



Mejoramiento del control operacional en las fuerzas
militares por medio del sistema de enlace de datos

Lar Edgar Bacca Leyton
Alfonso Carrillo Mendoza

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia

2007

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA**



TRABAJO DE FUERZA

**MEJORAMIENTO DEL CONTROL OPERACIONAL EN LAS FUERZAS
MILITARES POR MEDIO DEL SISTEMA DE ENLACE DE DATOS**

**Capitán de Corbeta LAR EDGAR BACCA LEYTON
Capitán de Corbeta ECN ALFONSO CARRILLO MENDOZA**

Curso CEM 2007

DIRECTOR

Capitán de Fragata LAR JAIME MORENO BARON

Bogotá D.C., 9 de octubre de 2007

Nota de aceptación:

*trabajo sustentado y
se sugiere sea enviado
a la D. de Telemática ARE*



Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogota D.C. 9 de octubre de 2007

RESUMEN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: MEJORAMIENTO DEL CONTROL OPERACIONAL EN LAS FUERZAS MILITARES POR MEDIO DEL SISTEMA DE ENLACE DE DATOS

**INVESTIGADORES: CC LAR BACCA LEITÓN EDGAR FLORENTINO
CC CARRILLO MENDOZA ALFONSO (OF. MEXICANO)**

PROBLEMA FORMULADO: ¿Cómo emplear el sistema de enlace de datos para mejorar el control operacional en las Fuerzas Militares?

OBJETIVO GENERAL: Determinar la importancia del uso de un sistema de enlace de datos dentro del control operacional en las Fuerzas Militares.

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva

SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS: Un sistema táctico de enlace de datos ofrece el cubrimiento, flexibilidad y seguridad que las comunicaciones militares necesitan.

CONCLUSIONES RELEVANTES: Ante la situación actual, en cuanto a infraestructura, compatibilidad y estandarización de los sistemas de comunicaciones militares, es necesario contar con un sistema que les permita a las diferentes fuerzas solucionar sus necesidades de comunicaciones dentro de las operaciones conjuntas, sin ningún problema en cuanto a interoperabilidad y comunicaciones.

PALABRAS CLAVE:

Sistema táctico de enlace de datos

Link 11

Link 16

Link 22

Cubrimiento, Seguridad y flexibilidad.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. JUSTIFICACIÓN	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
2.2 OBJETIVO GENERAL	7
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. SISTEMAS DE ENLACES DE DATOS Y SUS CARACTERÍSTICAS	9
3.1 REQUERIMIENTOS	11
3.1.1 REQUERIMIENTOS FÍSICOS Y TÉCNICOS	11
3.1.2 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL	11
3.2 OPTIMIZACIÓN OPERACIONAL	12
4. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE APLICACIÓN	14
4.1 APLICABILIDAD DEL SISTEMA DE ENLACE DE DATOS	14
4.2 ÁREAS DE APLICACIÓN O IMPLEMENTACIÓN	23
5. INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES A NIVEL ARMADA DE MÉXICO	27
6. PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN	37
6.1 IMPACTOS	37
6.2 SITUACIÓN ACTUAL COMUNICACIONES MILITARES	39
6.3 PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN	41
7. CONCLUSIONES	44
8. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47

El presente trabajo combinado está dedicado primordialmente a nuestras familias, quienes han sido, son y seguirán siendo los cimientos fundamentales razón de ser en nuestra vida personal y profesional como Oficiales Navales, nunca claudicarón en el apoyo necesario e incondicional para nutrirnos de ánimo en momentos de borrasca por la naturaleza de la dinámica de esta experiencia profesional. Además con sus consejos, aliento y comprensión fueron fuente inagotable de ánimo para tolerar los momentos difíciles y ausencias lo que nos permitió finalmente lograr el objetivo propuesto, la recompensa es meritoriamente compartida y ofrecida ha ellas.

Paralelamente dedicamos esta faena a nuestras instituciones la Armada Nacional, respectiva, que nos han brindado una formación profesional, ética e integral para desempeñarnos como Oficiales Navales en múltiples comisiones, la travesía hasta este puerto y los que nos faltan conllevará la orientación de nuestro carácter siempre enfocado hacia el bienestar de nuestras tripulaciones cualesquiera que sean asignadas y con el compromiso absoluto para coadyuvar a alcanzar los objetivos institucionales y el bien común.

AGRADECIMIENTOS

Un reconocimiento invaluable de nuestra parte a todas las personas civiles y militares que entrevistamos mismos que con sus comentarios aportaron sus experiencias que nos facilitaron el objetivo de recabar y acumular la información documental necesaria y relacionada con nuestro Tema Mejoramiento del Control Operacional en las Fuerzas Militares por Medio del Sistema de Enlace de Datos. Para contribuir a mejorar el esfuerzo específico ya existente en este campo, en la actualidad la Secretaría de Marina - Armada de México ha emprendido una tarea desarrollando con la empresa privada internacional un Sistema que cumple las expectativas fijadas en su momento, así como lo relacionado en el campo específico con la Armada República de Colombia, sin ellos no hubiera sido posible la realización y fortalecimiento de un trabajo con las características requeridas para llegar a plantear una propuesta viable que pueda aportar al esfuerzo de la Armada Nacional.

Por igual agradecemos al señor Capitán de Fragata Jaime Moreno Baron Director de Planeación Institucional de la Armada Nacional y tutor temático de este trabajo, quien con sus conocimientos y apropiada orientación nos ubicó en el rumbo trazado para llegar a buen puerto y logro que el enfoque fuera atractivo en la consecución de los resultados del mismo.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es plantear la necesidad a nivel de Fuerzas Militares, de efectuar una estandarización de los sistemas de comunicaciones y lograr establecer que la mejor opción es adoptar un sistema táctico de enlace de datos, que abarque la totalidad de las necesidades administrativas y operacionales, dándole flexibilidad, confiabilidad y seguridad a las redes de comunicaciones.

Durante el desarrollo del primer y segundo capítulos se trataran la justificación y el planteamiento del problema, donde mediante un análisis de la situación actual de las redes de comunicaciones y un estudio de los sistemas de enlaces de datos, donde se observa que cada una de la Fuerzas realiza un esfuerzo independiente para modernizar sus sistemas de comunicaciones, acuerdo a las necesidades actuales, pero con interoperabilidad entre las Fuerzas limitado, ya que, por ejemplo la red del Ejército está basada en equipos Tadiran, la red de la Armada se proyecta con equipos Harris y la red de la Fuerza aérea para comunicaciones Aire tierra está montada sobre Tadiran, por lo anterior, se observa que hace falta más integración, con el objetivo de proyectar operaciones conjuntas donde el factor comunicaciones sea una fortaleza y no que al momento se busquen los medios para poder operar, es aquí donde se ponen a la luz las características y cualidades de un sistema de enlace de datos, dando como resultado una síntesis donde se explica las causas para una estandarización necesaria de las comunicaciones Militares y que la mejor opción son los sistemas tácticos de enlaces de datos que pueden brindar todas las soluciones en cuanto a transmisión de datos, video y voz por un solo sistema común a todas las Fuerzas.

Durante el desarrollo del Tercer Capítulo se describirán los sistemas actuales de enlaces de datos y sus ventajas frente a los sistemas en uso en las Fuerzas Militares.

En el Cuarto Capítulo, partiendo del conocimiento de las características y ventajas de los sistemas de enlace de datos, frente a los sistemas de comunicaciones utilizados en la Fuerzas Militares, se pretende establecer, que el uso de los sistemas de enlace de datos, tanto en el área administrativa como operacional, contribuye a mejorar sustancialmente las características de cubrimiento, flexibilidad y seguridad. Adicionalmente, el factor presupuesto estará a favor, ya que se trataría del mantenimiento de un solo sistema y no de varios, además, se analizará cuáles son los ambientes y las áreas de operaciones donde el sistema de enlace de datos puede ofrecer mejores resultados.

En el desarrollo del Quinto Capítulo se abordará y analizará la experiencia de México, en relación a la integración de las comunicaciones navales, con el fin de modernizar y optimizar su sistema de comunicaciones aprovechando todos los medios disponibles a su alcance.

En el Capítulo Sexto, acuerdo a la información precedente se recomendará un protocolo de implementación de un sistema de enlace de datos con el fin de lograr una optimización de las operaciones a nivel Fuerzas Militares.

1. JUSTIFICACIÓN

El Sistema actual de comunicaciones en las Fuerzas Militares está constituido por una serie de estaciones y repetidoras para frecuencias HF, VHF, UHF, Microondas y Satelital. La mayoría de los equipos actuales son de tecnología digital y algunos todavía son análogos, la red está limitada en su cobertura por factores fisiográficos y técnicos. Lo anterior hace que en ocasiones las comunicaciones sean inestables o existan períodos sin comunicación entre las bases y/o entre bases y la patrulla, la cual se encuentra en el área de operaciones.

Actualmente en las Fuerzas Militares existen equipos de comunicaciones, algunos ya con bastantes años de servicio y una gran parte ya modernizados. El cambio de los equipos de comunicaciones ha obedecido a la necesidad de contar con medios ágiles y seguros de cada Fuerza, no se ha tenido en cuenta la estandarización e interoperabilidad entre las Fuerzas, por lo tanto existen equipos que no son compatibles entre las mismas. Por lo anterior, las operaciones conjuntas necesitan un gran esfuerzo y coordinación para que cuenten con comunicaciones adecuadas y compatibles.

