunicaciones comunes para la planeación y ejecución de las operaciones.

En este marco, las falencias tecnológicas no radican en una obsolescencia de plataformas de telecomunicaciones, sino en una falta de comunicación entre ellas. Es decir, no existe una integración o convergencia tecnológica<sup>1</sup> que tenga la capacidad para que diferentes plataformas de red transporten diferentes tipos de servicios (esencialmente similares sobre dispositivos) de consumo utilizados en las comunicaciones militares para comando y control de las operaciones coordinadas [6].

Estas consideraciones conducen a que este trabajo analice el fenómeno asociado a la convergencia de las telecomunicaciones y la tecnología de la información. A su vez, evalúa su impacto potencial en el contexto de las operaciones militares coordinadas. De modo que el estudio traza paralelismos entre el marco regulatorio, el modelo OSI<sup>2</sup> basado en la definición de reglas y formatos de mensajes establecidos para redes y servicios de telecomunicaciones, y el modelo de arquitectura empresarial. En sí, identifica los cuatro dominios: negocios, datos, aplicaciones y tecnología.

<sup>1</sup> Convergencia tecnológica: hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red [21].

<sup>2</sup> Convergencia tecnológica: hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video sobre una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red [21].

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática de este proyecto radica en la discrepancia técnica de los equipos y/o sistemas de comunicaciones de cada una de los actores. Ejemplo de ello son los radios pertenecientes a la red móvil digital de la FAC, una discrepancia que tiene diferente frecuencia de operación de los equipos terminales de la Policía Nacional. Así genera incompatibilidad y diversidad tecnológica, vacíos operacionales y vulneración de la información, dado que se utilizan medios de comunicaciones alternos susceptibles a ser interceptados por el enemigo. El motivo de lo anterior es que carecen de software y hardware de encriptación, como es la utilización de la telefonía celular.

Con la implementación del Plan de Guerra – Espada de Honor III el cual se enfoca al Postconflicto se hace necesario formular un modelo que fortalezca la integración y convergencia de las telecomunicaciones a nivel de la Fuerza Aérea Colombiana con otras entidades no mili-

tares. Para este caso en específico con la Policía Nacional. Esta problemática se evidencia en la incompatibilidad de los sistemas de telecomunicaciones y sus equipos terminales, lo que conlleva a que se generen tardanzas en el cumplimiento de la misión.

Por eso, el análisis de caso explorará, para las operaciones coordinadas efectuadas entre el año 2014 y 2016 y en la etapa de profundización con expertos, esta investigación en los testimonios de tamaño muestra (n) de pilotos del Comando Aéreo de Comandante No 5.

De lo anterior, es pertinente realizar la siguiente pregunta, ¿cuáles elementos y condiciones son los esenciales para diseñar un modelo de convergencia e integración tecnológica, en el área de las telecomunicaciones, que permitan realizar operaciones coordinadas de manera exitosa entre la Fuerza Aérea Colombiana y la Policía Nacional?

## JUSTIFICACIÓN

En un ámbito militar en el cual se están desarrollando los teatros de operaciones de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), es claro que la logística en el área de las comunicaciones es un pilar fundamental para el mejoramiento de estas.

Por consiguiente, la pertinencia de este proyecto se arraiga principalmente en la necesidad de manejar sistemas de telecomunicaciones afines entre la FAC y la Policía Nacional para desarrollar operaciones coordinadas, en la actualidad, y buscar una prospectiva hacia el postconflicto. Tal como afirma Viegas [7]:

*“Los significativos progresos tecnológicos presenciados en los campos de los sistemas de telecomunicaciones y de informática nos obligaron a definir y reestructurar nuevos y antiguos conceptos ligados al transporte y a la utilización de la información, trayendo para el orden del día y para nuestra terminología actual términos tales como: digitalización del campo de batalla, integración y globalización de las comunicaciones, juegos de guerra, C3I y C4I2, Internet militar, hackers, etc.”.*

Esto evidencia lo importante que es la logística de las telecomunicaciones en el planeamiento de operaciones y estrategias de guerra.

Por un lado, se pretende formular un modelo que fortalezca la integración y convergencia de las telecomunicaciones entre ambas entidades y descritas (FAC y la Policía Nacional) para teatros de operaciones coordinados. Es decir, un modelo que propone como punto de partida el estudio y análisis del funcionamiento de la doctrina coordinada a nivel del área logística de telecomunicaciones de los entes no militares, caso Policía Nacional. Así pues, concebir un modelo de compatibilidad tecnológica entre los sistemas de telecomunicaciones existentes que generen estándares logísticos de servicios para mitigar las zonas grises de comunicación en los teatros de operaciones. De pocas palabras, buscar un estándar de servicio logístico de telecomunicaciones.

Por otro, se hace ineludible que, para realizar operaciones coordinadas, se debe incrementar el nivel de seguridad de la información. Entonces, con este modelo se pretende llegar a una estandarización, con la intención de utilizar medios comunes de comunicaciones aeronáuticos, tácticos y estratégicos que brinden el nivel de seguridad criptográfico requerido.

Al mismo tiempo, se pretende realizar una indagación profunda en la actual logística de telecomunica-

ciones de la Fuerza Aérea Colombiana, así como enfocarse en el manejo de esta área en la Policía Nacional; no obstante, esta investigación proporciona estándares reales aplicables a los sistemas instalados al año 2015. Por lo cual, durante el desarrollo de esta, se requerirá efectuar visitas técnicas a estas entidades que son materia de esta línea de investigación.

Cabe resaltar que se debe tener en cuenta el desarrollo de la generación industrial 4.0, pues es muy importante para conocer las nuevas tendencias evolutivas en tecnologías de información (TI). Todo en aras de generar una convergencia e integración de plataformas tecnológicas que permitan apoyar operaciones coordinadas. Este desafío, genera la necesidad de buscar nuevas tendencias para la interconexión entre los diferentes sistemas TI [8].

En efecto, bajo este enfoque de transformación digital o evolución hacia los sistemas ciber-físicos, vistos como la cuarta revolución industrial, basados en el componente de sistemas de integración horizontal y vertical (*system integration 4.0*), se puede obtener redes de integración que permitan la creación de otras universales para la integración de datos entre compañías. Tal afirmación implica

la combinación de varios sistemas informáticos y paquetes de software para crear un sistema más grande [9][10][11].

