



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Aplicación de las nuevas tecnologías en
beneficio de la defensa NBQR

Autor

Antonio Callejón Núñez

Director/es

Director académico: Dr. D. Sergio Gutiérrez Rodrigo
Director militar: Cte. D. Javier Veiga Gasalla

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2019

Agradecimientos

En agradecimiento al Teniente Coronel D. José Manuel Vicente Gaspar, director del departamento de técnica militar y Defensa NBQ de la Academia General Militar; al Comandante de la Especialidad Fundamental de Transmisiones D. Juan Manuel Lopera López; al Teniente Coronel D. Antonio Núñez Ortuño y al Teniente D. Rafael Cisneros Camuña, miembros de la Unidad Militar de Emergencias; al Capitán de la Guardia Civil D. Reynaldo Rojas Álvarez, diplomado en NBQ; al Subteniente de la Guardia Civil D. José Ángel Nátera Alfonso, Jefe del Área de Instrucción y Doctrina del GRS 5 de Zaragoza, diplomado en NBQ; al Sargento Primero D. Isidro Fernández Navarro, diplomado en NBQ; al Sargento Primero D. Juan Antonio Prieto Muñoz, diplomado en NBQ y al Inspector del Cuerpo Nacional de Policía D. Carlos Aboy Buceta, jefe del Grupo TEDAX-NBQ de la Jefatura Superior de Ceuta, así como a todo su equipo de trabajo, por toda la ayuda recibida y asesoramiento durante el desarrollo del presente trabajo. Por último, en especial agradecer su dedicación e interés al Subteniente D. Ignacio Carrasco Domínguez, perteneciente al Departamento de Técnica Militar de la Academia de Infantería, cuya ayuda ha sido crucial para la realización del trabajo.

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) se ha desarrollado en el Tercio “Duque de Alba” 2º de la Legión, sito en la plaza de Ceuta. La realización del TFG en esta unidad abarcó desde el 2 de septiembre al 20 de octubre de 2019 y se enfocó hacia un estudio y comparación de los sistemas y protocolos de Defensa Nuclear, Biológica, Química y Radiológica (DNBQR) que poseen las Fuerzas Armadas (FAS) en España, respecto al resto de Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado (CFSE).

El trabajo de las FAS en España respecto a la defensa ante los ataques NBQR, es un campo de gran importancia y ampliamente estudiado al suponer una grave amenaza. Sin embargo, según la información recopilada, y teniendo en cuenta el gran avance en tecnologías de los últimos años, es posible mejorar ciertos aspectos de la DNBQR. En especial, los mismos medios militares de transmisiones y comunicación están evolucionando en gran medida, hecho que supone un interesante campo de estudio.

Se ha planteado la incorporación de una nueva modalidad de trabajo y medios de transmisiones en las unidades que se vean implicadas en un incidente NBQR, con la finalidad de reducir el tiempo de transmisión de la información y por lo tanto de respuesta frente a una amenaza NBQR.

Abstract

The present work has been developed by the regiment Duque de Alba, 2nd of the Spanish Legion located on Ceuta. The fulfillment of the work in this unit lasted from the 2nd of September to the 20th of October 2019 and it was focused about a study and comparison of the systems and protocols of Nuclear, Biological, Chemical and Radiological Defense (DNBQR) that the Armed Forces (FAS) have in Spain, according to the rest of forces and security of Spain.

The work of the FAS in Spain according to the defense against the NBQR attacks, is an area of great importance and totally studied due to the serious threat that it means. Nevertheless, according to the collected information, and taking into account the great progress in technology in the last few years, it is possible to improve some aspects of DNBQR. Specially, the same military transmissions and communication are developing in great extend, therefore, it is an interesting field of study.

It has been planned the inclusion of a new modality of work and means of transmissions in the units that could be involved in a NBQR incident, with the aim to reduce the time of transmission of information and in that sense, of response facing a NBQR threat.

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Defensa NBQR	2
1.3. Ámbito de aplicación	3
1.4. Alcance, objetivos y metodología	3
1.5. Estructura de la Memoria	6
2. Defensa NBQR en España	7
2.1. Organización general de la defensa NBQR en el ET	8
2.2. Protocolos NBQR en el ET	9
2.3. Unidad Militar de Emergencias (UME)	11
2.3.1. Protocolos actuación UME.....	11
2.4. Defensa NBQR en la Guardia Civil	12
2.4.1. Protocolos GC.....	12
2.5. Defensa NBQR en el Cuerpo Nacional de Policía	13
2.5.1. Protocolos CNP	13
3. Situación actual de los medios de transmisiones	15
4. Necesidades detectadas.....	19
5. Propuesta de mejora.....	21
6. Análisis de riesgos y viabilidad	25
7. Conclusiones	27
Bibliografía	29
Anexo 1. Efectos de las amenazas NBQR	33
Anexo 2. Tratados Internacionales de no proliferación	35
Anexo 3. Tipos de accidentes industriales	37
Anexo 4. Contactos realizados con expertos para el desarrollo del TFG.....	39
Anexo 5. Equipo de Protección Individual NBQ	41
Anexo 6. Medios de detección NBQ.....	45
Anexo 7. Tipos de mensajes NBQR.....	49
Anexo 8. Informes NBQ	51
Anexo 9. Medios de transmisiones actuales ET.....	53
Anexo 10. Comparativa de potenciales medios de mejora	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AM	Amplitud Modulada
ASK	Amplitude Shift Keying
ATQH	Satcom at the Quick Halt
AEN	All Encrypted Network
BFT	Blue Force Tracking
BWC	Convención sobre Armas Biológicas
CCNBQR	Centro de control de Defensa NBQR
CDNBQR	Célula de Defensa NBQR
CE	Cuerpo de Ejército
CFSE	Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado
CNI	Centro Nacional de Inteligencia
CNP	Cuerpo Nacional de Policía
CPM	Continuos Phase Modulation
DNBQR	Defensa NBQR
ECM	Contra medidas Electrónicas
ECCM	Electronic counter-countermeasures
EMDNBQ	Escuela Militar de Defensa NBQ
EPI	Equipo de Protección Individual
ESDNBQR	Estación Sanitaria de Descontaminación NBQR
ESSOR	European Secure Software Radio
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
FM	Frecuencia Modulada
FRAGO	Orden Fragmentaria
FSK	Frequency Shift Keying
FST	Formaciones Sanitarias de Tratamiento
GC	Guardia Civil
GIETMA	Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPS	Global Positioning System
GRS	Grupos de Reserva y Seguridad
GU	Gran Unidad
IFF	Identificación amigo-enemigo
IMS	Espectroscopia de Movilidad de Iones
INTREP	Informe de Inteligencia
LOS	Line Of sight
MINISDEF	Ministerio de Defensa
NBQ	Nuclear, Biológico y Químico
NBQR	Nuclear, Biológico, Químico y Radiológico
NSA	National Security Agency

OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPAQ	Organización para la Prohibición de las Armas Químicas
PMET	Publicaciones Doctrinales del ET
PSK	Phase Shift Keying
PU	Pequeña Unidad
RBA	Red Básica de Área
ROTA	Release Other Than Attack
RRC	Red Radio de Combate
RTP	Red Táctica Principal
SAASM	Selective Availability Anti-Spoofing Module
SDR	Software Defined Radio
SIRDEE	Sistema de Radiocomunicaciones Digitales de Emergencia del Estado
STANAG	Standardization Agreement
TDMA	Time Division Multiple Access
TEDAX	Técnico en Desactivación de Artefactos Explosivos
TFG	Trabajo Fin de Grado
TIC	Tóxicos Químicos Industriales
TNP	Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares
UCODEX	Unidad Central Operativa de Desactivación de Artefactos Explosivos y de Naturaleza NBQR
UG RE-LAB	Unidad de Gestión de la Red de Laboratorios de Alerta Biológica
UHF	Ultra High Frequency
UME	Unidad Militar de Emergencia
UPI	Unidad de Primera Intervención
UTNBQR	Unidad Técnica NBQR
VHF	Very High Frequency

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ESQUEMA ACTUACIÓN FRENTE A EVENTO NBQR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	7
ILUSTRACIÓN 2. COMPETENCIAS TERRITORIALES. FUENTE: [13].....	7
ILUSTRACIÓN 3. REUTILIZACIÓN CANAL DE VOZ PARA ENVIAR DATOS. FUENTE: [31] ..	17
ILUSTRACIÓN 4. CHAQUETÓN DEL UNIFORME. FUENTE: [16]	41
ILUSTRACIÓN 5. PANTALÓN DEL UNIFORME. FUENTE: [16]	41
ILUSTRACIÓN 6. GUANTES. FUENTE: [16].....	42
ILUSTRACIÓN 7. CUBREBOTAS. FUENTE: [16]	42
ILUSTRACIÓN 8. BOLSA DE TRANSPORTE DEL UNIFORME, GUANTES Y CUBREBOTAS. FUENTE: [16].....	42
ILUSTRACIÓN 9. BOLSA HERMÉTICA/IMPERMEABLE PARA UNIFORME. FUENTE: [16] ...	42
ILUSTRACIÓN 10. MÁSCARA Y FILTROS. FUENTE: [16]	43
ILUSTRACIÓN 11. BOLSA DE TRANSPORTE PARA LA MÁSCARA Y FILTROS. FUENTE: [16]	43
ILUSTRACIÓN 12. BOLSA HERMÉTICA/IMPERMEABLE PARA MÁSCARA. FUENTE: [16] ..	43
ILUSTRACIÓN 13. DETECTOR ALARMA DE AGENTES QUÍMICOS M-90. FUENTE: [17] ...	45
ILUSTRACIÓN 14. DETECTOR DE ALARMA DE AGENTES QUÍMICOS GID3. FUENTE: [17]	45
ILUSTRACIÓN 15. DOSÍMETRO TÁCTICO PM 2012M. FUENTE: [17]	46
ILUSTRACIÓN 16. DOSÍMETRO SOR/T. FUENTE: [17].....	47
ILUSTRACIÓN 17. LECTOR REGISTRADOR XOM/T. FUENTE: [17].....	47