El presente trabajo pretende mostrar la importancia de la estandarización e interoperabilidad entre Fuerzas, por medio de los sistemas de enlaces de datos, que solucionan las necesidades de agilidad, flexibilidad y seguridad que las comunicaciones Militares necesitan, adicionalmente, mostrar que se puede brindar la cobertura necesaria a nivel nacional.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El éxito de toda operación aparte del planeamiento y la información de inteligencia, radica en las comunicaciones, ya que solo a través de estas es posible la transmisión de órdenes, verificación de avance y correcciones de última hora. Adicionalmente, para el Comando General es muy importante contar con la información del panorama táctico del área de operaciones. El sistema de enlace de datos provee los medios al comandante para recibir y transmitir información antes, durante y después de las operaciones, por lo tanto mejora la eficiencia, eficacia y seguridad de las comunicaciones, además de modernizar los sistemas actuales.

Un ejemplo de implementación de un sistema de enlace de datos, se puede observar en Europa, para el control del tráfico aéreo comercial.

“Los canales de comunicación tradicionales se congestionaron, trajo como consecuencia el peligro de un accidente aéreo. La adopción del sistema de enlace de datos en el sistema de control aéreo de Europa, consistió en el cambio de equipos para comunicación digitales y sus antenas, tanto en tierra como en cada aeronave, de tal forma que una vez integrados, estos permiten en forma automática la transmisión de datos como velocidad, altura, estado de la aeronave, etc. y voz, el sistema en tierra controla esos parámetros de forma automática, por lo tanto el personal maneja menos datos, dedicándose a verificar y controlar de mejor forma el tráfico aéreo”¹.

¹ UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA. Comunicaciones aeronáuticas aire-tierra y aire-aire.[Sitio en Internet], Dirección de consulta: http://www.icao.int/icao/en/anb/meetings/anconf11/documentation/ANConf11_wp166_en.pdf, fecha de acceso 12 de mayo de 2007.

De lo anterior, se puede deducir que la carga de trabajo para el controlador aéreo disminuye y puede dedicar más tiempo al control de más aeronaves de forma eficiente. La aplicación en la parte operativa y de control de las Fuerzas Militares, estaría orientada a ofrecer agilidad, seguridad y eficiencia en las comunicaciones entre sus diferentes unidades, brindando información oportuna y segura tanto en la parte administrativa como en la parte operacional, integrando a las tres Fuerzas. Adicionalmente, este sistema ofrece grandes ventajas de integración y control, como se aprecia en ámbitos comerciales de tráfico marítima y aéreo, así:

“los beneficios de sistemas concebidos de esa forma ya son usados en regiones de control oceánico, donde las comunicaciones tierra – aire, por medio de recursos convencionales, son perjudicadas por las limitaciones del alcance de esas estaciones. En un futuro, esta solución promoverá una verdadera revolución en la capacidad de comunicación entre aeronaves y controladores en tierra, no solo para el control de la navegación, como principalmente entre las empresas aéreas y sus equipos en vuelo, incluyendo el contacto con la tripulación”².

Las necesidades actuales en cuanto al manejo de la información durante el desarrollo de operaciones o durante las actividades administrativas entre las distintas unidades de las Fuerzas Militares, exigen que las comunicaciones permitan el tráfico de datos, voz y video de forma oportuna, rápida, confiable y que se adapten al actual teatro de operaciones. Por lo tanto, se puede afirmar que:

“Las comunicaciones Militares han sido a través de la historia el elemento esencial del mando, coordinación y desarrollo de las operaciones Militares que se han constituido en el fundamento de las grandes victorias, al igual han permitido que los conflictos modernos se decidan por el empleo adecuado de los medios electrónicos, los cuales facilitan anticiparse a las intenciones y acciones del adversario”³.

2 ATECH. T. CPDLC-DATALINK DE COMUNICACIONES PILOTO-CONTROLADOR [Sitio en Internet], disponible en: http://www.atech.br/_new/es/negocios/productos.php?id=47. Fecha de acceso 24 de enero de 2007.

3 Reseña histórica Escuela de Comunicaciones [Sitio en Internet], disponible en: <http://www.ejercito.mil.co/index.php?idcategoria=93>, Fecha de acceso 16 de febrero de 2007

De la misma forma, “la información oportuna facilita prevenir ataques, salvar vidas de civiles y Militares por igual y responder de manera contundente al fuego del enemigo, guiando a nuestros hombres sobre coordenadas seguras en el cumplimiento de su deber”⁴.

Un análisis actual a las “redes de comunicaciones operativas de las Fuerzas Militares”⁵, muestra que son incompatibles, debido a que las adquisiciones de los equipos se hace de forma interna en cada fuerza, sin tener en cuenta la estandarización e interoperabilidad, lo que ocasiona que los equipos adquiridos cuenten con diferentes protocolos de comunicaciones, sobre todo entre las diferentes Fuerzas y que no están estandarizadas, por lo tanto, generan grandes problemas de operabilidad entre las mismas. No se ha desarrollado y estandarizado una única norma o protocolo de transmisión de voz y datos que soporte las redes operativas y hacer que la comunicación sea eficiente con los niveles de seguridad adecuados.

Las Fuerzas Militares ejecutan una gran diversidad de operaciones que requieren de una red táctica operativa adecuada, entendiendo como adecuada un sistema flexible, ágil y seguro, por lo tanto el protocolo que se adopte debe tener servicios para cada una de las necesidades que se presenten en las diferentes operaciones y para las necesidades de cada Fuerza.

Durante los enlaces físicos de comunicaciones y en estas redes tácticas especialmente, se presentan problemas que se transforman en retos tecnológicos, como la capacidad de dar cubrimiento bajo diversas condiciones geográficas y climatológicas, a toda la red, y garantizar una eficiente transferencia de datos

⁴ Apoyo decisivo para vencer al terrorismo [Sitio en Internet], disponible en: <http://www.armada.mil.co/index.php?idcategoria=55366>, Fecha de acceso 16 de febrero de 2007

⁵ AMEZQUITA, José Joaquín, Director de Telemática, Armada Nacional.

entre redes inalámbricas y alámbricas. Además, este tipo de comunicaciones necesita de seguridad estratificada por niveles, siendo esto un factor crítico en la red.

Un problema en cualquier red es que la información transmitida por un extremo del enlace sea entendible en el otro extremo. La forma en cómo se desplieguen los datos es un problema que debe ser solucionado para que la comunicación sea clara, precisa y concisa, en la actualidad el despliegue de los datos en los centros de operaciones y centro de comunicaciones, es manual en tableros que son difíciles de entender y no permiten llegar rápidamente a un dato específico, así mismo no facilita el proceso de análisis.

En la conducción de las operaciones Militares se hace necesario ayudas para una eficiente y acertada toma de decisiones. Para lo cual, después de tener un óptimo despliegue de la información y su consecuente análisis se debe implementar un mecanismo de ayuda a la toma de decisiones que cruce y correlacione datos, se consulten características técnicas, operacionales, logísticas de un panorama táctico. Luego de esto se facilita la deducción de los cursos de acción, la comparación y posterior ejecución, herramientas de medida de riesgo, establecer probabilidades y asignárselas a los eventos, herramientas de simulación para verificar consecuencias de los cursos de acción, teoría de juegos para encontrar estrategias adecuadas, etc. Todo esto para facilitar a los comandantes operativos sus decisiones.

2.1 Formulación del problema:

¿Cómo emplear el sistema de enlace de datos para mejorar el control operacional en las Fuerzas Militares?

2.2 Objetivo general:

Determinar la importancia del uso de un sistema de enlace de datos dentro del control operacional en las Fuerzas Militares.

2.3 Objetivos específicos:

1. Analizar los sistemas de enlace de datos en cuanto a características técnicas, y físicas.
2. Determinar las áreas de operaciones donde el sistema de enlace de datos puede ofrecer mejores resultados.
3. Recomendar a las Fuerzas Militares un protocolo para implementar un sistema de enlace de datos y sus diferentes aplicaciones dentro del ámbito operacional.

3. LOS SISTEMAS DE ENLACE DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS

Actualmente los sistemas de enlace de datos son básicamente tres, estos son el Link 11, este sistema es half-duplex (transmite o recibe)⁶, puede ser usado en unidades de aire, tierra y navales, usa las frecuencias HF o UHF, para UHF se maneja el concepto línea de vista, la información enviada está en formato digital. El Link 16 mejora el concepto Link 11, es de uso Militar, para intercambio de información entre plataformas de tierra, mar y aire en tiempo real, se define como un sistema de servicio digital multifuncional de información, es seguro y rápido, la información es codificada.

“El Link 22 se desarrolló en la década de los 90 para reemplazar al Link 11 y con interoperabilidad con el Link 16”⁷, la transmisión se realiza con protocolo TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo)⁸, se transmite sobre frecuencias HF y UHF, en UHF es necesario la transmisión en línea de vista y HF se usa para grandes distancias hasta 300 millas náuticas⁹. Actualmente, se usan los sistemas Link 16 y Link 22 (en proceso de estandarización), estos sistemas logran la interoperabilidad de las diferentes unidades y plataformas que lo utilizan en tiempo real o cercano al real, en forma rápida, segura y confiable.

Un sistema de enlace de datos “permite combinar información en tiempo real de la red de información, identificación y posicionamiento, vigilancia de superficie,

⁶ ROHDE & SCHWARZ, Novedades Militares. Munchen: R&S, 2002, Edición única, p. 28.

⁷ NORTHROP GRUMMAN, Tactical Data Link 22, www.ms.northropgrumman.com/images/NILE-Web.pdf, pagina 1.