Por todo esto, la relevancia de este estudio de caso sobre la convergencia e integridad de la logística de las telecomunicaciones está basada en la globalización y los desarrollos tecnológicos derivados de las constantes actualizaciones técnicas (protocolos de información, diseño de nuevos equipos, mejoramiento de los medios físicos para el transporte de la información). Para esto, qué mejor definición que la proporcionada por Pérez, Gómez & Vela [6], en su publicación *Análisis General de la Convergencia Tecnológica de las Telecomunicaciones y su Futuro en el Ecuador*:

*“La tendencia hacia la convergencia tecnológica es el resultado de una necesidad a corto y medio plazo, impulsada por el competitivo entorno actual y por el deseo de las personas de mejorar las comunicaciones, representada por la migración de las redes hacia una infraestructura basada en paquetes, poniendo especial énfasis en el protocolo de Internet. Mediante una infraestructura convergente los proveedores deservicio pueden reducir costos operativos sobre la red y tener*

*capacidad de ofrecer servicios unificados mediante una plataforma común”.*

Con la aplicación de esta tendencia, como hilo conductor de esta investigación, se lleva la Fuerza Aérea Colombiana al ámbito del Plan de Guerra – Plan Victoria Plus a realizar operaciones coordinadas eficientes, eficaces y con resultados significativos. Por ende, se demuestra cómo puede alcanzarse estándares logísticos tales como los desarrollados por las grandes Fuerzas Militares del mundo, en particular, para la OTAN: *“esta necesidad de convergencia en los componentes CIS (Communication and Information System) que es una tendencia cada vez más usada, aplicando tanto a la concepción de las arquitecturas objeto de los sistemas de información y telecomunicaciones como los procesos asociados para su conocimiento”* [2].

## MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Con el ánimo de encontrar ciencias y estudios que contribuyan a generar ideas innovadoras en el ámbito de la integración tecnológica, con base al análisis del estado del arte para este proyecto de investigación, el marco de referencia partirá desde el enfoque de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entrelazándose a su vez sinérgicamente con aéreas de conocimiento de la Administración. De esta forma, se busca establecer directrices para el fortalecimiento de la compatibilidad tecnológica, integración y convergencia de las telecomunicaciones entre Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional de Colombia. Se dirá, pues, que el fin es reforzar y garantizar el Estado de Derecho en todo el territorio Nacional. Ello bajo una política de Estado que genere un fortalecimiento en la doctrina operacional coordinada al pretender que:

que ha generado la guerra desarrollada en territorios marginados donde se establecieron grupos ilegales a través de la minería criminal y las redes de extorsión. Eso ha derivado un enriquecimiento ilícito excesivo [13].

Adicional, otra característica en el estado del arte del presente documento es que busca focalizar e integrar de manera coordinada cuatro escenarios: regulatorio-administrativo, operativo, técnico y talento humano. Estos serán fundamentales para determinar un modelo de convergencia e integración de servicios de entre la FAC y la PNC.



Figura 1. Escenarios de Integración.

“Establece los principios, la organización y los procedimientos para desarrollar operaciones con otras entidades no militares, como la Policía Nacional, la Fiscalía, entre otras, las cuales buscan mediante la coordinación, cumplir una misión impuesta a favor de los intereses nacionales y de las instituciones del Estado” [3].

Más aún cuando dentro de los antecedentes de esta doctrina, se observa que estos teatros de operación vienen desarrollando misiones contra el narcotráfico, minería ilegal; entre otras. Estas han permitido “diezmar el actuar de grupos ilegales que afectan el orden interno y la integridad de los colombianos” [12]. Así como combatir la economía ilegal y criminal

La generación de tecnologías de transmisión más eficientes ha originado nuevas propuestas en las cuales se busca la integración o convergencia tecnológica. De ahí se aspira a establecer la interconexión entre los diferentes sistemas de telecomunicaciones que busquen como fin, un interoperabilidad y trabajo colaborativo entre sistemas de información, específicamente a nivel hardware y software. Esto ha llevado a crear aéreas de conocimiento especializadas en el ámbito de las políticas de comunicaciones, la convergencia, integración y compatibilidad tecnológica.

El centrar el estado del arte identificando otros trabajos de investigación, no resulta fácil, dado que encontrar modelos de integración tecnológica para sistemas telecomunicaciones a nivel militar no es sencillo. Ello porque esta información es de carácter restringido y las fuentes de información a las cuales se tuvo acceso no fueron eficaces en la entrega de contenido (en el área militar); sin embargo, se adaptará y es harán similares con los resultados y experiencias obtenidas en trabajos de investigación cuyo ámbito es el comercial. Esto en palabras de Albana & Vallejo implica tener en cuenta que [14] en su artículo Telecomunicaciones, Convergencia y Regulación, se hace una investigación sobre desarrollo del sector de comunicaciones y su repercusión en la convergencia de los mercados y de la política hacia el sector de TIC, con el fin de identificar aspectos regulatorios sensibles, que propongan aspectos regulatorios que aún no han sido tenidos en cuenta o abordados con profundidad [14].

Dentro de ese marco, se observa un análisis realizado en el mercado de las telecomunicaciones en el Ecuador. En él se afirman que “la convergencia se puede aplicar en diferentes lugares de la red inclusive en su borde” [6].

Como seguimiento al escenario técnico, se requiere analizar meticolosamente el modelo de interconexión de sistemas abiertos (*Open Systems Interconnected - OSI*) traducción al español, en adelante OSI. Esto con la finalidad de llegar al detalle del desglose de este

modelo en la capa física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación en cada una de las entidades participantes en este proyecto de investigación (FAC y PNC). Por ende, se vincula al concepto de los demás escenarios, teorías como la de información, la cual según Valbuena de la Fuente [15] citado por Vico [16], tiene como “objetivo fundamental orientar y situar el conocimiento en torno a la comunicación, con una dirección concreta específica para investigar la información”.

En cuanto a la teoría de adopción, y modelo de aceptación tecnológica (TAM), se enfoca en las predicciones de aceptación y uso de nuevas tecnologías de forma que se evalúe un determinado comportamiento en la utilización de un sistema de información. Tal apreciación basándose en dos variables: la utilidad percibida y la percepción del individuo sobre el uso del sistema de información [17].

Cabe señalar la teoría de recursos y capacidades para apoyar el planteamiento del escenario operativo y de talento humano, en el cual se tomará la perspectiva de un conjunto único de recursos tangibles o intangibles. Allí se distingue entre los recursos intangibles lo siguiente: los físicos y financieros. Y para el término de recursos tangibles, estos se entiende como los activos humanos y no humanos; ambos caracterizándose en lo tecnológico y lo operativos [18].

## MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta sección describe cuál fue el proceso metodológico seguido en esta investigación. Aquí se estableció como proceso de investigación mixto desde el enfoque de la teoría de Hernández Sampieri y Mendoza. Recordemos que esta se describe así [19]:

El conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Por consiguiente, y bajo el enfoque cuantitativo, se realizará un estudio de tipo correlacional dado que esta investigación “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular” [19]. Así pues, se analizará la variable convergencia tecnológica en el escenario de operaciones coordinadas con la Policía Nacional, hecho que permitirá conocer el comportamiento de esta variable con otras que se vinculen a través del proceso investigativo.



Figura 2. Escalamiento de la metodología de la investigación tres primeras fases.



Figura 3. Continuidad del escalamiento de la metodología de la investigación.

### HIPÓTESIS FORMULADAS AL PROCESO INVESTIGATIVO.

Se añade, entonces, a este método investigativo el escenario cualitativo que básicamente trata de “la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación” [19]. De hecho, cabe resaltar que el desarrollo investigativo en esta tesis busca dar respuesta a las siguientes hipótesis (H):

H1: las plataformas, redes y los equipos actuales que le ofrece la FAC, no satisface el servicio de comunicaciones cuando desarrolla operaciones con la Policía Nacional.

H2: existe incompatibilidad, diversidad tecnológica y discrepancia técnica entre los equipos y/o sistemas de comunicaciones entre la FAC y la Policía Nacional.

H3: se utilizan medios de comunicaciones alternos (telefonía celular e Internet) susceptibles a ser interceptados, por carencia de encriptación en las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones con los que cuenta la FAC y la Policía Nacional.

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### ENCUESTA

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante la investigación de campo. Estos se adquirieron mediante la aplicación del instrumento de medición tipo encuesta al personal que pilotos de la aeronave Black Hawk UH-60 y aleatoriamente algunos pilotos de ala fija de diferentes equipos, objeto de estudio según se mencionó en la metodología.

**TABLA 1.** Nivel de satisfacción vs cantidad de operaciones.

NIVEL DE SATISFACCIÓN	CANTIDAD DE OPERACIONES ÚLTIMOS CUATRO AÑOS (2014 A 2017)				TOTAL
	1-5	11-15	6-10	MÁS DE 20	
INSATISFECHO	15.79%	5.26%	10.53%	10.53%	42.11%
POCO SATISFECHO	5.26%	0.00%	15.79%	10.53%	31.58%
SATISFECHO	15.79%	0.00%	5.26%	0.00%	21.05%
MUY SATISFECHO	5.26%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%
TOTAL	42.11%	5.26%	31.58%	21.05%	100%

Para lograr tal propósito se utilizó la metodología de tablas cruzadas. Allí se tomó la variable de periodicidad en la cual se preguntaba (a los encuestados), ¿en los últimos cuatro años (2014 al 2017) con qué frecuencia a participado en operaciones coordinadas con Policía Nacional? Esta más una relación cruzada con la interrogación, ¿considera que las plataformas, redes y equipos actuales que le ofrece la FAC, satisface el servicio de comunicaciones cuando desarrolla operaciones con la Policía Nacional? Con base a estas interrogaciones se obtiene una relación interesante, como se muestra la Tabla 1. Nivel de satisfacción vs cantidad de operaciones. En ella se observa que el 73.69% de los pilotos encuestados se encuentran insatisfechos o poco satisfechos referente a los servicios que le ofrecen las plataformas de comunicaciones durante el desarrollo en operaciones con Policía Nacional. Tal resultado conduce a

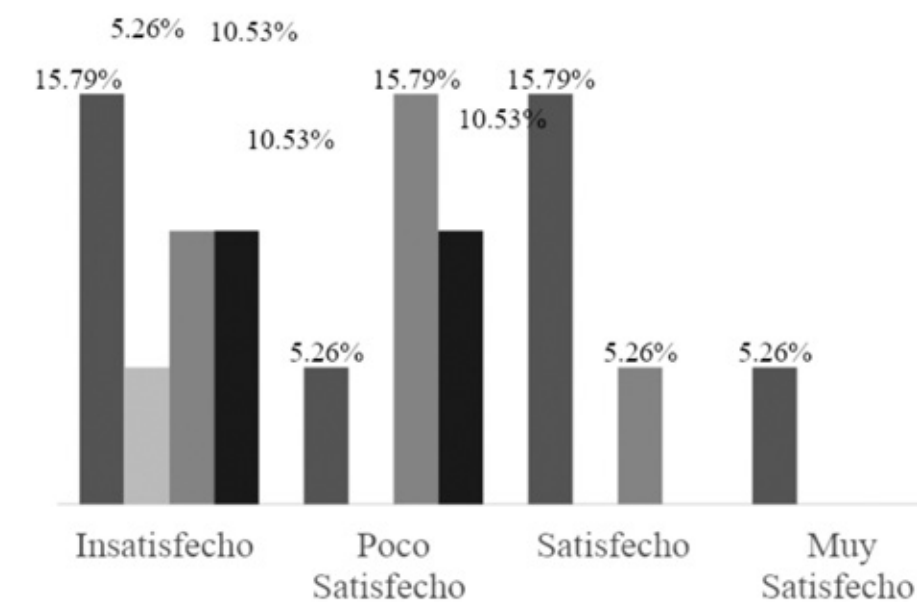
ver un nivel de criticidad en cuanto a que este fenómeno se da a todo nivel desde una a más de 20 operaciones efectuadas entre los años 2014 a 2017.

Este análisis soporta la hipótesis H1, la cual tiene como objetivo medir este nivel de satisfacción de percepción de los pilotos acerca del servicio que le ofrecen las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones, como se observa en la Figura 4.

Continuando con los análisis cruzados entre la interrogación “¿Durante el desarrollo de operaciones con Policía Nacional, con qué frecuencia ha tenido problemas de comunicación a causa de la incompatibilidad entre las redes, plataformas y equipos utilizados por la FAC?” [20] y la variable cantidad de operaciones realizadas (según los resultados de la Tabla 2), la población en estudio en un 84.21% ha presentado problemas

para comunicarse durante el teatro de operaciones coordinado: Policía Nacional. Este resultado indica que existe una falta de convergencia tecnológica entre los sistemas de telecomunicaciones utilizados por la FAC y la PNC, ya que el único medio compatible es el sistema VHF/AM, o VHF aeronáutico. Este por normatividad aeronáutica internacional y nacional debe ir instalados a bordo de cualquier aeronave; sin embargo es de aclarar para el presente estudio que estas comunicaciones no son seguras y no se puede ejercer un comando y control con nivel de cifrado como se requiere a nivel militar.