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ORGANIZACIÓN NBQR GRANDES UNIDADES. FUENTE: [14]	9
TABLA 2. COMPARACIÓN PRESTACIONES IPMUX / SUPERMUX. FUENTE: [31]	16
TABLA 3. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS IPMUX Y SUPERMUX. FUENTE: [31]	16
TABLA 4. MATRIZ PONDERADA FAMILIA L3 HARRIS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	23
TABLA 5. MATRIZ PONDERADA FAMILIA PR4G. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	23
TABLA 6. ENTREVISTAS CON EXPERTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	39
TABLA 7. ENCABEZAMIENTO MENSAJES NBQ. FUENTE: [17].....	51
TABLA 8. MEDIOS DE TRANSMISIONES ACTUALES ET. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, A PARTIR DE [49] [29] [31] [48]	53
TABLA 9. COMPARATIVA DE POTENCIALES MEDIOS DE MEJORA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, A PARTIR DE [43] [44] [41] [42] [38] [39] [40].....	55

1. Introducción

Antes de entrar en materia, convendría precisar la diferencia entre dos acrónimos: NBQ y NBQR. Ambos se utilizan como sinónimos en muchos ámbitos, incluso en el de la OTAN, pero su definición y empleo realmente es diferente.

Nuclear, Biológico y Químico (NBQ) se refiere al origen de las amenazas que provocan los citados ámbitos.

Nuclear, Biológico, Químico y Radiológico (NBQR) se refiere a los efectos producidos por diferentes armas.

La doctrina militar española, generada por la Escuela Militar de Defensa NBQ (EMDNBQ) asume como armas NBQ y efectos NBQR para referirse a estos mismos. Aunque en ámbitos policiales, al enfrentarse más directamente a los incidentes terroristas considera armas también a las de dispersión radiológica, NBQR.

Al ser más amplio el concepto NBQR, será el que se emplee a lo largo del TFG, salvo que expresamente un organismo (OTAN, ONU, etc.) utilice NBQ. Asimismo, cuando se hable de armas, se empleará NBQ; y cuando se haga de un incidente, se empleará NBQR.

Las armas de destrucción masiva, entendiéndose por tales todas las armas NBQ, constituyen una grave amenaza para la paz y seguridad internacional. Desde que hicieron su aparición en los campos de batalla, ha quedado patente su capacidad de destrucción, provocando diversos efectos en función del tipo de ataque que se lleve a cabo (Ver Anexo 1), y su poder para producir desequilibrio a nivel estratégico. De igual forma, el riesgo asociado a su mera existencia ha reducido su empleo, evitando que los propios poseedores las usen por el peligro que supone para ellos mismos, dando lugar a la creación de tratados internacionales (Ver Anexo 2) [1] [2] [3].

1.1. Antecedentes

Durante la Primera Guerra Mundial se utilizaron por primera vez agentes químicos a gran escala. Desde entonces se han desarrollado hasta convertirse en el tipo de guerra química que conocemos en el mundo moderno. En los últimos años, en países en conflicto como Siria, inmersa en una Guerra Civil, se han producido diferentes ataques químicos como el ataque con gas Sarín en abril de 2017 en la ciudad siria de Jan Sheijun, que dejó 100 muertos y más de 400 heridos; o el más reciente, ataque con dicloro y gas Sarín en abril de 2018 en la ciudad siria de Duma dejando más de 50 personas muertas y más de 500 heridos.

Las armas nucleares no se desarrollaron hasta mitad del siglo XX, teniendo su origen en los avances científicos de la década de 1930, que hicieron posible su desarrollo y su empleo en la Segunda Guerra Mundial, precipitando su consecución a raíz de los ataques nucleares a Hiroshima y Nagasaki el 6 y 9

de agosto de 1945¹. Ésta fue la primera y única intervención con armamento nuclear a gran escala en la historia. El auge de las armas nucleares se produjo a consecuencia de la carrera de armamentos y las pruebas nucleares de la Guerra Fría.

En la actualidad, encontramos abundantes amenazas de tipo NBQR. Por un lado, debido a la globalización, se ha facilitado en gran medida la dispersión de agentes biológicos por el mundo. Un claro ejemplo de esto es la epidemia de COVID-19 de 2019-2020, conocida informalmente como epidemia por coronavirus de Wuhan, empezada el 1 de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan (China), y que a fecha de 7 de marzo de 2020, el número de casos confirmados se encontraba en 102469 infectados y 3500 muertos².

Del mismo modo, debido a la enorme industrialización de las ciudades, cada vez vivimos más cerca de industrias que trabajan con productos químicos peligrosos, centrales nucleares y otros focos de peligro ante un posible accidente de diferentes tipos (Ver anexo 3). Los ejemplos más conocidos de accidentes industriales nucleares fueron la explosión de un reactor de la central de Chernóbil en abril de 1986 en la Unión Soviética (hoy Ucrania) y la inundación de la central nuclear de Fukushima (Japón) y posterior escape radiactivo en marzo de 2011.

Por otro lado, el posible uso de armas de destrucción masiva por parte de grupos terroristas, plantea una potencial amenaza a la seguridad internacional hoy en día [4].

En numerosas ocasiones el terrorismo internacional de carácter yihadista ha mostrado su interés en utilizar armas NBQ, como por ejemplo las declaraciones en 1998 de Osama Bin Laden a la revista Time afirmando que: «*La adquisición de armas (NBQ) para la defensa de los musulmanes es una obligación religiosa*»³.

Este tipo de armas de destrucción masiva, o armamento NBQ, son muy atractivas para los grupos terroristas. Principalmente, el importante efecto psicológico que produce, creando una situación de pánico y terror en la población, es el objetivo principal que persiguen los grupos terroristas.

Por otro lado, a pesar de que la obtención de estas armas de destrucción masiva no es fácil, existen diversos métodos para hacerse con ellas. Estos pueden ser la compra, el robo, el suministro por parte de un Estado que disponga de armamento nuclear o la recuperación de una cabeza nuclear perdida [5].

1.2. Defensa NBQR

La Defensa NBQR, se refiere a los procedimientos de organización de la defensa existentes en diferentes países tanto por parte de unidades militares

¹ Los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki fueron ataques nucleares ordenados por Harry S. Truman, presidente de los Estados Unidos, contra el Imperio del Japón. Esto precipitó la rendición de Japón y el fin de la Segunda Guerra Mundial.

² «Coronavirus COVID-19 Global Cases by Johns Hopkins CSSE». Consultado el 7 de marzo de 2020. [50]

³ Entrevista a Osama ben Laden por Rahimullah Yusufzai: «Conversation With Terror», Time, 11 de enero de 1999.

como civiles, con la finalidad de prevenir y/o mitigar incidentes⁴ con armamento NBQ, o para reducir su amenaza.

La DNBQR se basa en tres pilares: prevención, protección y recuperación, debiendo estar activada desde antes de que se produzca un incidente NBQR para de este modo, intentar evitar o paliar en la medida de lo posible las consecuencias.

Es importante resaltar la gran dificultad tanto para tener un control total sobre sus efectos, como para obtener una predicción exacta de su propagación, debido a la cantidad de factores que intervienen en la expansión de la radiación y/o de los agentes químicos o biológicos. Por ello, es extremadamente importante el uso de los medios de última generación, para tratar de conseguir hacer llegar toda la información posible en tiempo real sobre un incidente NBQR.

La DNBQR es un activo de alta importancia para todos los Estados. Debido a esto, se trata de actualizar de forma continua, desarrollando diversos campos entre los que encontramos los medios de protección, detección y los medios de transmisiones y comunicación. El estudio de la DNBQR tiene un rango de estudio demasiado amplio para abordar todos estos campos, por lo que el TFG se centrará en los medios de transmisiones y comunicación, aprovechando los continuos desarrollos que se dan en este ámbito [6].

1.3. Ámbito de aplicación

El estudio y análisis realizado en este TFG es de interés para el ámbito de Defensa. En especial tiene repercusión en las unidades del ET especializadas en DNBQR, ya que son las que, deberían ser pioneras en la obtención de estos nuevos medios, con la finalidad de aumentar su eficacia ante un evento NBQR, reduciendo su tiempo de respuesta y mitigando los efectos que estos producen.

Más allá de esto, el TFG tiene una considerable relevancia tanto a nivel nacional como internacional. Además es de gran interés para el resto de unidades del ET, las cuales se verían afectadas por estas mejoras, adquiriendo también estos nuevos medios. Asimismo se plantea la posibilidad de instaurar estos sistemas en las unidades de los CFSE especializadas también en DNBQR, mejorando así sus capacidades y favoreciendo la interoperabilidad en la actuación conjunta ante un evento NBQR de todas las unidades que intervendrían en España.