⁸ UNIVERSIDAD DE WASHINGTON, Link 16, [Sitio en Internet], disponible en la siguiente dirección electrónica, students.washington.edu/djm4/2003/12/Link16.ppt, fecha de acceso 12 febrero de 2007

⁹ DESA, SISTEMAS ELECTRÓNICOS. Documento PDF, Pagina 101.[Sitio en Internet], disponible en: http://www.defensa.cl/industria/5_empresas_privadas/5electronica.pdf. Acceso el 12 de febrero de 2007.

vigilancia aérea, vigilancia submarina, datos de guerra electrónica, inteligencia, control de misión, control y coordinación de armas e información de control”¹⁰. Toda la información relacionada anteriormente está disponible para el Comandante del teatro de operaciones en un solo lugar y un solo dispositivo, disponiendo de amplia información para la toma de decisiones de nivel estratégico y táctico y cada nivel de mando tiene la información que necesita en forma oportuna y segura.

Específicamente, los sistemas de enlace de datos permiten disponer de la información operacional en tiempo real, varias unidades pueden estar conectadas en red y comunicarse, al mismo tiempo, por medio del protocolo TDMA. Las comunicaciones son seguras al utilizar transmisión por medio del método de frecuencia ágil o por el principio del espectro ensanchado por secuencia directa, se puede integrar los dos procedimientos nombrados, un método adicional es la encriptación de datos, de esta forma se protege la información contra medidas electrónicas o interceptación.

Adicionalmente, tiene la ventaja de que en caso de transmisiones con señal débil y que se presenten errores en los datos estos pueden ser reparados mediante codificación o transmisión múltiple. De lo anterior, se deduce que las ventajas técnicas facilitan el uso de los sistemas de enlace de datos y lo hace adecuado para las Fuerzas Militares de Colombia en cualquier medio, permitiendo la toma de decisiones en forma oportuna y acorde a la situación operacional que se presente.

¹⁰ **LOCKHEED MARTIN**, Tactical Data Link Training - Course Dates. [Sitio en Internet], disponible en la siguiente dirección electrónica: http://www.lm-isgs.co.uk/defence/training/tdl_training/schedule.htm, fecha de acceso 14 de febrero de 2007.

3.1 Requerimientos

La implementación de un sistema de enlace de datos para las Fuerzas Militares de Colombia, con el objetivo de lograr una compatibilidad en cuanto a comunicaciones en cualquier teatro de operaciones, trae consigo una serie de tareas que deben ser cumplidas para que su adopción sea rápida y eficiente. Estas tareas son las siguientes: “Requerimientos físicos, como instalaciones, antenas y las diferentes conexiones (terrestres, navales y aéreas); técnicos, como lo son los equipos necesarios y personal, debidamente preparado para operar y ejecutar su mantenimiento”¹¹, de esta forma se garantiza una alta eficiencia y eficacia en las comunicaciones, unido a una no dependencia técnica para el mantenimiento.

3.1.1. Requerimientos físicos y técnicos

Los requerimientos físicos, son básicamente las instalaciones referente a la infraestructura necesaria a nivel terrestre, naval y aérea. La infraestructura actual es adecuada, pero requiere complementarse, haciendo necesario determinar la ubicación de nuevas instalaciones repetidoras y una estación satelital de tierra, necesaria para poder enlazar zonas geográficamente alejadas como lo son Leticia y San Andrés y Providencia.

En cuanto a la parte técnica es necesario determinar qué parte de la infraestructura actual es adecuada para un sistema de enlace de datos y qué equipos son necesarios para completar toda la red.

¹¹ ROHDE & SCHWARZ, Novedades Militares. Munchen: R&S, 2002, edición única, p. 28.

3.1.2 Requerimientos de personal

Teniendo en cuenta que los equipos son de fabricación extranjera, es necesario que durante la etapa de contratación se incluya una completa fase de instrucción en operación y mantenimiento de nivel 4 para garantizar su funcionamiento y mantenimiento por personal orgánico de las Fuerzas Militares, después del periodo de garantía ofrecido por el proveedor de los sistemas.

3.2. Optimización operacional

La teoría de las comunicaciones en operaciones Militares establece principios que son prácticamente válidos en todos los escenarios y a lo largo del tiempo, “la tarea consiste en articular los medios técnicos y doctrinarios necesarios para que en cada situación respondan a las necesidades operacionales que exige el momento histórico”¹², por lo tanto, la adopción de los sistemas de enlace de datos a nivel Fuerzas Militares es una oportunidad que permitirá resolver los distintos problemas de las comunicaciones tácticas y estratégicas, la tarea a resolver es la implantación de la plataforma tecnológica y el desarrollo de la doctrina de operación del sistema adoptado, al final permitirá una modernización del sistema de comunicaciones actual, dando la capacidad de obtener información completa, oportuna y segura, mediante un solo sistema que gestionara las comunicaciones de voz, datos y video.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede establecer que las comunicaciones dotadas de un sistema de enlace de datos permiten la interacción del Comandante con sus unidades y con información del área de operaciones en tiempo real, de tal forma que las decisiones son tomadas en forma más clara y

¹² ARMADA NACIONAL, Manual de comunicaciones de la Armada Nacional. Introducción, pagina 4

precisa. Permitiendo la comunicación simultánea de varias unidades con transmisión de datos, voz y video. Superando a un sistema de comunicaciones convencional que debe tener un canal para cada usuario y para cada tipo de información, por lo tanto, es menos eficiente y eficaz.

Por lo anterior, se puede deducir desde el punto de vista técnico, que un sistema de enlace de datos simplifica y hace más eficiente el uso de los diversos canales de comunicación.

Los sistemas actuales en las Fuerzas Militares son medios convencionales, con digitalización de la información y seguridad de voz pero estos sistemas no permiten que en un solo canal interactúen varios usuarios y mucho menos la transmisión de datos y video, la transmisión de datos se maneja en sistemas diferentes. Las características de transmisión de voz, datos y video, unido al uso de un solo canal por varios usuarios, es de gran importancia en la conducción de operaciones.

Con el sistema de enlace de datos que se propone y de acuerdo a la descripción realizada, se busca un impacto en la optimización en el empleo adecuado de la tecnología durante el desarrollo de operaciones, debido a que requiere modificaciones a la organización, procedimientos, seguridad y cobertura de la información de una red operativa, con capacidades de multimedia que permite a sus usuarios obtener voz, imágenes y datos en general en tiempo real de las unidades que estén operando dentro del rango de cobertura. También se obtienen herramientas de comunicaciones y de despliegue automatizadas, asimismo herramientas de análisis operacional integradas en el sistema para el soporte de las decisiones.

4. DETERMINAR LAS ÁREAS FISIOGRAFICAS DE OPERACIONES DONDE EL SISTEMA DE ENLACE DE DATOS PUEDE OFRECER MEJORES RESULTADOS

Dentro de las diversas operaciones que se realizan en las Fuerzas Militares y las diferentes áreas geográficas, el sistema de enlace de datos tiene un funcionamiento óptimo dentro de las operaciones aéreas, navales y aeronavales, pero en el escenario terrestre este tipo de sistema está limitado, sobre todo por las dificultades que presenta el entorno geográfico, que está conformado por diferentes pisos térmicos y donde se presenta un terreno muy quebrado, montañoso y selvático.

Sin embargo, la situación o problema que presenta la selva y la topografía montañosas se puede resolver con medios técnicos adecuados, los cuales pueden ser equipos de enlace aéreos, repetidoras y conexión satelital.

Como primer paso para determinar las áreas de aplicación, se analizará la aplicabilidad de este tipo de sistemas en nuestro entorno.

4.1. APLICABILIDAD DE UN SISTEMA DE ENLACE DE DATOS

El sistema propuesto permite el intercambio de datos con un nivel de procesamiento mayor al permitido por un radio operador, de esta forma la información queda disponible para todas las unidades y comandantes involucrados en el proceso de toma de decisiones. Para que todas las unidades de una fuerza y/o entre las Fuerzas, se apoyen mutuamente, un número determinado de sistemas de enlace de datos deben ser implementados.

Un conjunto de datos, mensajes e imágenes son utilizados para el intercambio de datos digitales entre los terminales asociados con el sistema. Los datos y

mensajes son procesados por el terminal receptor y convertidos en información e imágenes visualizadas en un monitor, esto para usos específicos del operador y usuario, que para el presente caso se apoyaría de la siguiente manera:

1. El intercambio de información y datos tácticos son básicos para identificar a las unidades involucradas.
2. El intercambio de datos de seguimiento es útil para que las informaciones de todos los contactos de unidades navales, aéreas y terrestres que están en el alcance de detección del sistema estén disponibles para todos los participantes.
3. La información de Guerra Electrónica, es vital para que la fuente de interferencia pueda ser localizada e identificada y otros datos suministrados por procedimientos de guerra electrónica puedan ser compartidos.
4. El intercambio de Información de comando y control, es necesario para coordinar los esfuerzos durante el desarrollo de las diferentes operaciones de combate, donde los comandantes tácticos puedan tener informaciones detalladas de las Fuerzas a su disposición.
5. Es necesario el intercambio de Información de las misiones específicas de cada unidad con unidades amigas sobre la disponibilidad de armamento y sistemas de control terrestre, naval, fluvial y aéreo. Este flujo de información mantiene actualizadas a todas las unidades involucradas de los detalles de las misiones de combate en tiempo real.
6. El análisis de datos para controlar el gran número de información es vital para minimizar la interferencia mutua. Por ejemplo, contactos de aeronaves y navíos no operativos, son borrados y se actualiza a todos los sistemas y otro ejemplo es la localización de las unidades propias y evitar enfrentamientos entre las misma.

El intercambio de información operacional y administrativa permite una coordinación continua y armónica entre las diferentes unidades en el campo de combate. Esto minimiza la interferencia mutua y aumenta significativamente la efectividad del sistema en operaciones conjuntas. La información disponible es empleada por varios Enlaces Digitales Tácticos (Tactical Digital Link - TADIL).