Por ende, este estudio se centrará en la incompatibilidad de plataformas tecnológicas que proporcionen comunicaciones cifradas para el nivel militar, para la toma asertiva de decisiones en los teatros de operaciones combinados con la Policía Nacional.



**Figura 4.** Nivel satisfacción servicio según número de operaciones participadas



**TABLA 2.** Grado de periodicidad presentó problemas de comunicación por incompatibilidad de las redes.

GRADO DE PERIODICIDAD	CANTIDAD DE OPERACIONES ÚLTIMOS CUATRO AÑOS (2014 A 2017)				TOTAL
	0-5	10-15	5-10	MÁS DE 20	
MUY FRECUENTE	15.79%	5.26%	10.53%	15.79%	<b>47.37%</b>
FRECUENTE	15.79%	0.00%	15.79%	5.26%	<b>36.84%</b>
POCO FRECUENTE	10.53%	0.00%	5.26%	0.00%	<b>15.79%</b>
TOTAL	<b>42.11%</b>	<b>5.26%</b>	<b>31.58%</b>	<b>21.05%</b>	<b>100%</b>

Acto seguido, para fortalecer este análisis se planteó la siguiente pregunta a la población objeto de estudio: ¿considera que las plataformas y redes actuales de telecomunicaciones aeronáuticas, terrestres, tácticas que le ofrece la FAC, estando en el teatro de operaciones le ofrecen encriptación y/o cifrado de voz que le permitan una comunicación fluida con la Policía Nacional?. Ante ello, se efectúa un análisis cruzado con la variable frecuencia de incompatibilidad tecnológica. Ahí se observa una alta relación entre estas variables, en la cual para el análisis arroja un nivel negativo de 94.74%.

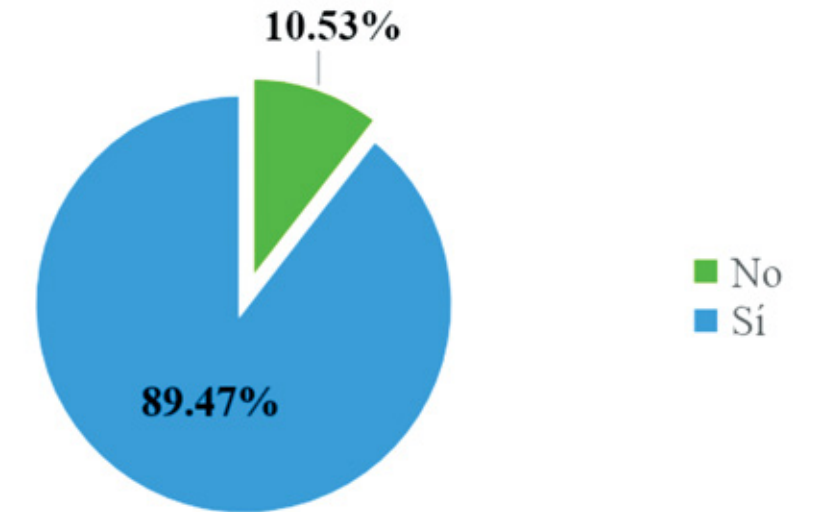
**TABLA 3.** Factor encriptación vs incompatibilidad tecnológica

LAS PLATAFORMAS, REDES Y EQUIPOS OFRECEN ENCRIPCIÓN Y SEGURIDAD DE VOZ	FACTOR DE INCOMPATIBILIDAD TECNOLÓGICA				TOTAL
	0-5	10-15	5-10	MÁS DE 20	
NO	36.84%	47.37%	10.53%	5.26%	<b>94.74%</b>
SI	0.00%	0.00%	5.26%	0.00%	<b>5.26%</b>
TOTAL	<b>36.84%</b>	<b>47.37%</b>	<b>15.79%</b>	<b>0.00%</b>	<b>100%</b>

Esto significa que las redes y las plataformas de telecomunicaciones destinadas (para realizar operaciones coordinadas) no poseen cifrado que garantice comunicaciones seguras. A esto se le suma el factor de incompatibilidad tecnológica.

En ese orden de ideas, si se prosigue con el análisis de las hipótesis contempladas al inicio del este capítulo, y para completar el análisis para la hipótesis H3, se evidencia un fenómeno crítico que no solo afectó la seguridad de la información, también se creó una divergencia en el comando y control de las operaciones. Tal situación evidencia en el alto grado de utilización de la red móvil celular, alrededor de 89.47%, para efectuar coordinaciones derivadas de los teatros de operaciones entre la FAC y PNC. Esto se aprecia en la Figura 5.

De acuerdo al análisis de resultados efectuado, mediante un proceso de validación de las hipótesis planteadas para esta investigación, se puede confirmar las hipótesis H1, H2 y H3. La razón, evidentemente hay una incompatibilidad de plataforma tecnológicas para efectuar operaciones con la Policía Nacional y baja satisfacción del cliente. Estos aspectos llevan dicho fenómeno a utilizar redes públicas y a elevar la matriz de riesgo de comunicaciones no cifradas.



**Figura 5.** Porcentaje de utilización de redes públicas: red móvil celular y/o Internet.

**ENTREVISTA**

En este caso se ha utilizado la herramienta QDA Miner la cual tiene como objetivo “efectuar un análisis cualitativo de datos para codificar datos textuales” [21]. Se realiza los “patrones en la codificación y relaciones entre códigos asignados y otras propiedades numéricas o categoriales” de las entrevistas de expertos. Para tal análisis, se ejecutan dos procesos cognitivos cuantitativos: el primero, con la herramienta WordStat; el segundo, con códigos de análisis de correlación. En ambos casos se demanda la transcripción de las dos entrevistas.

Como se dijo anteriormente, el primer análisis implicó utilizar la herramienta WordStat, la cual: es un software de análisis cuantitativo de contenido y minería de texto. El cual permite analizar palabras y frases encontradas en documentos específicos o en segmentos de código seleccionados. WordStat puede realizar análisis descriptivo simple o explorar a detalle la relación entre palabras o categorías de

palabras y otras variables categoriales o numéricas [21].

De este modo, al efectuar un análisis mediante WordStart, obtenemos (para la transcripción de ambas entrevistas) que las cinco palabras con mayor coocurrencia fueron policía, VHF, operaciones, seguridad y comunicaciones.