En el plano internacional, se puede concluir que supondría también un avance ya que favorecería la interoperabilidad entre los ejércitos de los distintos países que estén involucrados en el desarrollo conjunto de las operaciones militares en el exterior.

1.4. Alcance, objetivos y metodología

Inmersos en un proceso de desarrollo de las FAS, previsto su alcance para el año 2035, son numerosas las mejoras y avances esperados. En el ámbito de los sistemas de Información y Telecomunicaciones las principales características que se plantean cumplir son [7]:

⁴ Incidente: Ataque con armas NBQ o un accidente de sustancias NBQ

- Disponibilidad y fiabilidad para lograr conectividad ininterrumpida en un escenario congestionado, asegurando la calidad de servicio.
- Agilidad en el proceso de decisión, gestionando gran volumen de información mediante el empleo de tecnologías de Big Data⁵ e inteligencia artificial.
- Robustez a través de sistemas de comunicaciones satelitales, capaces de proporcionar mayores anchos de banda, más capacidad de procesamiento y capacidad para operar en movimiento, incorporando en los medios terrestres antenas más pequeñas y de menor firma.

Además, éste no es el único plan de mejora propuesto para las FAS actualmente. Actualmente se está desarrollando el conocido como Plan MC3, que tiene por objeto establecer el proceso de modernización de los sistemas de mando, control y comunicaciones del ET. Este plan permite aumentar las capacidades operativas, mediante la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones. Además también plantea unos objetivos específicos a alcanzar [8] [9] [10]:

- Alcanzar la máxima eficacia operativa. Esto pretende conseguirlo asegurando el mando y control de las organizaciones operativas, proporcionando en todo momento un conocimiento compartido de la situación, mejorando la sincronización y la capacidad de respuesta de las fuerzas y asegurando la conectividad de la fuerza a lo largo del espacio de batalla.
- Aumentar la protección de la fuerza. Asegurar el conocimiento de la situación de fuerzas propias y amigas, además de disponer de un sistema de identificación amigo-enemigo (IFF) integrado en los sistemas propios, conjuntos y combinados.
- Asegurar la información. Conseguir que esté disponible para quien la precise, en el lugar y momento oportuno; salvaguardar su confidencialidad, integridad y disponibilidad.
- Asegurar la interoperabilidad. Utilizar servicios e interfaces estandarizados para aumentar la flexibilidad, disponiendo de una arquitectura global única para todos los sistemas

Este TFG se centra en la DNBQR en España y su objetivo principal es el de analizar la mejora que puede llegar a suponer el uso de los nuevos medios de transmisión de la información y comunicaciones que pueden implementarse en el Ejército de Tierra (ET).

De este modo, como objetivos secundarios se plantean los siguientes:

- Realizar un estudio de mercado, comparando los nuevos modelos

⁵ Cuando hablamos de Big Data nos referimos a conjuntos de datos o combinaciones de conjuntos de datos cuyo tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento (velocidad) dificultan su captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales [40]

de radios digitales de diferentes familias, con la finalidad de encontrar la mejor alternativa a los medios actuales de transmisiones del ET.

- Analizar y sintetizar las competencias y funciones de cada una de los organismos que pueden llegar a intervenir frente a una amenaza NBQR en España.
- Exponer el funcionamiento actual de la defensa NBQR en España, detallando la organización de cada organismo implicado en ella, así como sus protocolos y formas de actuación.
- Integrar la propuesta para su implantación en los CFSE, permitiendo así la transmisión conjunta de datos e información ante un evento NBQR de una manera fluida y segura.

Para conseguir los objetivos, se ha seguido un modelo basado en la investigación cualitativa. Ésta, a diferencia de los métodos cuantitativos, que aportan valores numéricos de encuestas, experimentos, entrevistas con respuestas concretas para realizar estudios estadísticos y ver cómo se comportan sus variables, se basa en el análisis del conjunto del discurso entre los sujetos y la relación de significado para ellos [9]. Por lo tanto, para la consecución de los objetivos se han definido las siguientes tareas:

- Estudio de las distintas Publicaciones Militares del Ejército de Tierra (PMET) pertenecientes a la doctrina de las FAS, informes y documentos oficiales respectivos a este ámbito para poder localizar cuáles serían las principales mejoras y utilidades de la incorporación de los nuevos medios a la DNBQR en España.
- Comparativa de los diferentes potenciales medios a incorporar en el ET, centrándonos en las características que cubren las principales necesidades del ET respecto a este ámbito, deducidas de estudiar los nuevos proyectos y planes de mejora.
- Entrevistas con una serie de expertos en la materia, diplomados en DNBQ, componentes del Departamento de Técnica Militar de la Academia de Infantería y del Departamento de Técnica Militar de la Academia General Militar (Ver Anexo 4).
- Entrevistas con una serie de componentes de las unidades de intervención de la Unidad Militar de Emergencias (UME) y de los equipos de la Especialidad de Técnico en Desactivación de Artefactos Explosivos (TEDAX) del Cuerpo Nacional de Policía (CNP) y la Guardia Civil (GC), acudiendo a sus respectivas unidades y teniendo acceso a los medios y equipos disponibles (Ver Anexo 4).
- Con la finalidad de contar con un resultado mensurable, y basándolo en la información extraída de las entrevistas con los expertos, para obtener unos resultados fundamentados, se realizó un estudio con la ayuda de una “matriz ponderada”, que se ha

confeccionado en base a una serie de prestaciones que se consideran cruciales para cubrir las necesidades de los medios de transmisiones. Nos muestra un “valor numérico”, para evaluar cada una de las prestaciones. Posteriormente se calcula el “valor total” para la radio, pudiendo comparar así las mejoras que se conseguirían. En las columnas “importancia” y “nivel”, se pondera del 1 al 5 según nuestra apreciación de la importancia que supone cada prestación y el nivel en que cada herramienta cubre esta prestación (siendo 1 el mínimo y 5 al máximo). De esta forma, el “valor” obtenido surge del producto de estos dos anteriores.

1.5. Estructura de la Memoria

La presente memoria está estructurada en siete apartados. El primer apartado, en el que nos encontramos, hace una breve introducción a la Defensa NBQR, hablando sobre sus antecedentes y explicando someramente cómo está definida, en qué se basa y la importancia desde el punto de vista de la seguridad nacional. Además en este primer apartado, se deja reflejado el ámbito de aplicación del trabajo, los objetivos y el alcance del mismo, así como la metodología seguida para su desarrollo.

El segundo apartado se centra en el estudio del estado del arte, describiendo cómo está organizada la DNBQR en España, tanto en el ET como en los CFSE, así como los distintos procedimientos que éstos siguen ante un incidente NBQR.

El tercer apartado define la situación actual de los medios de transmisiones (ámbito en el que se va a centrar nuestra propuesta de mejora), tanto en las unidades del ET como en los CFSE.

El cuarto apartado plantea una serie de necesidades detectadas al estudiar y analizar los presentes planes de mejora que se están llevando a cabo en las FAS.

El quinto apartado presenta nuestra propuesta de mejora, realizando una comparación entre los medios actuales y los candidatos a alcanzar considerables mejoras.

En el sexto apartado se realiza un análisis de viabilidad y riesgos de la propuesta.

Por último, en el séptimo apartado se presentan las conclusiones del trabajo.

2. Defensa NBQR en España

En España, ante un evento de riesgo NBQR, actuarían tanto nuestras FAS, Guardia Civil, Cuerpo Nacional de Policía, Policías Autonómicas, Bomberos, Policías Locales, Protección Civil y en caso que hubiera afectados, los servicios sanitarios preparados para ello, encargándose cada uno de ellos de un papel en la actuación y complementándose unos a otros. Dependiendo de las características y la situación del evento, se tomaría el control de la situación por parte de una unidad u otra, tal y como se muestra en la Ilustración 1.

Cuando el evento NBQR dado, viene precedido de un acto delictivo, la competencia exclusiva es de los CFSE, mientras que cuando el evento se da por un accidente, se encarga de la colaboración y el apoyo Protección Civil, siempre y cuando no se origine una investigación policial derivada del propio accidente, en cuyo caso también se harían cargo los CFSE.