Las plataformas terrestres, navales, aéreas y centros de comando envueltos en diferentes operaciones, tienen que estar conectadas por un enlace de datos (Link) de comunicaciones robustas, seguras y con interoperabilidad, para intercambiar datos tácticos. Así mismo con las tecnologías de comunicaciones actuales, impartir órdenes en forma rápida es de vital importancia por el tamaño de las áreas de operaciones y distancias de los combates. Las guerras actuales están afectadas por estas variables. La velocidad de los combates y debido a que las decisiones deben ser tomadas en segundos y a veces en fracciones de segundo, representa para los sistemas de comando y control un desafío para determinar quién está del otro lado y poder dar la información necesaria a los escalones de comando para tomar decisiones oportunas de la forma más rápida posible, por lo tanto, este tema pasa a ser un objetivo primordial.

Por otro lado, la distancia hasta el escalón de comando necesario y áreas de atención son grandes, demandando la necesidad de una gran red de comunicación y una visión de la situación actual para que el comandante pueda actuar. Una interferencia o retraso en esta comunicación reducirá la capacidad de alcanzar el objetivo. Las operaciones navales, aéreas y terrestres, tanto ofensivas como defensivas, dependen de datos tácticos. Esta información tiene que ser recolectada, diseminada, procesada y distribuida, para construir un escenario táctico común.

Los sistemas de enlace de datos tácticos se usan para aumentar la interoperabilidad, mejorar la conciencia de la situación y obtener superioridad de información. Los conceptos de guerra de información, superioridad de información, conciencia del campo de batalla, se están tornando de uso común, gracias al uso del sistema de enlace de datos y en nuestro caso es de gran importancia.

El efecto de pasar gran cantidad de datos entre muchos participantes conlleva al aumento de la "conciencia de la situación". Entendiéndose como conciencia de la situación, la capacidad que permite que un comandante vea primero y comprenda primero el campo de batalla de forma que su unidad pueda actuar primero y decisivamente. Esta capacidad necesita estar disponible para cada comandante en el campo de batalla para tomar decisiones tácticas y estratégicas. Los comandantes toman la información para aumentar la supervivencia y obtener el éxito. Los participantes de la red aumentan la conciencia de la situación al intercambiar datos en un enlace común, de forma actualizada y en tiempo real, disminuyendo el error entre unidades amigas o pérdida de blancos.

La superioridad de información permite acelerar las decisiones y el proceso de ejecución. Con el sistema de enlace de datos la información es procesada digitalmente y presentada en forma gráfica en pantalla. La información mostrada evita la ambigüedad, todos tienen la misma información y disminuye la carga de trabajo. El comandante ve el campo de batalla electrónico en vez de construir un cuadro de la situación mentalmente con la información disponible en varios sensores o sistemas.

El sistema de enlace de datos se integra a la unidad y no visto solamente como un equipo independiente. En combates de largo alcance, donde la información y conocimiento situacional son elementos clave, un enlace de datos ofrece al usuario la información necesaria para conocer la situación actual, dando acceso a

sensores externos y funcionando como un sensor externo para otras plataformas. En una formación todos saben donde están los otros y que están haciendo con una simple mirada a la representación electrónica de los datos. Donde se hace valida la expresión de que el comandante no queda reducido a los límites del propio radar y transmisor de radio. Adicionalmente, con un enlace de datos protegido contra interferencia para intercambiar información de sensores entre las unidades, la información necesaria como los cuadros tácticos, situación terrestre y datos de guerra electrónica son desarrolladas en un solo sistema de forma segura.

Durante una maniobra de guerra, el comandante tiene una visión general de toda la situación en torno de su unidad al recibir en su panel de control una valiosa información sobre los demás participantes del escenario: identificación, localización, clasificación (si es una unidad de transporte regular o Militar, si es amigo o enemigo, etc.), velocidad, rumbo, altitud, localización de sus objetivos o blancos, intercambio de datos de radar, identificación de contactos, instrucción de designación de blancos y otras.

Cuando se tiene la información anterior, la próxima etapa, será el apoyo para la decisión, pero el comandante aún es el mejor tomador de decisiones. Un algoritmo (programa de computador), dará opciones al comandante para realizar tareas como acciones evasivas, ataque, etc. El computador podrá escoger modos del radar, armas y distribuir blancos. El comandante podrá sólo confirmar o vetar la operación o escoger cuál es la táctica más adecuada. Inclusive se podrá controlar aeronaves no tripuladas a distancia con un enlace de datos.

Un ejemplo del alcance de un sistema de enlace de datos, se presenta durante un combate aéreo, donde la detección visual es hecha a 5-9 kms, con el radar de la aeronave se hace en un rango de 50 a 100 kms, con datos enviados de fuentes externas, el alcance puede llegar a varios centenares de kilómetros. Por lo tanto,

es útil para usos defensivos, el enlace de datos mejora el apoyo mutuo, aumenta la supervivencia, auxilia operaciones encubiertas. Este sistema puede pasar información necesaria de forma oportuna para planear la defensa contra medios aéreos, terrestres y electrónicos.

Los sistemas de Comando y Control, involucran acciones desde simples órdenes verbales y la observación directa de la actividad hasta las más diversas y remotas operaciones donde el procesamiento de la información y los datos influyen en las operaciones lejanas. Estos sistemas están abordando situaciones desde la compleja hasta la más simple, que pueden ocurrir al mismo tiempo por lo cual un sistema de enlace de datos debe estar en la capacidad de soportar toda esta información. Los problemas de más controversia son:

- a. **Evaluación.** El computador digital es capaz de procesar un gran volumen de datos y realizar un notable número de evaluaciones. Pero puede ocurrir, que la tendencia del usuario de colocar poca importancia sobre los resultados sea una característica incierta e imprevisible, envolviendo evaluaciones subjetivas considerables.
- b. **Orientación.** Ha sido una tendencia para emplear tecnología simplemente por estar disponible, no por ser necesaria. Los comandantes a veces encaran los sistemas como innecesarios para sus necesidades. En la mayoría de los casos la tendencia es de ajustar el sistema actual con gastos de recursos y con restricciones en la eficiencia. El énfasis en el proyecto del sistema de enlace de datos debe favorecer al comandante y no la tecnología empleada.
- c. **Costo.** El hardware y equipos de apoyo y los procesos son caros. La economía de medios Militares siempre serán un factor clave en la decisión de cual sistema será empleado.

- d. Toma de decisiones.** Con el fin de expandir la capacidad de procesamiento de información y hacerlo más flexible, mucha información innecesaria es suministrada frecuentemente, y esta cantidad de información puede crear indecisión, lo mismo pasa cuando hay disponible poca información. El sistema de enlace de datos debe ser estructurado y operado para disminuir las variables nombradas y definir alternativas para el comandante, mientras evita una superabundancia de información o su deficiencia en el nivel de toma de decisiones. Otra preocupación es la saturación de los canales de comunicación. Un gran volumen de información sobrecarga la capacidad del sistema.
- e. Disciplina.** Cuando un comandante de alto rango interfiere en las decisiones del comandante en el área de operaciones, se puede presentar la pérdida de autoridad del comandante operativo, adicionalmente, si varios comandantes interactúan al mismo tiempo puede ocurrir confusión en la toma de decisiones. Por lo tanto el comandante con la información más pertinente debe tener preferencia. Evaluaciones múltiples pueden suministrar resultados consistentemente mejores que la evaluación de un único comandante. Los comandantes de alto rango deben saber lo que sus comandantes en el área de operaciones están pensando, para evaluar el momento de actuar, cuestionar y dar órdenes.
- f. Capacidad de supervivencia.** Además del nivel directo de comando y control, las comunicaciones tienen un papel clave en mantener la integridad del Sistema de Comando y Control. Esta consideración puede influir significativamente sobre el empleo táctico de las Fuerzas en el área de operaciones y su propia supervivencia.

De acuerdo a lo tratado anteriormente, se puede concluir que las áreas donde un sistema con enlace de datos es útil y altamente eficiente, es todo lo relacionado con operaciones y sus respectivas áreas, donde el intercambio de información en forma oportuna es vital para el éxito de la operación, así mismo, evitar interferencias propias y tener una capacidad de supervivencia mayor, tanto propia como del sistema, todo unido al concepto de comando y control, donde el alto mando pueda tener la información en tiempo real e interactuar con las diferentes unidades, proporcionando análisis y decisiones que aseguren el éxito en toda operación.

También salir adelante ante una emergencia presentada, o la combinación de las dos, se trata de un manejo integral de las comunicaciones desde el punto de vista de la eficiencia y efectividad, tanto en lo táctico como en lo estratégico. Por lo tanto, con un sistema de enlace de datos a nivel Fuerzas Militares, se resolverían las siguientes dificultades:

1. La necesidad de información y decisiones de nivel operativo para cada una de las operaciones que se realizan o pueda realizar.
2. Problemas de comunicación, debido a factores geográficos y climatológicos.
3. Poder otorgar seguridad por niveles tanto administrativa como operacional.
4. Hacer que la información sea entendible por los extremos de los sistemas de comunicaciones y eficientemente desplegada para su análisis.
5. Aplicar correctamente las herramientas necesarias para una adecuada toma de decisiones.