Teniendo en cuenta el análisis gráfico proyectado por el software QDA bajo la herramienta WordStat (ver Figura 6), se puede observar unas fuerzas de vínculo entre las palabras que se encuentra correlacionadas. Estas fueron: policía, seguridad, radios, VHF, voz, operaciones y comunicaciones. Todas tienen más alta coincidencia y frecuencia entre las dos personas entrevistadas. En la figura de correlaciones se puede observar una fuerte reciprocidad puesto que al personal entrevistado se le plantearon las mismas preguntas de la encuesta de manera abierta. Ello con el fin de percibir desde su experiencia la problemática planteada.

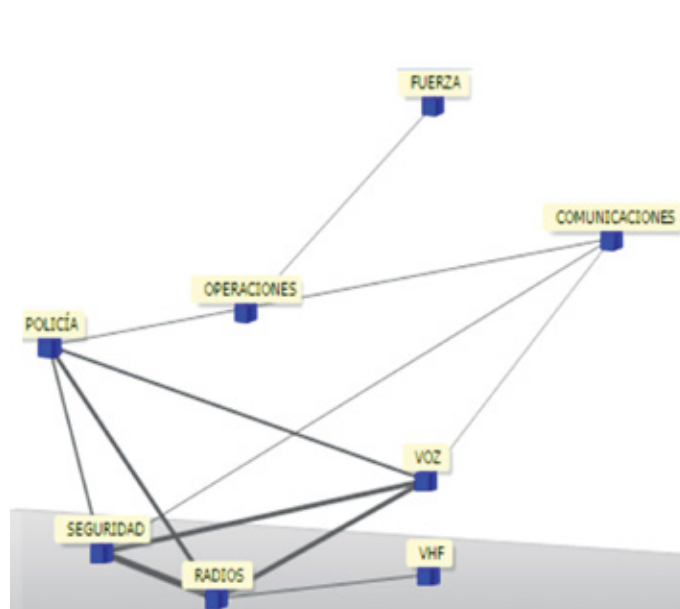


Figura 6. Enlaces de Co-relaciones entre las entrevistas con expertos [21].

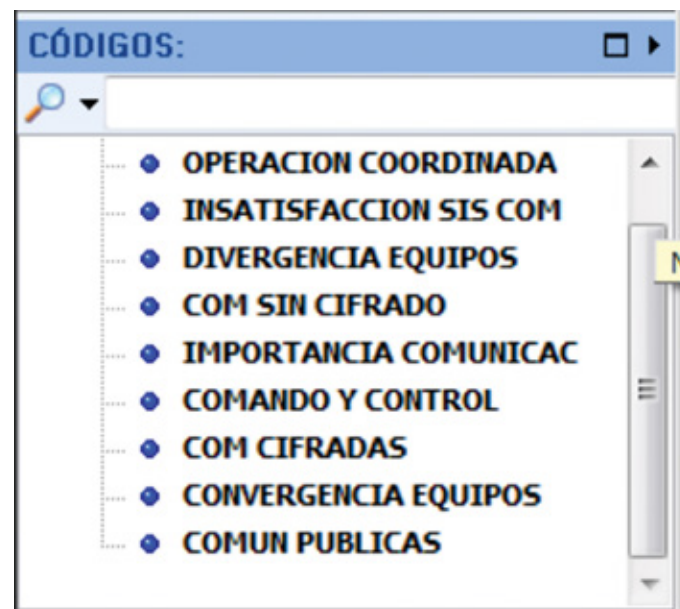


Figura 7. Códigos de análisis para la correlación [21].

Ahora, el segundo análisis con la herramienta QDA Miner, se realizó mediante una asignación de códigos que buscan una correlaciones de los textos para su respectivo análisis. En efecto, para tal fin y a priori se programa para evaluar las siguientes correlaciones.

Una vez efectuada la programación de los códigos más el empleo de la herramienta de frecuencia de codificación, se obtiene los siguientes resultados: en la codificación llamada "COM SIN CIFRADO" (la cual tiene como objetivo medir la carencia de encriptación en las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones) se evidencia en un 18,2% la correlación existente en ambas entrevistas. Minería de datos que reafirma la H3 pues esta se está utilizando en medios de comunicaciones con carencias de cifrado sobre las plataformas, redes y los equipos de comunicaciones con los que cuenta la FAC y la Policía Nacional.

Hay que mencionar que la profundización llevada a cabo al código

"DIVERGENCIA EQUIPOS" permite evaluar la incompatibilidad entre las redes, plataformas y los equipos utilizados por la FAC. En este punto se observa una coocurrencias en un 18.2% en ambas entrevistas. Estudio que ratifica lo planteado en H2, porque con este análisis se corrobora la existencia de incompatibilidad, diversidad tecnológica y discrepancia tecnología para brindar un buen servicio de comunicaciones para las operaciones coordinadas.

Se debe agregar a este análisis de minería de datos la correlación obtenida en ambas entrevistas referente a la importancia de las comunicaciones tanto abordado de las aeronaves como en el desarrollo de los teatros de operaciones de tipo coordinado. Ello se prueba en una coocurrencia de un 18.2%. Esta concluye sucintamente lo vital y esencial que son las comunicaciones para el planteamientos y desarrollo operacional, es decir, con valor agregado al cifrado de las comunicaciones como pilar fundamental.



Figura 8. Resultados distribución de palabras clave, minería de datos [21].

## FORMULACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL MODELO PARA LA CONVERGENCIA

Como se acredita en el inventario tecnológico analizado durante el proceso investigativo (el cual goza de confidencialidad) se evidencia que el medio más común de telecomunicación para operar la FAC y PNC se encuentran en el espectro y la gestión de frecuencias aeronáuticas (VHF/AM). Ellas operan 118 a 137 MHz comunicaciones que claramente no son cifradas y, por ende, se utilizan para diferentes servicios aeronáuticos.

Hay que mencionar, que las aeronaves de ambas instituciones cuentan con los equipos de comunicaciones para operar en dicha banda de frecuencia, como también cuentan con una robusta red aeronáutica propia de las Fuerzas Militares para el comando y control del espacio aéreo colombiano.

Partiendo de este punto en común, se hace necesario que la FAC y PNC coordinadamente trabajen bajo las regulaciones radio de la UIT para comunicaciones militares aeronáuticas donde se establece el servicio aeronáutico móvil "off-route" (AM(OR)S). Este comprende la banda de 138-144 MHz. Entonces, dicha banda se emplea fundamentalmente para llevar a cabo movimientos militares rutinarios alejados de las misiones críticas o de combate. No obstante, estos canales no son de uso exclusivo militar, pues se comparten parte de esta banda con sistemas fijos de telefonía móvil, sistemas móviles marítimos o terrestres y comunicaciones espacio - tierra [22].