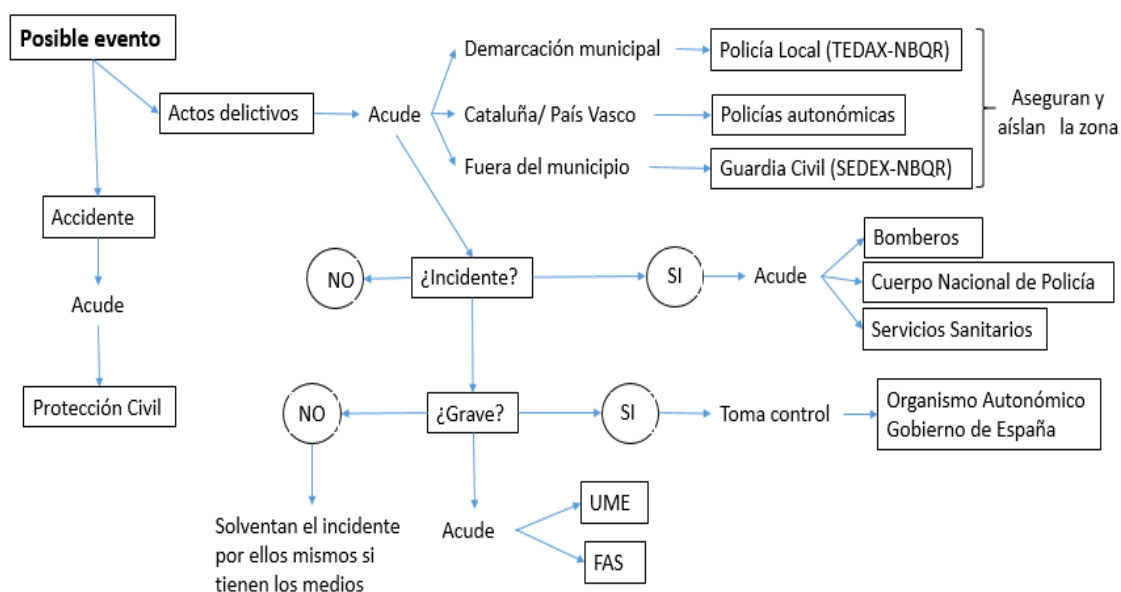


Ilustración 1. Esquema actuación frente a evento NBQR. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, dependiendo de la competencia territorial, quien tomaría el control de la situación desde un principio, tal y como se muestra en la Ilustración 2, sería el CNP si nos encontramos dentro del término municipal, o la GC en caso contrario, tomando como excepción las Comunidades Autónomas que cuentan con su propia policía autonómica.



Ilustración 2. Competencias territoriales. Fuente: [13]

En primer lugar, se procedería a acudir al lugar del incidente y asegurar la zona hasta confirmar la naturaleza del problema. Una vez conocido el estado del evento, actuarían si tienen los medios para ello y en caso contrario pedirían el apoyo de bomberos, servicios sanitarios si hubiera afectados, UME e incluso movilizarían a las unidades cercanas del ET si hiciera falta, previa autorización del MINISDEF.

Al mismo tiempo se pondría en alerta al gobierno para que tomara las medidas pertinentes respecto a la población civil, alertando o distribuyendo información con carácter preventivo.

En nuestras FAS, la UME es la unidad de primera intervención ante una emergencia producida por un incidente NBQR, en apoyo a las autoridades civiles. La colaboración de otras capacidades y medios de las FAS será por el período de tiempo estrictamente necesario y para suplir las carencias de la UME relativas a unas capacidades concretas. Del mismo modo, el resto de unidades del ET reciben instrucción para actuar frente a un ataque NBQR localizado en un ambiente de conflicto [12] [13].

2.1. Organización general de la defensa NBQR en el ET

En el ET, el mando y control de la defensa NBQR se define como el conjunto de actividades mediante las cuales se planea, dirige, coordina y controla la defensa NBQR. Para ello, los órganos de mando y control de defensa NBQR deben cumplir unos cometidos generales que se agrupan en asesoramiento, supervisión y conducción de actividades.

Los elementos que proporcionan la capacidad de mando y control de defensa NBQR están agrupados en la célula de defensa NBQ (CDNBQ) de cada unidad. Éstas estarán integradas en los puestos de mando. La CDNBQ se compone de Jefatura y Centro de control de defensa NBQ (CCNBQ).

En el caso de las Grandes Unidades (GU), deben contar entre sus unidades de apoyo al combate con unidades de defensa NBQR, pudiendo ser orgánicas o no, como podemos observar en la Tabla 1 [14].

Respecto a las Pequeñas Unidades (PU), será solo hasta nivel batallón o grupo, que exista personal dedicado de manera específica o exclusiva a labores de defensa NBQR.

Las unidades específicas de defensa NBQR tienen elementos de mando y control, de reconocimiento, de toma de muestras y descontaminación, que proporcionan las capacidades de defensa NBQR exigidas. Esto permite una articulación flexible, facilitando la coordinación con otras organizaciones civiles y militares. Pueden apoyar a los CFSE y a las autoridades civiles, en la recuperación tras las consecuencias de un atentado terrorista con agresivos NBQ, catástrofes o cualquier incidente NBQR.

Por otra parte cabe destacar la necesidad de proporcionar apoyo sanitario en operaciones, para lo cual se constituirán Formaciones Sanitarias de Tratamiento (FST) a partir de las unidades de sanidad orgánicas.

	Jefatura Defensa NBQ	CCNBQ	Apoyos a la célula
Célula defensa NBQ de CE/LCC JTF	Jefe del regimiento de defensa NBQ u oficial especialista de defensa NBQ del CG de CE/LCC	PLMM del regimiento de defensa NBQ o de la unidad de CG de CE/LCC	-Jefes de sección de la PLMM -Suboficial auxiliar de la Sc. PLM -Oficina técnica -Cualquier otro que decida el jefe del regimiento
Célula defensa NBQ de división	Jefe del batallón de defensa NBQ u oficial AG-3 de la división	El orgánico de: -Batallón de defensa NBQ del Regimiento de defensa NBQ -Batallón CG de división	-Jefes de sección de la PLM -Suboficial auxiliar de la Sc. PLM -Cualquier otro que decida el jefe del batallón de defensa NBQ -Posibles apoyos del regimiento de defensa NBQ -Cualquier otro que decida el jefe de la División.
Célula defensa NBQ brigada	Jefe de la compañía de defensa NBQ	CCNBQ de la compañía	-Suboficial auxiliar de la compañía -Cualquier otro que decida el jefe de la compañía

Tabla 1. Organización NBQR grandes unidades. Fuente: [14]

Desde el punto de vista de la evacuación sanitaria, debe asegurarse la separación de la cadena de evacuación de bajas contaminadas de la de evacuación de bajas convencionales, a fin de evitar la extensión de la contaminación. Para ello dividimos la asistencia sanitaria en tres escalones: Primer escalón, en el cual el personal sanitario solo dispondrá del saco de evacuación de bajas químicas para reducir el riesgo de transferencia de contaminación; segundo escalón, realizarán tareas de descontaminación operativa, e incluso completa, de las bajas contaminadas; tercer escalón, todas las formaciones sanitarias de este escalón deberán disponer de la Estación Sanitaria de Descontaminación NBQ (ESDNBQ), para poder descontaminar a las bajas antes de la entrada a sus instalaciones [6].

2.2. Protocolos NBQR en el ET

Como se ha indicado anteriormente, las unidades pertenecientes a las FAS no especializadas en DNBQR, son el último recurso ante un incidente NBQR que implique a la población civil.

Por otro lado, estas unidades están preparadas para responder ante un ataque NBQR a las propias tropas. Todo el personal del ET destinado en

unidades de combate posee los niveles básico y operativo en DNBQR, lo cual capacita al combatiente y su unidad para seguir desarrollando sus cometidos y continuar las operaciones en curso, en el caso de que se encuentren bajo los efectos de un incidente NBQR. Los responsables de esta instrucción al personal, son las propias unidades [15].

Para cumplir su misión en un ambiente NBQR, los componentes del ET cuentan con el Equipo de Protección Individual (EPI) NBQR, que proporciona protección total y continua, tanto corporal como respiratoria en entornos de contaminación con agresivos químicos y biológicos (la protección ante agresivos nucleares y radiológicos no es tan precisa) de primera respuesta en incidentes NBQR o incidentes con Tóxicos Químicos Industriales (TIC). Este equipo debe incluir elementos para la protección física individual (máscara y uniforme), detección NBQ, descontaminación inmediata y primeros auxilios (Ver Anexo 5) [16].

En caso de entrar en una zona contaminada por un agente NBQ, una unidad del ET, en primer lugar deberá informar de las características detectadas por los medios de los que dispone, a través de la mensajería NBQR establecida, teniendo por finalidad proporcionar datos sobre los ataques NBQR e incidentes ROTA (Release Other Than Attack) que se hayan producido y de las zonas de contaminación, previsibles o reales, consecuencia de esos ataques (Ver Anexo 6) [17].

De acuerdo con la finalidad y los datos a transmitir existen diferentes informes NBQR. Todos ellos se redactan de acuerdo con los métodos expresados en el STANAG⁶ (Standardization Agreement) ATP-45 (Ver Anexos 7 y 8).

Los propósitos del sistema de alerta e información NBQR se resumen en: informar e intercambiar información acerca de todos los incidentes NBQR, predecir y alertar acerca de las áreas de peligro NBQR, evaluación de la información NBQR para poder valorar la influencia de los incidentes en el desarrollo de las operaciones e intercambiar información NBQR entre autoridades civiles, militares y otras organizaciones civiles.

Las fuerzas desplegadas también cuentan con asesoramiento a distancia, oportuno, coordinado y autorizado sobre incidentes NBQR y las medidas a adoptar, recurriendo a fuentes expertas. Ésto se consigue gracias a un proceso denominado "Reach-Back" y sirve para apoyar a la toma de decisiones antes, durante o después de un incidente NBQR.

El hecho de permitir a expertos trabajar en su ambiente habitual, tiene como ventaja evitar, por un lado, exponerlos a los peligros presentes en la zona de operaciones y por otro, tener un acceso más cómodo a las bases de datos.