La implementación de un sistema de enlace de datos conjunto, requiere un estudio de estado mayor, acuerdo a las necesidades actuales y las limitaciones fiscales existentes, por el momento se puede definir una estructura general de un sistema de enlace de datos. Así:

“ Los equipos que componen el sistema de enlace de datos, son los siguientes:

1. Equipos de transmisión, recepción y transceptores de HF, VHFy UHF.
2. Estaciones de VHF y UHF de Alcance Extendido.
3. Torres de control y estaciones de control en tierra.
4. Equipos de conmutación de comunicaciones.
5. Central automática AFTN (Red aeronáutica).
6. Red de radio para enlaces terrestres de microondas.
7. Equipos para conexión a otras redes de comunicaciones.

Los equipos de comunicaciones están soportados por:

1. Terminales de radio, múltiplex de canales, sistemas de gestión, sistemas de supervisión y distribuidores de cableado.
2. Sistemas de alimentación y generación de electricidad.
3. Casetas para alojamiento de equipos.
4. Torres auto-soportadas y antenas.
5. Sistemas de tierra y protección ¹³.

Un sistema de enlace de datos se concibe para reducir el intenso tráfico de voz en las redes tácticas, así como la indiscreción electromagnética y por lo tanto se reduce la vulnerabilidad de las comunicaciones frente al enemigo.

¹³ ROHDE & SCHWARZ, Novedades Militares. Munchen: R&S, edición única 2002, p. 28.

4.2. AÉREAS DE APLICACIÓN O IMPLEMENTACIÓN

Teniendo en cuenta que un sistema de enlace de datos es un procedimiento por medio del cual, se transmite y recibe Información en formato Binario entre dos o más puntos, este proceso incluye computadores y diferentes periféricos, pero la forma de transmisión sigue siendo por medio del espectro electromagnético en las frecuencias HF, VHF, UHF y Satelital, lo que realmente cambia, es el procedimiento al emplear las diferentes frecuencias y, de esta forma, hacer más eficaz el uso del espectro electromagnético disponible, logrando que por un solo canal puedan interactuar varios operadores y además de la transmisión de voz, se transmite video y datos en tiempo real.

Las diferentes comunicaciones electromagnéticas que se emplean actualmente, en su gran mayoría son medios digitales y de transmisión de datos, pero en forma no integrada. Como ejemplo es el sistema DTS en la Armada Nacional, pero este sistema solo se emplea para transmisión de mensajes e imágenes, actualmente en proceso de renovación por equipos con mejor ancho de banda, la Armada Nacional hasta el momento no ha utilizado los sistemas de enlace de datos. En las redes tácticas, se utiliza principalmente la transmisión de voz en formato digital con encriptación, donde para un intercambio de datos es necesario suspender los mensajes de voz o utilizar otro sistema para este objetivo. Lo anteriormente tratado se presenta a nivel Fuerzas Militares, donde cada Fuerza emplea equipos con diferentes protocolos de acuerdo al proveedor seleccionado.

El procedimiento descrito anteriormente, limita la cantidad de información a transmitir, no es posible transmitir video o un gran flujo de datos, como por ejemplo los aviones CASA CN-235 poseen un sistema denominado Plane Sight, el cual consiste en un sistema electrónico que permite el uso de ocho canales satelitales para poder transmitir video con un ancho de banda adecuado pero no el

mas eficiente, ni eficaz, ya que para la transmisión de video con calidad aceptable se habla de 150 Kb, además solo existen dos equipos y el receptor que esta en el centro de operaciones, el sistema no es flexible, no se utiliza como una herramienta de comando y control. Por lo anterior, se deduce que en las operaciones aeronavales con unidades de superficie y su interacción con sus bases en tierra, es uno de los escenarios donde un sistema de enlace de datos brindaria mejor utilidad, haciendo flexible las comunicaciones, permitiéndole al mando ejercer el control dinámico de las operaciones en desarrollo, al poseer una información detallada de cualquier panorama táctico.

Otro escenario son las operaciones aéreas y la interacción con las bases o tropa en tierra, actualmente la Fuerza Aérea posee un sistema de enlace de datos que funciona solo entre las aeronaves propias y el centro de operaciones de la Fuerza Aérea, este sistema no puede interactuar con las tropas en tierra, ni con Unidades Navales y de Infantería de Marina. Por lo tanto, con un sistema integrado y común a las Fuerzas donde las operaciones conjuntas aéreas, navales, fluviales y en tierra, puedan intercambiar información en cualquier formato, resulta fundamental para el éxito de las operaciones, al mismo tiempo, el contacto en tiempo real con el alto mando, le permite a este realizar las evaluaciones y enviar ordenes de forma rápida y oportuna, contribuyendo a una mejor toma de decisiones.

El escenario terrestre es tal vez, el terreno donde las dificultades para implementar un Sistema Táctico de enlace de datos se hace más difícil, pero como se dijo anteriormente en la página 14 del presente documento, existen los procedimientos y medios físicos para salvar los obstáculos sobre todo geográficos y climáticos que se presentan. En este escenario es donde la interoperabilidad y una adecuada comunicación entre las diferentes Fuerzas son de vital importancia para que las operaciones conjuntas se desarrollen con gran precisión y éxito, al poseer una

información detallada del panorama táctico de cada componente involucrado en la operación.

Por lo tanto, cuando el comandante en tierra tiene a su disposición la información necesaria del desarrollo de la operación y pueda enlazarse con sus unidades lejanas y obtener con facilidad información en formato voz, datos y video del área de operaciones y del enemigo, le permite dar las ordenes, corregir cualquier curso de acción que por la información obtenida necesite adecuar, pedir los apoyos necesarios a la Fuerza correspondiente, sea Aérea, naval o Fluvial y de esta forma lograr el éxito en la operación.

Otro escenario que a primera vista no necesitaría el sistema de enlace de datos es el administrativo, pero un análisis detallado revela que en las comunicaciones de carácter administrativo hay mucha información de gran importancia, como son los datos de personal, las necesidades de mantenimiento de los diferentes equipos, información de evacuaciones, las necesidades en cuanto a medicamentos, hasta en ocasiones y por el apremio de la situación datos de munición y armamento son tratados por este medio. Estos datos le pueden dar la ventaja al enemigo ya que en un momento determinado puede conocer la situación de personal, armamento y munición de una determinada Unidad, donde el enemigo puede concentrar su atención y propinarnos un revés. Un Sistema de Enlace de Datos a nivel Fuerzas Militares brindaría la rapidez y seguridad requerida en todo tipo de comunicaciones, negando la información al enemigo cualesquiera que este sea.

Los escenarios analizados anteriormente, demuestran que el tema de las comunicaciones es vital y se puede afirmar que:

“Las comunicaciones son estratégicas, se pretende avanzar un paso más allá. Proponemos que no hay que limitarse solo a integrar las diferentes técnicas

comunicacionales en los territorios restringidos de los productos y las marcas. Se puede establecer que las comunicaciones deben ser articuladas de manera inteligente a través de una gestión global, con la aplicación de una lógica eminentemente estratégica y llevándola a cabo desde el único territorio que posibilita esto, la alta dirección"¹⁴.

El anterior párrafo hace referencia a la importancia de las comunicaciones en el ámbito comercial, sin embargo, ese concepto es totalmente válido para las comunicaciones Militares, donde el tema de las comunicaciones debe ser articulado entre las Fuerzas, ofreciendo la seguridad y eficacia necesarias para cada situación. Donde el Alto Mando debe ser el articulador de todas las comunicaciones Militares y establecer las políticas necesarias para cada una de las Fuerzas, en el sentido de lograr una interoperabilidad, integración y estandarización.

14 SHEINSOHN, DANIEL, Artículo ¿QUE SIGNIFICA ESTRATEGIZAR LA COMUNICACIÓN? Página 1.

5. INTEGRACIÓN DE LAS COMUNICACIONES NAVALES A NIVEL ARMADA DE MÉXICO

“Las comunicaciones son el arma del mando”¹⁵. A continuación se describe la experiencia de la Secretaria de Marina-Armada de México en el ambiente de las comunicaciones, donde debido a la gran variedad de manufactura de los equipos de comunicaciones con que se contaba en los años noventas no permitían establecer una comunicaron coordinada y oportuna, adicionalmente, el enorme costo de mantenimiento.

La Secretaria de Marina-Armada de México en 1997 se autorizo un presupuesto inicial multianual para adquisición de equipo de comunicaciones¹⁶, por tal motivo, se definió la necesidad de sustituir equipos convencionales de comunicaciones en frecuencia de HF para las diversas estaciones de radio en el Cuartel General, Zonas Navales, Sectores Navales, Unidades de Superficie, Aeronavales, Vehículos de Infantería de Marina, el objetivo de adquirir nueva infraestructura de comunicaciones se derivó debido a la gran variedad de equipos comerciales convencionales analógicos con nula capacidad de encriptación con que se contaba en ese momento los cuales dificultaban el establecimiento de enlaces y carecían de seguridad en su transmisión, adicionalmente el enorme costo de mantenimiento por la gran cantidad de equipos de múltiples marcas y características de funcionamiento, lo cual es un factor logístico restrictivo para cualquier institución Militar.

¹⁵ MÉXICO, SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL. Lema Escuela de Transmisiones del Ejército Mexicano. México. SEDENA. .

¹⁶ MÉXICO, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Proyecto de Modernización de Comunicaciones Navales. México. SEMAR, 1997, p. 4

Con la adquisición de equipos de comunicaciones Marca Tadiran en frecuencia de HF con potencia de 1000, 400, 100 y 20 watts, se dotó a las unidades de la Secretaría de Marina de medios con características Militares que ofrecían enlaces seguros, rápidos y confiables¹⁷, entre las Unidades Tácticas, los Mandos Navales Territoriales y el Alto Mando, para ejercer el comando y control de las operaciones y la consecución de las misiones asignadas, además de estandarizar los equipos y facilitar la proyección logística en la adquisición de refacciones y mantenimiento.