Considerando la utilización de este servicio aeronáutico, es evidente que se requiere el desarrollo de un medio criptográfico propio de las Fuerzas Militares (FF.MM) que permita realizar la codificación de la voz transmitida mediante la banda 138-144 MHz. De esta manera se garantiza, el fin de brindar una comunicación en modo seguro porque es imperativo que las comunicaciones sean, valga la redundancia, seguras, imprevisibles y encriptadas. Ello según sea necesario y robustas a la interferencia, grandes fuerzas electromagnéticas y atascos intencionales. También deben ser de una fiabilidad muy alta y tener una capacidad de supervivencia cuando partes de la infraestructura posiblemente se destruyan, entre otros. Todo esto ha llevado a las fuerzas armadas del mundo a desarrollar algo un poco más robusto que usar la arquitectura de comunicación VHF [23].

A pesar de esto, hay una situación que se debe analizar inicialmente, y es el tipo de transmisión de los equipos a bordo de las aeronaves pues hay que explorar bajo los ojos de la aviónica si hay una transmisión analógica o digital de los equipos VHF. Por lo general, los transceptores para esta banda de frecuencia se encuentran bajo el estándar ARINC 716-11, el cual define una arquitectura y una funcionalidad típicas del transmisor-receptor. Así como esta norma establece las características de un transceptor de comunicaciones VHF para la

instalación en todo tipo de aeronaves de transporte comercial, el transceptor VHF puede soportar comunicaciones de datos de 8,33 kHz AM o 25 kHz AM o ACARS (2400 bps). En vista de esto, se debe tener en cuenta para generar la encriptación de esta comunicación pues se hace necesario la conversión del servicio AM(OR)S para que se encuentre en modo análogo a una base nativa digital.

Una vez realizado el proceso de conversión a las señales de A/D, se debe generar un algoritmo de encriptación que permita el cifrado de la comunicación digital con el fin de ser transmitida por la plataforma tecnológica aeronáutica de la FF.MM. De hecho, durante el anterior proceso se debe realizar al interior de las aeronaves, por lo cual se requiere de un desarrollo tecnológico que permita no sólo hacer la conversión A/D, también la encriptación de la información y, a la vez, la transmisión por el hardware VHF instalado en la aeronave.

Una vez explorado el modelo de encriptación VHF abordado, para el modelo de convergencia tecnológica, se ve la necesidad de la generación de un algoritmo criptográfico base que sea de propiedad de la FF.MM. Este marco teórico no se analizará en el presente proyecto de investigación dado que el nivel de complejidad corresponde a un desarrollo matemático de alta rigurosidad y análisis. Por lo tanto, puede ser abordado como un futuro proyecto de investigación. No obstante, el

tener un propio algoritmo de encriptación, aumenta significativamente los niveles privacidad/confidencialidad, autenticación, integridad, no repudio y, servicio fiabilidad y disponibilidad. Esto genera para el proceso de la toma de decisiones, confianza y asertividad en la comunicación transmitida y recibida (en el desarrollo de operaciones coordinadas) con la Policía Nacional.

Se debe agregar a este planteamiento, para que exista una convergencia en el modelo encriptación VHF abordado, que debe ser implementado el hardware (convertor A/D y módulo de encriptación) en las aeronaves FAC, como en las pertenecientes a la Policía Nacional. Todo con el fin de adoptar un único modelo único de integración. Ahora, se hace necesario el planteamiento de una política de estandarización por parte del Ministerio de Defensa y del Ministerio del Interior ya que la FF.MM pertenecen al primer ministerio y la Policía Nacional, al segundo.

Por lo que se refiere a la Figura 10, se observa el planteamiento del modelo básico de convergencia

para las operaciones coordinadas con Policía Nacional. Él está constituido por dos modelos *indoor* y *outdoor*. El primero se denomina *indoor* ya que es el modelo encriptación VHF abordado, el cual formula el diagrama de bloques del sistema VHF abordado donde la señal VHF/AM y tiene un tratamiento de la señal para ser convertida a digital. Posterior puede someterse a un proceso de encriptación; para luego ser transmitida mediante protocolo TCP/IP hacia la red VHF aeronáutica militar (VHF/ENCRY)<sup>3</sup>. El segundo es *outdoor*, donde se plantea como es el proceso de transmisión y recepción de la señal VHF/ENCRY. De manera que se transporte esta información mediante la red de defensa RIC, y se genere las debidas autenticaciones en los centros de comando y control (C3I2) de la FAC y/o PNC para la toma de sesiones. No obstante, en el proceso de autenticación en los C3I2 de la PNC se hace pertinente la adquisición de una plataforma bajo la tecnología VCS 3020X con el fin de realizar la gestión de estas telecomunicaciones.

<sup>3</sup> VHF/ENCRY. Acrónimo creado por el autor, significa VHF aeronáutica militar.

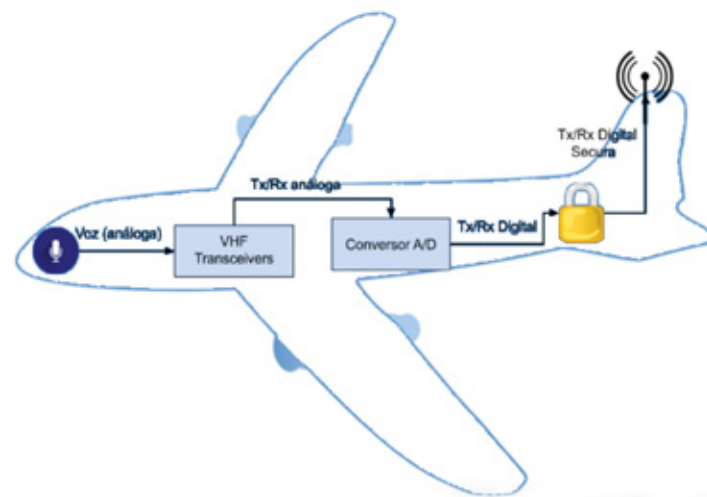


Figura 9. Modelo encriptación VHF abordado.