⁶ STANAG. Según la normativa OTAN AAP-06: NATO Standardization Agreement, es un Convenio alcanzado entre varias o todas las naciones miembros para adoptar equipo militar, munición, abastecimientos, almacenamientos y procedimientos administrativos, logísticos y operativos iguales o semejantes (PD0-000, MADOC, 2014).

Éste es otro aspecto que hace tan importante la capacidad de transmisión de la información en ambiente NBQR, y la seguridad en las transmisiones que nos aportan los medios militares de comunicación [18].

2.3. Unidad Militar de Emergencias (UME)

La UME es una fuerza conjunta, organizada con carácter permanente, que tiene como misión la intervención en todo el Territorio Nacional, para apoyar a las Autoridades Civiles competentes en su actuación ante una situación de emergencia declarada por Riesgos Tecnológicos y Medioambientales, contando, si fuese necesario, con el refuerzo de capacidades y medios del resto de unidades de las FAS [19].

Además, la UME como unidad de primera intervención de las FAS para las emergencias por riesgo tecnológicos, cuenta con el Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales (GIETMA), que con sus especialistas en DNBQR, puede realizar la conducción técnica de los equipos de intervención y el análisis en tiempo real de la situación, para poder asesorar de forma continua al director operativo de la emergencia, lo que repercutirá directamente en beneficio de los ciudadanos, por una mejor gestión de la emergencia [20] [21] [22].

2.3.1. Protocolos actuación UME

La actuación de la UME en un evento NBQR, constará de tres fases:

- Fase I: Activación y despliegue. Se realizará de forma continua un seguimiento de cualquier situación de potencial Riesgo Tecnológico o Medioambiental que pueda requerir la intervención de la UME, permitiendo configurar de una forma preventiva las unidades para hacer frente a la posible emergencia.
Para la activación de las capacidades de la UME, se aplicará, siempre que sea posible, el concepto de “Alerta Temprana⁷” con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta de la UME.
- Fase II: Intervención. Una vez ordenada la intervención de la UME, se procederá al despliegue e intervención de las unidades de la UME en la zona donde se ha declarado la emergencia en apoyo de las autoridades civiles competentes.
El esfuerzo principal consistirá en mitigar las consecuencias de la emergencia en la población civil, bienes, medio

⁷ Un sistema de alerta temprana es un instrumento de prevención basado en la aplicación sistemática de procedimientos estandarizados de recogida, análisis y procesamiento de datos relativos a situaciones potencialmente peligrosas, destinado a alertar a los centros de decisión política para la adopción a tiempo de medidas con las que evitar el estallido de un conflicto, o bien su extensión o intensificación

ambiente e infraestructuras críticas, mediante una eficaz coordinación con el resto de actores presentes.

- Fase III: Repliegue. El objetivo será lograr el repliegue ordenado y con las medidas de seguridad adecuadas a sus respectivas bases, así como la rapidez de reconstitución de las unidades para estar en condiciones de responder a cualquier otra emergencia que se pueda producir [23].

2.4. Defensa NBQR en la Guardia Civil

La DNBQR en la GC, se concibe como un sistema integrado y funcional para la prevención y reacción ante situaciones provocadas o accidentales, en las cuales se encuentran presentes sustancias o agresivos NBQ.

En la GC, las unidades especializadas en incidentes NBQR son [24]:

- Unidad técnica NBQR (UTNBQR). Es el órgano técnico superior de la defensa NBQR en la GC.
- UCODEX. Unidad Central Operativa en materia de Desactivación de Explosivos y artefactos sospechosos de contener agresivos de naturaleza NBQR.
- Unidades NBQR de Comandancia. Realizan funciones de seguridad ciudadana en ambiente NBQR.
- TEDAX-NBQR. Actúan siempre que se sospeche la presencia de un material explosivo o NBQ
- Unidades de Primera Intervención NBQR (UPI's). Son unidades funcionales eminentemente técnicas, concebidas específicamente para actuar ante situaciones de amenaza o riesgo NBQR en actos delictivos.

2.4.1. Protocolos GC

Si el accidente se produce en las proximidades de una población, las unidades de la GC que intervengan, procederán a vigilar y acordonar la zona. Si fuese preciso, se procederá a la evacuación de las viviendas comprendidas en el área peligrosa, la cual será ampliada en el sentido del viento, si éste alcanza una velocidad excesiva.

Una vez asegurada la protección de la población civil, los Grupos de Reserva y Seguridad (GRS), con auxilio de sus UPI,s NBQR, y del apoyo técnico de la UTNBQR, podrían hacerse cargo de los siguientes cometidos:

- Detección, identificación, señalización del tipo de agresivo NBQ.
- Recogida de muestras del lugar del incidente.
- Prestar los primeros auxilios en la zona caliente.
- Zonificación (balizamiento, control de accesos y seguridad ciudadana).
- Alertar y prevenir sobre los apoyos necesarios.

- Asesorar sobre la información que se proporciona a los medios de comunicación.
- Localizar la fuente origen del incidente.
- Determinar efectos resultantes y formas de combatirlos.
- Descontaminación.
- Evaluación de daños.

El resto de personal, no especializado de los Grupos podrá emplearse en misiones de control de accesos y seguridad ciudadana [13].

2.5. Defensa NBQR en el Cuerpo Nacional de Policía

En el CNP la Especialidad TEDAX-NBQR está desplegada por todo el territorio nacional, con grupos distribuidos de forma estratégica, que permite dar respuesta a los riesgos de artefactos explosivos y agentes NBQ, en todo el territorio español, de forma rápida y eficaz.

Tiene como misión principal intervenir y actuar ante todo tipo de eventos NBQR, así como la recogida, transporte, análisis e investigación de los mecanismos, elementos y restos de dichos artefactos y de las sustancias NBQ.

Además existen una serie de diferentes funciones de esta unidad dependiendo del carácter de éstas. Podemos diferenciar entre tres tipos:

- Funciones técnico-operativas. Intervención ante la presencia de artefactos explosivos o agentes NBQ así como apoyo técnico en investigaciones de hechos en que se hayan utilizado artefactos explosivos o agentes NBQ.
- Funciones de investigación y desarrollo. Quedan incluidas el diseño de nuevos medios materiales de desactivación e intervención NBQR y la evaluación permanente y perfeccionamiento de los procedimientos.
- Funciones de cooperación docentes. Formación de nuevos especialistas, actualización y especialización permanente e intercambio de conocimientos y de técnicas en los ámbitos nacional e internacional [25] [26] [27].

2.5.1. Protocolos CNP

En caso de que se produjera o se sospechara la posibilidad de un ataque o un accidente NBQR, las unidades del CNP especializadas en ello, llevarían a cabo una serie de procedimientos para reducir o eliminar la amenaza.

En primer lugar, se llevaría a cabo un aislamiento y acceso a la zona de riesgo. Se sectorizará la zona según lo establecido en sus Instrucciones o Circulares de trabajo (C 50 en caso de CNP). Esta sectorización, por lo general, se corresponderá con tres áreas; una de máximo riesgo o caliente (con acceso restringido a las personas con formación para este tipo de eventos y con el nivel de protección

adecuada); otra intermedia o templada; y una tercera denominada como zona fría.

Posteriormente se realizará una evaluación inicial de los riesgos, la cual indicará como actuar a los servicios de emergencia (sanitarios, bomberos) que acudan en un primer momento al lugar del evento.

Tras la evaluación inicial de los riesgos, el CNP llevará a cabo la comunicación del incidente a la Unidad de Gestión de la Red de Laboratorios de Alerta Biológica (UG RE-LAB) y avisarán del envío de muestras. Además, tomarán los datos de identidad de las personas potencialmente expuestas. Esta información será comunicada a los servicios de emergencias sanitarias que participan en la primera respuesta al evento. Una vez notificado, se realizará el análisis de las sustancias peligrosas.

Las personas que han sido expuestas a las sustancias peligrosas, han de ser descontaminadas. Para ello, serán evacuadas a la zona templada, donde se llevará a cabo la descontaminación por parte de los servicios de emergencia.

Del mismo modo será necesario descontaminar la zona afectada por el incidente NBQR. Se clausurará el lugar donde se haya producido la liberación de su contenido, hasta que se disponga de los resultados del análisis de la sustancia [28].

3. Situación actual de los medios de transmisiones

La situación actual de los sistemas de transmisiones se caracteriza por una serie de especificaciones:

- La Red Táctica Principal (RTP) es estática y tiene una capacidad de tráfico muy reducida.
- Las PU cuentan con una Red Radio de Combate (RRC) diseñada para su empleo en transmisión de voz, con muy limitada capacidad de transmisión en datos.
- Los sistemas disponen de una reducida capacidad en términos de ancho de banda.
- La transmisión voz se encuentra a mitad de camino entre su evolución desde analógica hacia IP (VoIP⁸).
- El hecho de trabajar únicamente con medios de transmisiones militares, nos asegura trabajar de un modo seguro frente a escuchas, interferencias o intromisiones. Los sistemas de telecomunicaciones disponen de diferentes medidas de seguridad que están siendo actualizadas [8].