Posteriormente, en 1999 se definió seguir adquiriendo equipos de comunicaciones Tadiran en la gama de frecuencia de VHF Táctico con potencia de 50, 20 y 5 watts, a fin de dotar a las unidades tácticas en el área de operaciones de medios de comunicaciones seguros y fiables a fin de mejorar los enlaces entre las diversas unidades de la Armada de México¹⁸, logrando la interoperatividad de las mismas y evitando la interceptación de las comunicaciones al contar estos equipos al igual que el HF con encriptado digital y salto de frecuencia, de tal forma que se hace escabroso la escucha no autorizada negando el uso del espectro electromagnético a personal de organizaciones al margen de la ley que traten de interceptar los enlaces de comunicaciones entre unidades de la Armada de México.

Subsiguientemente a la adquisición, instalación y puesta en marcha de esta infraestructura de comunicaciones se contrastó la necesidad de la integración de equipos tanto en la plataforma de tecnología digital, así como equipos alternos convencionales en frecuencias HF, VHF en banda marina y banda aérea, UHF, telefonía satelital en banda L y KU, red de telefonía pública alambica y celular, red

¹⁷ **ISRAEL**, Manual de Operación y Mantenimiento Equipos HF Tadiran, Proyecto de Modernización de Comunicaciones Navales. México. SEMAR, 1997, p. 12.

¹⁸ **MÉXICO**, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Proyecto de Modernización de Comunicaciones Navales. México. SEMAR, Contrato SCIA-31/2001, p. 6 (Reservado)

de datos LAN y WAN¹⁹. Por lo que se pondero la posibilidad de adquirir un sistema de enlace de datos LINK-11 o desarrollar en conjunto con la Compañía Tadiran y la Secretaria de Marina- Armada de México, un Sistema Integral de Comunicaciones que permitiera aprovechar la infraestructura ya existente buscando la integración de los diversos equipos de la institución, por lo que en el año 2001 se concertó la firma del contrato de adquisición y desarrollo de un Sistema denominado Sistema Integral de Comunicaciones Navales (SICN)²⁰.

Con el perfil de necesidades, se analizarón las ventajas y desventajas de un sistema de enlace de datos LINK-11 versus SICN, habiéndose concluido que para el sistema LINK-11 se requeriría adquirir toda la infraestructura completamente necesaria, mantenimiento a todo un sistema con obsolescencia tecnológica de 20 años, con protocolo cerrado de comunicación y no escalable, encriptación comercial y operación manual, algoritmos de corrección obsoletos, sistema punto a punto no multiusuario.

En tanto el SICN, se definió que se desarrollaría a nivel nacional con la infraestructura ya existente, con mantenimiento a un solo sistema, con tecnología moderna, con un protocolo de comunicación abierto y escalable, con encriptación propia de la Secretaria de Marina-Armada de México y operación automática, algoritmos de corrección robustos y actuales, sistema multiusuario y ruteo automático, integración del sistema C4I y participación de personal de la propia institución en el diseño de las interfases.²¹

¹⁹ **IBARRA**, Jaime Cap.de Corb.C.G, Subdirector de Soporte Técnico y Mantenimiento, Proyecto Sistema Integral de Comunicaciones Navales. En: Presentación Sistema Integral de Comunicaciones Navales, (30 agosto 2006: Bogotá).

²⁰ **MÉXICO**, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Proyecto de Modernización de Comunicaciones Navales. México. SEMAR, Contrato SCIA-30/2001, p. 5 (Reservado)

²¹ **MÉXICO**, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Dirección General Adjunta de Electrónica y Sistemas, Proyecto Sistema Integral de Comunicaciones Navales. En: Presentación LINK-11 vs SICN, (México 4 enero 2005).

Concatenando las características generales ya descritas, a partir del año 2001, la Secretaría de Marina-Armada de México, por conducto de la Dirección General de Investigación y Desarrollo, y la Dirección General Adjunta de Electrónica y Sistemas, dirige el proyecto del SICN, coordinando la administración y desarrollo del mismo con la Compañía Tadiran,

A continuación se describe en forma agrupada los componentes de las comunicaciones navales y del SICN (anexo A), los cuales en forma fundamental se consideran punto de partida del proceso de modernización de las comunicaciones navales²², con las siguientes características:

Cantidad de equipos Transreceptores adquiridos; 976 en banda HF con las siguientes características Técnicas²³:

Fonia clara (modo claro), con encriptado digital (modo seguro) y salto de frecuencia (antiperturbación), Radiotelegrafía digitalizada, Frecuencia duplex, Autocall, Llamada selectiva, Encipción digital, Salto de frecuencia digital, Transmisión de datos encriptados y Estándares Militares.

Cantidad de equipos Transreceptores adquiridos; 2047 en banda VHF TACTICO
Características Técnicas²⁴:

Fonia clara, con encriptado digital y salto de frecuencia, Frecuencia duplex, Autocall, Llamada selectiva, Encipción digital, Salto de frecuencia digital, Transmisión de datos encriptados, GPS integrado y Estándares Militares

Este proceso de modernización y adquisición de equipos fué el parteaguas para el desarrollo del proyecto del actual Sistema Integral de Comunicaciones Navales

²² **MÉXICO**, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Op.cit.,p. 20

²³ **ISRAEL**, Manual de Operación y Mantenimiento Equipos HF Tadiran Op.cit.,p. 21

²⁴ **ISRAEL**, Manual de Operación y Mantenimiento Equipos VHF Tadiran, Proyecto de Modernización de Comunicaciones Navales. México. SEMAR, 1997, p. 12

SICN el cual consistió en un sistema de acuerdo a la doctrina operacional de la Secretaria de Marina, por lo que conjuntamente con la Compañía "Tadiran" se efectuó el diseño preliminar (PDR) y diseño crítico (CDR) del sistema así como el análisis y diseño de la base de datos²⁵.

5.1 Desarrollo del Proyecto SICN.

Para el arranque del proyecto se definió la necesidad de la segmentación de la red informática institucional²⁶ y al mismo tiempo se modernizó instalando ruteadores alcatel 512 y 5024, cableado de fibra óptica en redes LAN y WAN y se instalaron modems de alta velocidad y vocoder a los radios Tadiran de HF y VHF adquiridos previamente con el programa de modernización de las comunicaciones navales.

Posteriormente se determinó la continuidad del proyecto del SICN llevándose en forma general en dos fases las cuales son las siguientes; una fase piloto en Regiones y Fuerzas Navales y la fase de instalación en serie en Zonas, Sectores, Subsectores, Apostaderos Navales, Bases Aeronavales, Estaciones Aeronaval, Unidades de Superficie, Aeronavales, Vehiculares Terrestres y Brigadas Navales, quedando el sistema SICN operativo y funcionando en estos sitios y unidades desde el año 2005²⁷. (Anexo B).

Explicado lo anterior, se describirá operacionalmente que es el SICN; Es un sistema que integra las redes de comunicación de la Secretaría de Marina-Armada

²⁵ MÉXICO, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Op.cit.,p. 22

²⁶ MÉXICO, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Dirección General Adjunta de Electrónica y Sistemas, En: Presentación DIGADESIS (México 8 junio 2006).

²⁷ MÉXICO, SECRETARIA DE MARINA-ARMADA DE MÉXICO. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Dirección General Adjunta de Electrónica y Sistemas, En: Presentación DIGADESIS (México 11 septiembre 2005).

de México²⁸ para la transmisión y recepción de comunicaciones de voz, datos e imágenes siendo éstas las siguientes:

- HF Tadiran red alto mando, red regional, red local
- VHF Tadiran red táctica
- UHF red de superficie
- redes alternas (HF convencional, VHF banda marina, VHF banda aérea)
- redes satelital banda Ku, banda L
- redes de telefonía sm, pbx alcatel y nortel
- redes de datos (LAN y WAN)
- red de telefonía pública (alambica y celular)

Con una descripción general de los componentes básicos que integran el Sistema SICN, se relacionan a continuación los dispositivos necesarios para operar y controlar la transmisión y recepción de la información, a través del software desarrollado por la Compañía Tadiran y el hardware comercial necesario y el propio diseñado por la citada Compañía.

Computador designado Terminal de Comando de Comunicaciones (CCT), consistente en; CPU configuración CCT, Software para CCT, Tarjeta red conexión a la red LAN y WAN, puertos USB para conexión al VRG, tarjeta IVR de conexión al PBX, 4 puertos com conexión a los radios.

Computador designado Terminal de Acceso a la Red (NAT), consistente en; CPU configuración NAT, Software para NAT, tarjeta de red conexión a la red LAN y WAN.

²⁸ **IBARRA**, Jaime Cap.de Corb.C.G, Subdirector de Soporte Técnico y Mantenimiento, Proyecto Sistema Integral de Comunicaciones Navales. Op.cit.,p. 22

Computador de campaña para ser empleado en aeronaves de ala fija y móvil y vehículos terrestres de Infantería de Marina, Modelo Tacter-31 con el software respectivo del Sistema.

Interfase denominada Puente de Acceso a la Radio (VRG) con capacidad de seis tarjetas electrónicas controladoras para integrar hasta doce radios por estación de comunicaciones.

Con la información precedente se identifico el objetivo específico del proyecto SICN, privilegiando las comunicaciones operativas siendo enunciado de la siguiente forma²⁹;

“Lograr la interoperatividad de las comunicaciones navales, consiguiendo comunicar a todas las unidades operativas con su mandos Táctico, Superior y Alto Mando e intercomunicar a las mismas para una mejor coordinación operativa entre diferentes plataformas, no importando el medio de comunicación disponible configurado dentro del sistema, con que se cuente”.