## CONCLUSIONES

En primera instancia, en lo que respecta al análisis de convergencia explorado para esta investigación, donde se buscó una integración de las plataformas tecnológicas de comunicaciones entre la FAC y PNC (cuyo pilar fundamental se basó en examinar el proceso de convergencia tecnológica llevando a cabo en los sectores de las Tecnologías de la Información y la Comunicación) se pudo evidenciar que el modelo de convergencia para una futura implementación requiere de un dinámico fortalecimiento para los centros de desarrollos tecnológicos de I+D+i propios de las FF.MM que contribuyan a generar nuevas tecnologías para la toma de decisiones en el comando y control de las operaciones coordinadas. Así mismo, el Modelo básico de convergencia tecnológica para operaciones coordinadas con Policía Nacional se podrá exportar a otros escenarios como son: operaciones con entes descentralizados como la Cruz Roja, Defensa Civil, entre otros.

En segunda instancia, la revisión de los escenarios: legislativo, operativo e inventario tecnológico, fue la base para determinar el punto de sinergia existente entre los recursos y capacidades de ambas instituciones (FAC y PNC). Allí se encontró una ventaja competitiva colaborativa en pro de una integración de plataformas tecnológicas de comunicaciones existentes. Este análisis investigativo evidencia la existencia de un comportamiento común, lo que refiere a la toma de decisiones para el comando y control en el desarrollo de operaciones coordinadas. Ejemplo de ello sería la Policía Nacional, destacándose el uso masivo de la transmisión de voz y bajo consumo de servicios de datos. Partiendo de esta premisa, se observa un fenómeno interesante en los resultados de los instrumentos de medición donde se observa un elevado tráfico de transmisión de voz por canales no cifrados y/o públicos. Tal repercusión genera en esta práctica altos riesgos de interceptación.

En tercera instancia, para que el modelo *indoor*: encriptación VHF abordado sea convergente, debe apropiarse una política de estandarización por parte del Ministerio de Defensa y del Ministerio del Interior, ya que la FF.MM pertenecen al primer ministerio y la Policía Nacional al segundo. Como se demuestra en el análisis de inventario tecnológico, cada institución tiene diferentes redes de comunicaciones y solo una plataforma es común. Aquí, tras los hallazgos, el reto que plantea esta investigación radica, primero, en que el hardware debe ser implementado a todo nivel en las aeronaves FAC y Policía Nacional con el fin de adoptar un único modelo único de integración; segundo, utilizar las redes existentes para la transmisión de la voz de manera segura, en este caso el uso de la banda militar 138-144 MHz servicio aeronáutico móvil "off-route" AM(OR)S.

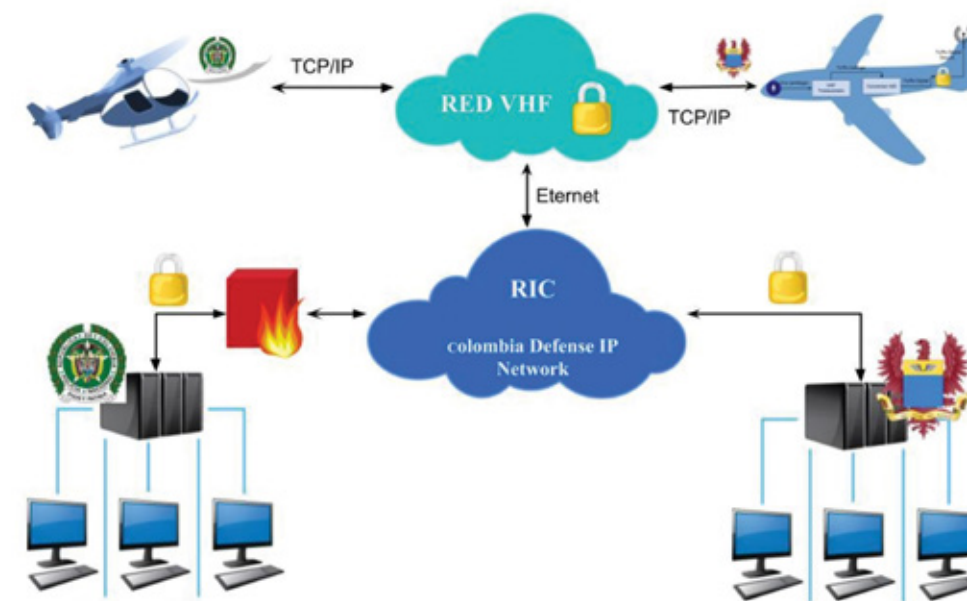


Figura 10. Modelo básico de convergencia tecnológica para operaciones coordinadas con Policía Nacional.

Encuarta instancia, con respecto al escenario legislativo, es pertinente el acercamiento ante la Agencia Nacional del Espectro para realizar convenios de cooperación donde se acuerde que dicha banda es de exclusividad de las FF.MM.

Así mismo, fortalecer los nexos con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, y la Agencia Nacional del Espectro porque en la normatividad colombiana no existe leyes en la cuales se protejan bandas de frecuencia para uso exclusivo de las FF. MM, como sucede en países como Estados Unidos. Situación que es compleja teniendo en cuenta que al momento de realizar algún tipo de desarrollo con antelación se debe verificar el uso del espectro, vista que según lo explorado para este proyecto de investigación todo el espectro en Colombia es comercializable. Dicho contexto abre un campo para futuros proyectos en la línea investigativa jurídica y regulatoria puesto

que se puede hacer una revisión sistémica de la normatividad que permitan plantear un modelo de recursos y capacidades colaborativos para el manejo de frecuencias de uso exclusivo de las FF.MM.

En quinta instancia, para los niveles de seguridad de la información es ineludible la creación de un algoritmo encriptación base propio de las FF.MM para todas las transmisiones de voz y datos en los diferentes teatros de operaciones, no solo para operaciones coordinadas FAC y PNC, también a nivel inter-agencial. Este postulado se formula para este proyecto, soportándose en el análisis realizado mediante la minería de datos, en la cual hay una correlación de un 18,2% obtenida en la entrevista con expertos, referente a la importancia de las telecomunicaciones a abordado de las aeronaves versus el desarrollo de los teatros de operaciones de tipo coordinado. Por consiguiente, esta coocurrencia concluye sucintamente lo vital y esencial que son las comunica-

ciones para el planteamiento y desarrollo operacional, con el valor agregado del cifrado de las comunicaciones como pilar fundamental. Así que la propuesta que se desea dejar abierta para los trabajos a futuros de investigación no solo es una formulación, sino también un desarrollo que fortalecería todos los ámbitos del sector defensa.