Actualmente la forma en que se transmiten los mensajes NBQ, es a través de la RRC, de forma que se realiza de forma segura y cifrada. En el ET, se ha producido un gran desarrollo de estos medios en los últimos años, en busca de mejorar notablemente las prestaciones ofrecidas por ellos y cubrir las expectativas esperadas. A día de hoy se encuentran en dotación una serie de radios con distintas capacidades (Ver Anexo 9). Como medio más avanzado, se encuentra en dotación en el ET la radio de combate PR4G-V3, radio portátil de cuarta generación, muy alta frecuencia (VHF) y de alto nivel de protección ECCM⁹ (Electronic counter-countermeasures), que permite efectuar transmisiones seguras en un ambiente electromagnético hostil [17] [29] [30].

Además se está trabajando en su nueva actualización, la PR4G-V3+, la cual pasa a utilizar la forma de onda SUPERMUX, que presenta un notable avance en prestaciones respecto al modo IPMUX, tal y como se muestra en la Tabla 2.

Se puede destacar, las siguientes funcionalidades [31]:

- Nuevas capacidades de sincronismo.
- Nuevo modo de acceso al medio o transmisión.
- Incremento de la velocidad de canal.
- Reutilización del canal de voz para incrementar la velocidad de transmisión de datos, como muestra la Tabla 3, con el uso temporal del canal de voz no utilizado, como podemos ver en la Ilustración 3.

⁸ La transmisión de voz sobre IP (VoIP) se refiere a la transmisión del tráfico de voz sobre redes basadas en Internet, lo cual permite que se puede transmitir más de una llamada sobre la misma línea telefónica.

⁹ Electronic counter-countermeasures es una parte de guerra electrónica que incluye una variedad de prácticas que tratan de reducir o eliminar el efecto de contramedidas electrónicas (ECM).

- Comunicaciones basadas en TDMA¹⁰ en la misma trama de datos.
- Capacidad multi-salto.

Características	IP MUX	SUPERMUX
Sincronización Local GPS	NO	SI
Sincronización Distante GPS	NO	SI
Sincronización Subordinada	NO	SI
Red Split & Merge	SI <i>Split</i> : si maestra está presente en la red; <i>Merge</i> : Automático si split < 10 minutos	SI
Late entry de un nodo sin GPS	SI Sólo en el rango de una maestra	SI En el rango de una maestra o nodo GPS
Acceso a Canal	CSMA	CSMA con mecanismo anti-colisión
Relé Intranet	NO	SI
Velocidad máxima de datos	4800 bps	21,6 Kbps
Independiente jerarquía BFT	NO Sólo en los slots de datos	SI

Tabla 2. Comparación prestaciones IPMUX / SUPERMUX. Fuente: [31]

VELOCIDAD DE DATOS ESTANDAR (bps)	VELOCIDAD DE DATOS con "AUSENCIA DE VOZ" (bps)
9600	21600
4800	10800
2400	5400
1200	2700
600	1350

Tabla 3. Velocidad de transmisión de datos IPMUX y SUPERMUX. Fuente: [31]

Además, la nueva actualización, PR4G-V3+, utiliza tres nuevas formas de ondas definidas por software: la onda europea de alta capacidad ESSOR (European Secure Software Radio); MANOEUEVER, que opera en VHF o UHF, para el intercambio en tiempo real de las fuerzas terrestres, incluidos sus

¹⁰ El modo TDMA consiste en reservar un espacio de tiempo a todas y cada una de las radios de una red para garantizar que puedan transmitir sus datos evitándose que una estación de la red acapare el canal al transmitir una gran cantidad de datos e impida que las demás estaciones puedan conectar durante dicho tiempo.

helicópteros; y AIR POWER¹¹ que permite el intercambio intravuelo a alta velocidad entre plataformas aéreas, así como la coordinación tierra-aire.

La llegada de la modalidad de trabajo SUPERMUX a la familia de radios PR4G supone un gran salto cualitativo para los sistemas de mando y control

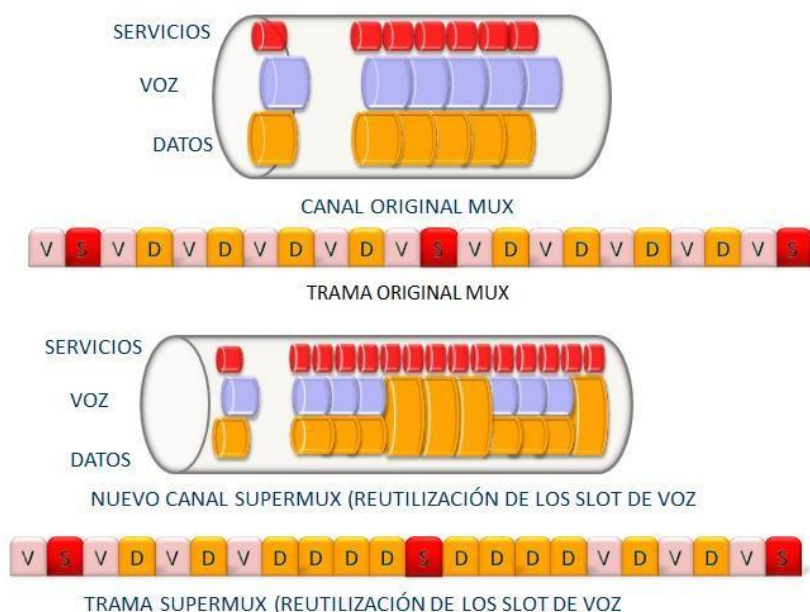


Ilustración 3. Reutilización canal de voz para enviar datos. Fuente: [31]

tácticos del Ejército. Además proporciona un intercambio automático de Blue Force Tracking (BFT)¹² a nivel radio entre dos redes de VHF modernizadas.

Sin embargo, a pesar de que esta nueva actualización de la familia PR4G espera ofrecer grandes mejoras a los sistemas de transmisiones, sigue presentando algunas carencias importantes que presentan un problema para lograr las expectativas de los planes de mejora de las FAS. Estas carencias son:

- El rango de frecuencias disponible con el que cuentan, en general todas las radios de la familia PR4G es muy limitado, lo cual restringe notablemente el número de canales que estas pueden utilizar para transmitir datos y voz, haciendo más fácil así que las comunicaciones puedan ser interceptadas o perturbadas.
- Los tipos de onda que son capaces de utilizar son limitados en comparación con algunas de las nuevas radios digitales, quedando así un tanto retrasadas en este aspecto. El hecho de no poder utilizar ciertos tipos de onda, conlleva que no sea posible entenderse con algunas radios que si pueden.

¹¹ MANOEUVER, ESSOR y AIR POWER son las nuevas formas de onda basadas en software de SYNAPS que permiten un rápido conocimiento de la situación y un combate colaborativo conjunto.

¹² Blue Force Tracking (BFT) es un término militar de los EEUU para una capacidad habilitada para GPS que proporciona a los comandantes y fuerzas militares información de ubicación sobre las fuerzas militares amigas.

Por otro lado, las comunicaciones de los CFSE, se realizan a través de un sistema de comunicaciones digitales vía radio, llamado Sistema de Radiocomunicaciones Digitales de Emergencia del Estado (SIRDEE), el cual también comparten con las unidades de la UME. Éste se basa en el sistema "Tetrapol" el cual trabaja dentro de la banda TETRA, en la frecuencia de 380MHz a 395MHz (como se puede observar cuenta con un rango de frecuencias bastante limitado), una red profesional con un cifrado obligatorio de las comunicaciones que se transmiten. Por medio de ésta red, los usuarios, utilizan servicios de voz y datos, los cuales no pueden usarse al mismo tiempo; esto supone un problema y se percibe como un atraso ya que hoy en día existen diferentes sistemas de telecomunicaciones, utilizadas por el ET que permiten la transmisión de voz y datos de forma simultánea. Los servicios de voz disponibles son: llamadas múltiples e individuales, de emergencia y de canal abierto; y en los servicios de datos, la transmisión de archivos e imágenes, servicio de mensajería y geolocalización de peatones y vehículos [32] [33].

Sin embargo, las comunicaciones entre las unidades de la GC, el CNP y las unidades convencionales de las FAS, no cuentan con medios para realizarlas de una forma segura y cifrada, por lo que puede suponer un riesgo.

4. Necesidades detectadas

Tras haber estudiado y analizado los nuevos requerimientos de las FAS respecto a los medios de transmisiones, materializados en los actuales planes de mejora, se puede concluir en una serie de aspectos de muy aconsejado desarrollo o necesidades. Las más importantes se recogen en el siguiente listado:

- La necesidad de mayor movilidad en el campo de batalla exige proporcionar la capacidad de mando y control en movimiento en los escalones más bajos, manteniendo adecuados niveles de seguridad de la información [8].
- Teniendo en cuenta que cada vez nos encontramos más inmersos en un escenario donde la incertidumbre y los desbordantes flujos de información incrementan la complejidad del entorno operativo, se plantea la necesidad de que nuestros medios cuenten con mayor velocidad de transmisión de datos para poder mitigar estas dificultades [7].
- Las misiones asignadas al ET cubren rangos cada vez más amplios del espectro de los conflictos, en zonas de operaciones lejos del Territorio Nacional, por lo que surge una importante necesidad de mejorar el alcance de nuestros medios de transmisiones [8].

Además, dichas operaciones se desarrollan normalmente formando coaliciones, por lo que la interoperabilidad con otros Ejércitos, países aliados y organizaciones civiles, conforme a los acuerdos de estandarización ratificados, es un elemento crítico [8].