Se definió que era necesario para lograr la consecución del objetivo y durante las fases del proyecto, fue ineludible como preámbulo de evaluación, viabilidad y estimación de la capacidad propia, de tal forma que se siguieron en el desarrollo de la fase de implementación de la siguiente forma:

La capacitación del personal para manipular el Sistema SICN dadas sus características muy particularidades de flexibilidad y sencillez de operación, se efectuó al instalar los equipos propios del Sistema y relacionada está situación con

²⁹ **IBARRA**, Jaime Cap.de Corb.C.G, Subdirector de Soporte Técnico y Mantenimiento, Proyecto Sistema Integral de Comunicaciones Navales. Op.cit.,p. 22

la escasez de personal de radioperadores a fin de no afectar las operaciones propias de cada Unidad, por lo cual se determinó no establecer un programa previo de capacitación a la instalación del Sistema en cada sitio y posteriormente se mantiene la instrucción y adiestramiento necesario del personal de forma continua mediante programas de entrenamiento que cada Oficial designado Administrador Regional del Sistema SICN lleva a cabo, para que a pesar de la rotación del personal se cuente siempre con elementos preparados para la operación del mencionado Sistema.

Se contrastarán las observaciones del Sistema, por la naturaleza del mismo ante la implantación y operación, lo cual arrojó una serie de consideraciones que prácticamente se enmarcan en que el Sistema depende en gran medida para la rapidez de los enlaces de voz, datos e imágenes, en la eficiencia de las frecuencias calculadas de HF por la naturaleza y características de propagación y configuradas trimestralmente a los radios para los enlaces a grandes distancias asimismo dependiendo de las referidas distancias el Sistema SICN selecciona automáticamente el medio disponible en el momento para efectuar el enlace y transmisión ya sea HF descrito anteriormente o el VHF táctico con la limitante de la potencia del mismo y el ambiente de propagación a línea de vista, aun así es mayor el tiempo del enlace (segundos) debido al protocolo de comunicaciones que utiliza el software propio del Sistema SICN, que garantiza seguridad y eficiencia en la transmisión y recepción de voz, datos e imágenes.

Con lo descrito anteriormente y articulando los resultados de la eficiencia y efectividad de las comunicaciones navales en los enlaces tipo superficie-

superficie, superficie-aire, superficie-tierra, aire-tierra, aire-aire, se describen los siguientes resultados³⁰:

El Sistema SICN, ha sido eficiente y efectivo en la comunicación en voz, datos e imágenes, a través de los radios en banda HF y VHF marca Tadiran, el control y acceso de funciones de los mismos es completo por el operador del Sistema desde su Terminal de acceso.

Es eficiente la retransmisión y relees de voz a través de los equipos de comunicaciones alternos (todos aquellos que no son bajo tecnología Tadiran, configurados en el Sistema) el control de los radios alternos se limita al uso del ptt, y micrófono bajo el control del operador del Sistema, al no contar estos equipos con modems y ser de manufactura netamente comercial sin características Militares.

El sistema puede atender a usuarios que carezcan de este Sistema a través de frecuencias fijas y modo claro (sin encriptación de voz), de tal forma que se pueden llevar a cabo operaciones conjuntas y coordinadas con otras instituciones integrantes de las Fuerzas Militares y Fuerza Pública.

El correo electrónico para la transmisión de archivos ha funcionado según lo diseñado a través del programa outlook.

La interfaz y operación del Sistema es amigable sobre todo si se tiene experiencia en el software de los radios Tadiran, logrando la comunicación por cualquier medio

³⁰ **IBARRA**, Jaime Cap.de Corb.C.G, Subdirector de Soporte Técnico y Mantenimiento, Proyecto Sistema Integral de Comunicaciones Navales. Op.cit.,p. 22

integrado al sistema y logrando cobertura nacional soportado en una base de datos dinámica.

De igual forma este Sistema ha servido como plataforma para el desarrollo institucional de integración de diversas señales electrónicas de las unidades operativas.

Actualmente el 80% de la comunicación de las unidades operativas de la Secretaría de Marina-Armada de México es a través del Sistema SICN.

Por lo descrito anteriormente se concluye que el sistema SICN ha aportado al desarrollo tecnológico propio y operativo de la Secretaría de Marina-Armada de México y que es necesario entender la percepción fundamental e importante que se debe tener presente en la operación del Sistema Integral de Comunicaciones Navales SICN, el Sistema por si solo no mejora ni limita la forma normal de operación de los equipos de comunicaciones bajo plataforma Tadiran y los denominados alternos configurados y conectados, por el contrario el Sistema SICN se considera un sistema robusto, seguro e ínteroperativo con ventajas técnicas y operativas que adiciona correo electrónico naval sobre redes de radio, voz sobre IP (VOIPp), chat satelital, interconexión de medios y base de datos dinámica

Ante esta implementación con el precedente del esfuerzo presupuestal y compromiso institucional, además del manejo combinado del diseño del sistema de acuerdo a las necesidades operacionales de la Armada de México, se lograron los objetivos en la consecución de la actualización de las comunicaciones navales y el propósito de mantener la interoperatividad de las unidades operativas de la institución naval, para hacer posible que el Alto Mando ejerza el Comando y Control de las Operaciones Navales utilizando cualquier medio disponible configurado dentro del Sistema.

6. PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN A LAS FUERZAS MILITARES PARA UN SISTEMA DE ENLACE DE DATOS PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL.

Con el conocimiento de las características y ventajas que un Sistema de Enlace de Datos ofrece y observando el esfuerzo de la Marina Mexicana orientada a poseer un sistema táctico de enlace de datos funcional acorde a sus necesidades operacionales, se deduce que la integración de las comunicaciones es de vital importancia para las Fuerzas Militares de Colombia. Por lo tanto, primero se establecerán las capacidades actuales y de acuerdo al resultado se procederá a recomendar un posible protocolo para implementar un tipo de sistema de comunicaciones que cubra las necesidades operacionales de las Fuerzas Militares, además de promover la estandarización de equipos logrando como un valor agregado la plena interoperabilidad de las mismas. Adicionalmente, y como punto de partida, se efectuara un análisis de los impactos que el sistema tratado generara.

6.1 Impactos

Como primera instancia, el proyecto generará grandes impactos en el medio tecnológico en el campo de las comunicaciones electrónicas, debido a que introduce una amplia cobertura de información inalámbrica con capacidades de multimedia que permite a sus usuarios obtener voz, imágenes y datos en general en tiempo real de los puntos que estén dentro de esta cobertura; ganando control geográfico de cada una de las unidades que utilizan el sistema de enlace de datos (DATA LINK), además este Sistema no solo se encuentra dentro del margen del Campo Militar, si no también se puede extender al campo comercial, como un sistema de seguridad privada; para controlar y vigilar el tráfico aéreo y mercancías por ejemplo.

Además con esta tecnología se produce un gran desarrollo debido a que, los participantes de este proyecto deben innovar dentro del sistema para adaptarlo a las condiciones que exigen nuestra geografía y nuestra condición social. En cuanto al ámbito internacional, nos permite entrar al círculo tecnológico de las grandes potencias y crear alianzas estratégicas de colaboración científica, que desarrollen la formación académica de nuestros investigadores y técnicos.

El proyecto no solo genera un gran impacto en lo tecnológico, científico y Militar. Además a nivel interno del país provocara cambios sociales al demandar personal que realicen rutinas de instalación y mantenimiento, generando de esta forma empleo, esto debido a que dentro de las Fuerzas Militares no se encuentra en cantidad suficiente personal de ingenieros y técnicos para afrontar la tarea de implementar, adaptar e instalar el sistema mencionado a nivel nacional, por lo tanto se debe buscar entre la población Colombiana la cantidad de personal necesario para la tarea de investigación, adaptación e instalación del sistema de enlace de datos. Y como resultado se ofrece mayor cobertura, seguridad y atención a las instalaciones Militares.

Por lo anteriormente tratado, la adquisición y adaptación a nuestro medio de un sistema de enlace de datos, permitirá crear una red de comunicación entre terminales Militares; sean buques de guerra, submarinos, aviones y unidades tácticas en tierra, para desarrollar un eficiente manejo de información de las tropas en todo el territorio nacional que luchan en contra del terrorismo. Los datos recopilados por el macrosistema, entregará a los comandantes ubicación y situación (información, datos e imágenes en tiempo real) de la misión para tomar decisiones correctas y de esta forma no poner en peligro a los soldados en acción y hacer más eficiente la lucha contra de los terroristas.

6.2 La situación actual de las comunicaciones Militares

Aproximadamente desde hace 50 años Colombia se encuentra inmersa en una lucha contra grupos narcoantiterroristas donde estos se han asentado en diversas zonas, sumado a esto la gran variedad geográfica del país hace difícil controlar la situación de orden público desde la Guajira hasta el Amazonas. Resulta importante implementar inicialmente y posteriormente desarrollar un sistema de enlace de datos adecuado a nuestras necesidades, para ejercer comando y control, que permita ampliar la cobertura de seguridad del territorio colombiano.

La incompatibilidad, la falta de integración y estandarización de los sistemas de comunicaciones actuales generan grandes problemas de operabilidad táctica de nuestras Fuerzas. No se ha desarrollado ni implementado una única norma o protocolo para enlazar datos y hacer que la comunicación sea eficiente y segura desde cualquier parte del país. El uso de esta tecnología permitirá lograr un alto grado de estandarización en las comunicaciones colombianas para crear una red táctica de acceso compartido de datos entre terminales ubicados a lo largo y ancho del territorio colombiano, la era de la integración y unificación de los sistemas tácticos de comunicación de las Fuerzas Militares podría desarrollarse en procura de fortalecer la soberanía y control sobre cada una de las poblaciones alejadas.