En última instancia, la convergencia e integración de redes no es solo basada en complejos sistemas de hardware y software, no. Aquí el reto se encuentra en la adopción de tecnologías para realizar operaciones coordinadas. Para ello, es muy asertivo lo dicho por Hernández, Jiménez, & Martina [24]: "La implementación de nuevos sistemas tecnológicos relacionados con la información es un hecho clave en la evolución de las empresas por ello, las compañías deben estar preparadas para gestionar los nuevos recursos de modo adecuado, afrontando convenientemente el reto de su adopción."

[En línea]. Available: [https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Horizontal\\_integration\\_in\\_Industry\\_4.0](https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Horizontal_integration_in_Industry_4.0). [Último acceso: 4 Septiembre 2019].

[9] M. A. K. Bahrin, M. F. Othman, N. Azli y M. Talib, «Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic,» *Jurnal Teknologi*, vol. 78, nº 6-13, pp. 137-143, 2016.

[10] K. Suri, A. Cuccuru, J. Cadavid, S. Gérard, W. Gaaloul y S. Tata, «Model-based Development of Modular Complex Systems for Accomplishing System Integration for Industry 4.0,» *MODELSWARD*, pp. 487-495, 2017.

[11] S. Vaidya, P. Ambad y S. Bhosle, «Industry 4.0—a glimpse,» *Procedia Manufacturing*, vol. 20, pp. 233-238, 2018.

[12] Oficina de Prensa Comando Aéreo de Combate No. 7, «En operación coordinada con la Policía Nacional se logra la desarticulación de la banda delincuencia "Planeta Amarillo". Fuerza Aérea Colombiana.,» 09 Octubre 2015. [En línea]. Available: <https://www.fac.mil.co/en-operaci%C3%B3n-coordinada-con-la-polic%C3%ADa-nacional-se-logra-la-desarticulaci%C3%B3n-de-la-banda-0..>

[13] Oficina de Prensa Comando Conjunto del Suroccidente, «Operación sin precedentes contra la minería criminal en Colombia, primera de esta naturaleza en el Sur occidente y pacífico colombiano. Fuerza Aérea Colombiana.,» 09 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.fac.mil.co/operaci%C3%B3n-sin-precedentes-contra-la-miner%C3%ADa-cri>. [Último acceso: 2015].

[14] A. Aldana y A. Vallejo, «Telecommunications, Convergence and Regulation,» *Revista de economía institucional*, vol. 12, nº 23, pp. 165-197, 2010.

[15] F. Valbuena de la Fuente, *Teoría general de la Información*, Noesis, 1997.

[16] E. Vico, «La Teoría de la Información ante las nuevas tecnologías de la comunicación,» *Cuadernos de Información y Comunicación*, vol. 16, 2011.

[17] D. Gracia, L. Ariño y C. Blanco, «Adopción de servicios públicos online: un análisis a través de la integración de los modelos TAM y TPB1,» *Revista Europea de Dirección y Econo-*

mía de la Empresa, vol. 20, nº 4, p. 41, 2011.

[18] J. López, P. Martínez y P. Riveros, «La diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades.,» *Cuadernos de estudios empresariales*, nº 14, pp. 87-104, 2004.

[19] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, México: McGraw-Hill, 2010.

[20] M. Vásquez, R., «Encuesta del Proyecto de Investigación: "Modelo de convergencia e integración de servicios de telecomunicaciones de la Fuerza Aérea Colombiana para apoyar operaciones coordinadas: Caso Policía Nacional",» 2017 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://docs.google.com/forms/d/1SMh-Moaln5wPwXfwUcXOYDt175J5Sp5pi1bomw6c/>.

[21] Provalis Research, «QDA Miner, Software para Análisis Cualitativo de Datos, Guía del usuario,» 2004. [En línea]. Available: <https://provalisresearch.com/Documents/QDAMiner32ES.pdf>.

[22] Grupo de Nuevas Actividades Profesionales, «Elementos Técnicos para la Gestión de Frecuencias en Espacios Complejos: Entornos Aeronáuticos,» *Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación*, Madrid, 2002.

[23] D. Stacey, *Aeronautical Radio Communication Systems and Networks*, Chichester: Wiley, 2008.

[24] B. Hernández, J. Jiménez y M. Martina, «Adoption Of Technologies: An Analysis Of The Telecommunication Sector Adopción De Tecnologías: Un Análisis Del Sector De Telecomunicaciones.,» 2006. [En línea]. Available: [http://www.marketing-trends-congress.com/sites/default/files/papers/2006/2006\\_fr\\_Hernandez%20\\_Jimenez\\_Martin.pdf](http://www.marketing-trends-congress.com/sites/default/files/papers/2006/2006_fr_Hernandez%20_Jimenez_Martin.pdf). [Último acceso: 2015].

[25] T. Pérez, D. Vela y H. Gómez, «Análisis general de la convergencia tecnológica de las telecomunicaciones y su futuro en el Ecuador,» de *Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)*, 2007.

[26] A. Mejía, F., «Redes convergentes,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 14, nº 1, p. 15, 2004.

[27] A. Tanenbaum, *Redes de computadoras*, Mexico: Pearson Educació, 2003.

## REFERENCIAS

[1] Redaccion El Tiempo, «Una sola llamada desde su satelital traicionó a Reyes,» *El Tiempo*, 2 Marzo 2008.

[2] J. M. M. Fariñas, «Telecomunicaciones militares estratégicas de mando y control,» *Bit*, vol. 183, pp. 29-33, 2010.

[3] Fuerza Aérea Colombiana, *Manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial*, Bogota D.C: Fuerza Aérea Colombiana, 2013.

[4] Centro de Doctrina del Ejército, *Manual Fundamental del Ejército 3-05, Operaciones especiales*, Ejército Nacional, 2016.

[5] Escuela Superior de Guerra, «El trabajo conjunto, coordinado e interagencial es una necesidad

para finalizar la guerra y llegar a la victoria militar": Jefe de Operaciones Conjuntas en cátedra Colombia.,» 09 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://www.esdegue.mil.co/node/593>.

[6] T. Pérez, H. Gómez, M y D. Vela, P, «Análisis General de la Convergencia Tecnológica de las Telecomunicaciones y su Futuro en el Ecuador,» *Escuela Politécnica Nacional*, p. 11, 2007.

[7] P. Viegas, «Air & Space Power Journal,» 17 Julio 2001. [En línea]. Available: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-s/2trimes01/nunes.htm>. [Último acceso: 2015].

[8] i-SCOOP, «Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0,» 24 Febrero 2017.