- En relación a la seguridad de las transmisiones, se considera necesaria la implementación de la cifra IP, especialmente en relación con el empleo de cifradores “duales” que permitan una red completamente cifrada (AEN, All Encrypted Network), con seguridad multinivel [8].

5. Propuesta de mejora

Actualmente, en las FAS la información detectada en un ambiente NBQR se transmite a través de la radiotelefonía que poseen las propias unidades.

Para hacer frente a las necesidades de transmisión expuestas anteriormente, se están comenzando a tomar ciertas medidas en las FAS. Entre ellas se encuentra la sustitución de las estaciones de comunicaciones de la Red Básica de Área (RBA). Esto supone la digitalización de las transmisiones, con nuevos radioenlaces IP, una red radio que permite establecer una intranet táctica móvil y nuevas comunicaciones vía satélite, gracias a los medios con los que cuentan, como el terminal Satcom at the Quick Halt (ATQH) o el terminal Fly away de altas capacidad y elevadas prestaciones (TLB-50). El sistema permite el conocimiento en tiempo real de la situación de las unidades propias [34] [35].

El hecho de que se esté evolucionando hacia el uso de medios digitales en las transmisiones es debido a las ventajas que éstos presentan. Las señales digitales proporcionan una mayor capacidad para transmitir información de una manera fiel. Estas señales no producen deterioro en la información ni en la calidad de los datos, lo que ayuda a que el resultado sea más adecuado. Esto ayudará en el ámbito de la DNBQR, a la hora de enviar los datos e información necesaria para que se tomaran las medidas pertinentes frente a un incidente NBQR [36] [37].

Se han estudiado una serie de potenciales medios de transmisiones capaces de suplir a los actuales, cubriendo las necesidades expuestas y mejorando sus prestaciones (Ver Anexo 10). Existe un amplio repertorio de candidatos para cumplir nuestro objetivo, sin embargo la herramienta que está orientada a conseguir el objetivo de la transformación digital de las FAS es la familia de radios tácticas L3 HARRIS de la serie FALCON IV.

A la hora de comparar las familias de radios, que se han tomado como referencia, el primer dato que se aprecia se corresponde con el rango de frecuencias del que disponen las mismas. En este apartado las radios de la familia SOVERON (R&S®VR5000 Y R&S®HR5000) son las que disponen de un menor rango de frecuencias; dentro de que supone un avance frente a las que actualmente tenemos en servicio [38] [39] [40].

Por otro lado, siguiendo con las frecuencias, hay que tener en cuenta que, estos modelos trabajan en las bandas de VHF y UHF; lo que implica que su forma de transmisión requiere línea de visión directa, Line of Sight (LOS) entre antenas. Esto es un problema debido a que acorta los enlaces, a igual potencial de transmisión, a frecuencias más altas; debido a efectos como el de la reflexión, refracción o difracción, se ven afectados por este parámetro, al corresponderle longitudes de onda más pequeñas. Además, hay que añadir las dificultades que presenta la superficie de la Tierra para la transmisión de las ondas cuando se trabaja con frecuencias más altas.

Debido a esto, las radios de la familia FLACON IV de HARRIS (L3 AN/PRC 163 y 158) cuentan con una ventaja adicional por disponer de capacidad de enlace satélite; incluso, con una radio personal como es la

AN/PRC 163. Esto le confiere una capacidad de enlace superior a las otras familias de radios, al no necesitar de otros sistemas de apoyo que le faciliten este tipo de enlace, el cual, permite que los combatientes puedan enlazar desde un teatro de operaciones, a pesar de la distancia existente con territorio nacional [41] [42].

La separación de canales y el ancho de banda, afectan a la capacidad de transmisión. La primera, facilita el número de frecuencias disponibles dentro del rango de frecuencias de la radio, aspecto ya comentado. El segundo, está relacionado directamente con la capacidad de transmisión de información; a mayor ancho de banda, mayor número de datos transmitidos. Por tanto, teniendo en cuenta que la voz, una vez digitalizada, son datos, un mayor ancho de banda permite una mayor capacidad de transmisión de voz y datos de forma simultánea. En este aspecto, la AN/PRC 163 cuenta con hasta 40 MHz de ancho de banda, muy por encima de los 10MHz del resto de radios que disponen de datos [41].

Respecto a la seguridad de las transmisiones, todos los sistemas suelen ser bastante robustos y el hecho de ser personalizados por los fabricantes hace más difícil que se pueda cuantificar ya que no facilitan con facilidad sus códigos. Hay que destacar, que el sistema de encriptación AES -256bits, que utilizan los radios de la familia Rhode & Schwarz ya se empleaba en familias anteriores de HARRIS, en sus sistemas DATOTEC y CITADEL. Este último fabricante, presenta como novedad el sistema de encriptación Sierra™ II-based, Type 1 (Suite A/B) en la AN/PRC 158, siendo una variante el de su hermana, asegurando disponer de la acreditación "Top Secret" de la Agencia de Seguridad Nacional estadounidense (NSA). Esto se correspondería con un nivel "Secreto" del Centro Nacional de Inteligencia español (CNI), responsable de las acreditaciones de seguridad. Se considera necesario resaltar, que a nivel táctico, estos niveles de encriptación, están muy por encima de los exigidos [42].

Un parámetro que no se ha indicado en la Tabla 9 del Anexo 10, es el de los sistemas de posicionamiento global (GPS) pues, todas disponen del mismo por la necesidad de conciencia situacional exigido actualmente. Hay que destacar que en este aspecto, la familia HARRIS se diferencia de las competidoras al disponer de GPS SAASM (Selective Availability Anti-Spoofing Module) que es un sistema anti-suplantación de identidad y le confiere mayor precisión, característica que no indican los otros fabricantes [42] [41].

Respecto a las formas de ondas, las modulaciones, todas disponen de formas propias y todas son Radios Definidas por Software (SDR) lo que facilita la seguridad en las comunicaciones. En la familia HARRIS, se indica una gran variedad de modulaciones analógicas (AM y FM) y digitales de portadora analógica (ASK, FSK, PSK Y GMSK) así como la CPM, que se utiliza normalmente en TDMA. En este aspecto, BITTIUM y SOVERON, cuentan con la forma de onda ESSOR, lo cual permite la comunicación de forma encriptada con radios de otras familias, lo que solo puede hacer HARRIS en claro, bien sea en analógico o digital [41] [42] [43] [44] .

Por tanto, basándonos en los datos disponibles, las radios L3 de la familia FALCON IV de HARRIS, son las que se consideran más apropiadas, por las ventajas que presentan frente a sus competidoras. Se estima como factores relevantes su capacidad de enlace satélite y la posibilidad de disponer de GPS SAASM, no incluidos en los otros modelos. Por otro lado, su principal desventaja es la carencia de onda ESSOR, sin embargo, mientras no sea un requerimiento OTAN y no englobe a más países, no se aprecia como un factor desfavorable determinante [41] [42].

Una vez decantada la elección por la familia de radios L3 HARRIS, con ayuda de las Tablas 4 y 5 (explicadas en el apartado 1.4. Alcance, objetivos y metodología) podemos apreciar claramente las mejoras que suponen frente a las radios de la familia PR4G que hay actualmente en dotación en las unidades del ET. De este modo se puede sacar en claro que la propuesta realizada supone grandes mejoras en prácticamente todas las prestaciones de los medios, frente a los actuales.

Familia Harris			
CARACTERÍSTICA	IMPORTANCIA	NIVEL	VALOR
Alcance de transmisión	5	5	25
Interoperabilidad	3	3	9
Seguridad de transmisión	5	5	25
Ancho de banda	4	5	20
Nº de frecuencias disponible	2	5	10
TOTAL	2	5	89

Tabla 4. Matriz ponderada familia L3 HARRIS. Fuente: Elaboración propia.

Familia PR4G			
CARACTERÍSTICA	IMPORTANCIA	NIVEL	VALOR
Alcance de transmisión	5	3	15
Interoperabilidad	3	4	12
Seguridad de transmisión	5	4	20
Ancho de banda	4	3	12
Nº de frecuencias disponible	2	2	4
TOTAL	2	2	63

Tabla 5. Matriz ponderada familia PR4G. Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda de los datos de los que ya se disponía y el uso de las matrices ponderadas, se observa que en prácticamente todos los aspectos, la familia de radios L3 HARRIS es superior a la familia PR4G. Como características más importantes se han tomado el alcance en la transmisión, en lo cual es considerablemente superior la familia L3 HARRIS gracias a su capacidad de realizar enlaces satélite, y la seguridad en las transmisiones, elemento crítico en el ámbito militar, y en lo cual también tiene ventaja la familia L3 HARRIS al

disponer de la acreditación “Top Secret” de la Agencia de Seguridad Nacional estadounidense (NSA).

A continuación, también con bastante importancia se ha situado el ancho de banda del que disponen, lo cual favorece a la capacidad de transmisión de datos; en este aspecto también la familia L3 HARRIS parte con ventaja.

Con algo menos de importancia se ha marcado la interoperabilidad, ya que como se ha visto reflejado anteriormente no es del todo un factor limitante. En este caso se ve reflejado el punto débil de la familia L3 HARRIS.

Por último, se ha tenido en cuenta como característica importante, el número de frecuencias disponible, en lo cual no hay duda que la familia L3 HARRIS es muy superior.