Actualmente el nivel de las comunicaciones Militares de cada Fuerza, comprende la transmisión de información en formato digital y la capacidad de transmisión de datos por diferentes medios, es decir no están integrados en un solo sistema y los sistemas empleados se realiza por medio de equipos dedicados y por lo tanto no facilita la interoperabilidad. Las operaciones conjuntas requieren que los sistemas de comunicaciones sean compatibles, lo que ha ocasionado que cada Fuerza efectúe un gran esfuerzo económico para dotar a las unidades involucradas con

sistemas de comunicaciones compatibles, pero no se ha tenido en cuenta una estandarización entre los mismos. Un sistema de enlace de datos, permite gestionar por un solo medio la transmisión de información digital, datos y video, donde cada fuerza puede obtener información detallada del panorama táctico de las operaciones, donde no se interfiere en las operaciones propias de cada Fuerza.

Por lo anterior, se plantea la implementación de un sistema de enlace de datos, que presenta los siguientes retos científicos y tecnológicos:

- Implementar una red de comando y control a nivel operativo que estandarice los sistemas de gestión y protocolos en los sistemas de comunicaciones de las Fuerzas Militares.
- Desarrollar un sistema táctico y operacional de comunicaciones, tomando como referencia protocolos de un sistema de enlace de datos táctico (TACTICAL DATA LINK), específicamente el Link 16 y 22. "Link 22 es esencialmente un mejoramiento y eventual reemplazo del Link-11. Esta es una red multienlace, con capacidad de operación en los modos de Frecuencia Fija (Frequency Fixed) y Saltos de Frecuencia (Frequency Hopping), en las bandas de HF y UHF"³¹.
- Implementar un sistema de TACTICAL DATA LINK (sistema táctico de enlace de datos), adquirido en el exterior para establecer el tipo de tecnología y utilidad del sistema, ganando conocimiento y experiencia, que a futuro permita implementar nuestro propio sistema táctico de enlace de datos, acuerdo al entorno que la geografía nacional impone.

³¹ TORRES FUENTES, JUAN ROBERTO. *Sistemas de Comunicaciones Tácticas, TACTICAL DATA LINK, LINK 22.*

El sistema propuesto para ser implementado en las Fuerzas Militares consiste en una red de comunicación entre terminales Militares; estas terminales pueden ser buques de superficie, submarinos, aviones y unidades en tierra, para desarrollar una eficiente gestión y manejo de la información de las unidades tácticas.

Los datos recopilados por el sistema, informara a los comandantes acerca de la ubicación y situación de la misión (panorama táctico), con el fin de que la toma de decisiones sea correcta y de esta forma no poner en peligro a las unidades en acción y hacer más eficiente la operación. La incompatibilidad, la falta de integración y estandarización de los sistemas de comunicaciones actuales en el país generan grandes problemas durante el desarrollo de las operaciones Militares. Por lo tanto, la implementación de la tecnología basada en sistemas tácticos de enlace de datos permitirá lograr un alto grado de eficiencia y eficacia en las comunicaciones.

6.3 PROTOCOLO DE IMPLEMENTACIÓN

En este punto se recomendara de forma general un protocolo, donde se propondrán unos pasos a seguir con el objetivo final de implementar un sistema de comunicaciones integral y afín a todas las Fuerzas Militares, dándole la interoperabilidad y seguridad necesaria.

1. Dificultades actuales.

Establecer las características de los sistemas de comunicaciones de cada Fuerza y poder determinar puntos comunes e incompatibilidades. Otro punto importante es tener un estudio completo de la geografía de Colombia para saber que tipo de enlaces y equipos se necesitan.

2. Necesidades.

Establecer las necesidades operacionales y administrativas comunes a todas las Fuerzas a fin de lograr la interoperabilidad, para programar las adquisiciones con las características técnicas que cubran las necesidades de comunicaciones de todas las Fuerzas. Manteniendo las particularidades operacionales de cada una de ellas. Adicionalmente, se debe determinar las necesidades de instrucción y entrenamiento para cada una de las Fuerzas.

3. Estudiar los diferentes proveedores en el mundo a fin de escoger el que mejores ventajas establezca en cuanto a tecnología y presupuesto, con el fin de realizar una alianza, para poder continuar con el siguiente punto.
4. Efectuar un análisis detallado de los sistemas de comunicaciones de todas las Fuerzas, con el fin de determinar que es útil, que se puede adaptar y que se debe eliminar y reemplazar.
5. Establecer necesidades de presupuesto.
6. Establecer la clase de sistema, equilibrando necesidades y presupuesto disponible.
7. Establecer las fases para la implementación.

Fase 1: Análisis de necesidades y requerimientos.

Fase 2: Consolidar las características técnicas de los equipos.

Fase 3: Elaborar el proyecto para presentarlo al Gobierno Nacional.

Fase 4: Defensa, sustentación del proyecto y obtención del presupuesto.

Fase 5: Análisis del presupuesto autorizado comparado con las necesidades establecidas en el punto 2 y obtener los equipos de acuerdo al presupuesto.

Fase 6: Publicación de los pliegos de términos de referencia y elección del proveedor mas favorable.

Fase 7: Obtención de los equipos, pruebas de campo real y su correspondiente implementación, incluyendo la instrucción y entrenamiento necesario.

8. Establecer cronograma para su total implementación.
9. Establecer la cantidad de personal para su instrucción y entrenamiento.
10. Ejecución y supervisión de las fases.

El proceso de implementación de un sistema de enlace de datos se debe hacer de forma integral para que el resultado satisfaga las necesidades operacionales de cada fuerza y el desarrollo adecuado de las operaciones conjuntas.

7. CONCLUSIONES

1. Un sistema táctico de enlace de datos ofrece grandes facilidades y ventajas, entre los cuales están la obtención de voz, datos y video en tiempo real, la seguridad de las comunicaciones, la flexibilidad del sistema de adaptarse a cualquier medio, capacidad de interacción entre las unidades en el área de operaciones y los comandos superiores, por lo tanto esto nos plantea que a nivel Fuerzas Militares los efectos de las buenas comunicaciones son estratégicos.
2. La implementación de un Sistema de Enlace de Datos a nivel Fuerzas Militares, traerá como consecuencia la modernización y estandarización de los sistemas de comunicaciones, con una cobertura nacional, incluyendo la capacidad de canales satelitales.
3. Uno de los factores limitantes es el tema presupuestal y este depende del conductor político, por lo tanto, es necesario que la implementación de este sistema sea por fases, demostrando al gobierno nacional que a futuro resultará mucho más económico, un sistema de comunicaciones integrado. Adicionalmente se propone que mediante una cooperación interinstitucional Fuerzas Militares, Universidades y Organismos de Ciencia y tecnología nacionales, desarrollar un sistema táctico de enlace de datos con capacidad de comunicaciones terrestres, aéreas y navales y que estas puedan interactuar en todo momento, tomando como base el protocolo de comunicaciones usado en el Link 22.
4. La vinculación de medios actuales respecto a los enlaces de datos en las Fuerzas Militares si bien ya existen proyectos en evaluación y posible adquisición a futuro, se hace necesario la concatenación de esfuerzos entre el

Ejército, Armada y Fuerza Aérea, para la estandarización de medios con la
consecuente economía presupuestal y de esfuerzos

8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que a mediano plazo, las Fuerzas Militares con apoyo de las diferentes Universidades y COLCIENCIAS se inicie un estudio y desarrollo de un Sistema Táctico de Enlace de Datos acuerdo a los parámetros y protocolos de sistema Link 22, ya que este sistema cubre todas las necesidades de comunicaciones.
2. A corto plazo se recomienda que se adquiera en el exterior por lo menos un sistema táctico de enlace de datos para las tres Fuerzas, con el objetivo de conocer y adaptar este sistema a las necesidades de Colombia y con la finalidad de pasar toda esta experiencia al grupo de investigación y desarrollo recomendado en el punto anterior, para facilitar y optimizar el desarrollo del sistema táctico de enlace de datos.
3. En el corto plazo se recomienda que se forme un comité ínterFuerzas a fin de evaluar las futuras adquisiciones de equipos de comunicaciones a fin de proyectar la optimización de recursos contemplados o de evaluar la conveniencia y factibilidad de adquirir un Sistema de Enlace de Datos en inversión y beneficio de las Fuerzas Militares explotando la necesaria y fructífera interoperatividad.

BIBLIOGRAFÍA

- **TORRES FUENTES, JUAN ROBERTO. Sistemas de Comunicaciones Tácticas, TACTICAL DATA LINK, LINK 22.**
- **ROHDE & SCHWARZ**, Novedades Militares. Munchen: R&S, 2002, p. 28.
- Cisco system INC. Curso básico de redes CCNA.
- www.tpub.com/content/fc/14103/css/14103_77.htm
- www.sistemasdearmas.hpg.ig.com.br/dtl3usaLink11.html
- www.rti.com/products/ndds/documents/TCG0803final.pdf
- www.afceaeriecanal.org/AFRL.Minges.ppt
- www.tecom.usmc.mil/g3/cas/NAVAIR%20Common%20Avionics%20BU.ppt
- www.ms.northropgrumman.com/images/NILE-Web.pdf
- www.stasys.co.uk/networks_technology/common.htm
- www.stasys.co.uk/networks_technology/abbreviations.htm
- students.washington.edu/djm4/2003/12/Link16.ppt
- jitc.fhu.disa.mil/brochure/jtdl.pdf

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF.
"TOMAS RUEDA VARGAS"



052231