Gracias a la esperada incorporación de esta nueva tecnología, planteamos la posibilidad de utilizarla en el ámbito de la DNBQR, con la finalidad de acelerar la transmisión de datos en una situación de urgencia. De esta forma, este análisis pretende mostrar las ventajas que supondría el uso de las nuevas tecnologías en actividades de DNBQR. Se conseguiría que la información obtenida por las tropas de a pie que se encuentren envueltas en un ambiente NBQR, se difundiera de forma inmediata y a tiempo real a las unidades superiores y los centros de control que deben tomar las medidas oportunas dependiendo del tipo de agente detectado. Esto ayudaría a reducir el tiempo de respuesta ante un incidente NBQR, mejorando la seguridad nacional, disminuyendo la probabilidad de sufrir bajas tanto propias como civiles por la propagación del agente peligroso a una población antes de la toma de medidas de alerta y movilización de la población, debido a la demora en la transmisión de información.

De igual modo, planteamos la posibilidad de unificar en la medida de lo posible, los medios de comunicación entre FAS y los demás CFSE en la actuación frente a un evento NBQR.

Como se ha presentado en los apartados anteriores, la GC, CNP y la UME comparten un sistema de comunicación, llamado SIRDEE para comunicarse entre ellos. Sin embargo, el hecho de plantear una posible unificación en las transmisiones de forma que todas las unidades implicadas en un incidente NBQR pudieran mantener el contacto, parece muy interesante.

Las principales ventajas que esto presentaría, serían, en primer lugar una mejora en la coordinación y comunicación entre todas las unidades implicadas, y en segundo, una reducción del tiempo de respuesta o de transmisión de la información crucial en un incidente NBQR [38].

6. Análisis de riesgos y viabilidad

Una vez concluido el estudio de mercado y elegida la familia de radios L3 HARRIS de la serie FALCON IV, se realizó un estudio de viabilidad, basándonos en el criterio de los expertos en la materia.

En el aspecto funcional, la propuesta es completamente viable, ya que cubre los requisitos que se planteaban para mejorar las prestaciones de los medios actuales. Como se ha comentado anteriormente, el único punto débil que se ha encontrado sería el hecho de no contar con la onda ESSOR, la cual facilita la interoperabilidad entre los ejércitos de diferentes países que la posean. A día de hoy, este tipo de onda únicamente está implementada a nivel europeo en España, Finlandia, Italia, Suecia, Francia y Polonia. Sin embargo, como ya se ha aclarado, mientras no sea un requerimiento a nivel OTAN y no englobe a la mayoría de países, no se considera como un factor determinante de exclusión, por lo que se asume el riesgo que produce tal carencia frente a las ventajas que presenta.

Así mismo, se tiene presente el hecho de que realizar tal revolución en los medios de transmisiones del ET, supondría que sus operadores tuvieran que aprender a trabajar con estos desde cero y aprender a explotar sus enormes posibilidades de trabajo. Esto requeriría la impartición de diferentes cursos de capacitación dependiendo del nivel al que se planteara trabajar con dichos medios. Se considera este como un riesgo asumible frente al notable desarrollo y mejora que supondría para los medios de transmisiones del ET.

Por otra parte, en el aspecto económico, no ha sido posible estimar el presupuesto necesario para la introducción de dichos medios en las diferentes unidades del ET, por falta de datos. Por lo tanto no es posible estudiar la viabilidad económica de la propuesta.

7. Conclusiones

En el presente TFG se ha estudiado la posible mejora en el ámbito de la DNBQR al aplicar los nuevos medios y formas de trabajo de transmisiones y telecomunicación que se pretenden implantar en la dotación del ET.

Tras realizar el estudio y tomar testimonio a los expertos en la materia se extrajeron las siguientes conclusiones:

- La DNBQR en España es cometido de diferentes organismos, que cumplen diversas funciones, por lo que es extremadamente importante la coordinación entre ellos a la hora de actuar. Esto hace, que los medios de transmisiones y comunicación tengan un papel imprescindible y de gran importancia en la continua actualización de estos.
Por lo tanto, los diferentes organismos que actúen en un mismo incidente NBQR deberían estar completamente coordinados y enlazados por un mismo sistema de comunicación. En este TFG se plantea la posibilidad de la utilizar los medios de transmisión de información militares, aprovechando las últimas actualizaciones y mejoras. La principal ventaja de ello es la transmisión de la información sensible de forma segura.
- Debido al acotado tiempo disponible para la realización del TFG, no ha sido posible realizar un estudio donde encontrar datos estadísticos de la mejora que estos nuevos medios presentan frente a las necesidades que se planteaban. Sin embargo debido a la considerable superioridad de los nuevos medios respecto a sus prestaciones, se espera que las mejoras que presenten sean considerables.

En relación con los objetivos marcados, podemos concluir que:

- Ha quedado demostrada la notable mejora que puede llegar a suponer el uso de los nuevos medios de transmisión de la información y comunicaciones que pueden implementarse en el Ejército de Tierra (ET). La familia de radios L3 HARRIS de la serie FALCON IV es la elegida para ello, presentándose como la mejor alternativa en el mercado.
- Se ha realizado con éxito el estudio de mercado, comparando los nuevos modelos de radios digitales de diferentes familias, encontrando con éxito una excelente alternativa a los medios actuales de transmisiones del ET.
- Se han expuesto y sintetizado las competencias y funciones de cada una de los organismos que pueden llegar a intervenir frente a una amenaza NBQR, exponiendo detalladamente y dejando claro la forma de actuación ante un evento NBQR en España.
- El planteamiento de la integración de la propuesta para su implantación en los CFSE, ha sido considerada viable por los

expertos en la materia de los diferentes CFSE. Como se ha planteado anteriormente, esta integración supondría un gran avance para la interoperabilidad entre los organismos que actúan.

Bibliografía

- [1] Convenio de París 1993, CONVENCION SOBRE LA PROHIBICION DEL DESARROLLO, LA PRODUCCION, EL ALMACENAMIENTO Y EL EMPLEO DE ARMAS QUIMICAS Y SOBRE SU DESTRUCCION, 2005, p. 126.
- [2] OPAQ, «Convención sobre las Armas Químicas,» 2005. [En línea]. Available: <https://www.opcw.org/es/convencion-sobre-las-armas-quimicas>. [Último acceso: 15 octubre 2019].
- [3] UNISCI, «EL TRATADO DE NO PROLIFERACIÓN DE ARMAS NUCLEARES: LOS TEMAS CLAVE EN LA CONFERENCIA DE EXAMEN EN 2015,» *Revista UNISCI*, 2015.
- [4] M. Miranzo, «LAS ARMAS DE DESTRUCCION MASIVA Y LA ESTRATEGIA GLOBAL DE SEGURIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA,» *Revista UNISCI*, p. 14, 10 2016.
- [5] CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL, LAS ARMAS NBQ-R COMO ARMAS DE TERROR, 2011, p. 311.
- [6] Mando de Adiestramiento y Doctrina, PD3-900. DEFENSA NBQ, 2018, p. 58.
- [7] Ejército de Tierra, «Mando y Control y Sistemas de Información y Telecomunicaciones (CIS),» *Fuerza 35*, vol. 1, nº 1, p. 79, 2019.
- [8] Estado Mayor del Ejército, Ministerio de Defensa, «PLAN MC3 “PLAN DE MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANDO, CONTROL Y COMUNICACIONES DEL EJÉRCITO DE TIERRA”,» 2015.
- [9] Ministerio de Defensa, PLAN MC3 “CONCEPTO DE EMPLEO DE LOS MEDIOS SATÉLITE”, 2012, p. 20.
- [10] Ministerio de Defensa, PLAN MC3 “CONCEPTO CIS”, 2012, p. 33.
- [11] Desconocido, «Sinnaps,» Blog de Gestión de Proyectos, [En línea]. Available: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-cualitativa>. [Último acceso: 05 03 2020].
- [12] J. Á. N. Alfonso, «Instrucción Operativa num 5,» 2018.
- [13] J. Á. N. Alfonso, «SISTEMA DEFENSA NRBQ EN LA GUARDIA CIVIL,» 2018.
- [14] Mando de Adiestramiento y Doctrina, PD4-904. DEFENSA NBQ. SISTEMA DE MANDO Y CONTROL, 2019, p. 66.
- [15] J. M. V. Gaspar, «La formación en Defensa Nuclear, Biológica y Química en la Academia General Militar,» 2017.
- [16] Mando de Adiestramiento y Doctrina, MT-905. MANUAL TÉCNICO. EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NBQ., 2018, p. 95.
- [17] Mando de Adiestramiento y Doctrina, AGM- TM-501. DEFENSA NBQ Nivel intermedio, 2019, p. 239.
- [18] B. Carrasco, «Infodefensa,» 19 04 2018. [En línea]. Available: <https://www.infodefensa.com/es/2018/04/19/noticia-thales-actualizara-radios-ejercito-espanol.html>. [Último acceso: 11 octubre 2019].

- [19] Perfiles IDS, «Unidad Militar de Emergencias, para servir.,» *Perfiles IDS.*, p. 100, 2014.
- [20] Ministerio de Defensa, «Página web Unidad Militar de Emergencias,» [En línea]. Available: <http://www.ume.mde.es/>. [Último acceso: 05 octubre 2019].
- [21] Cuartel General de la UME, «Boletín informativo NRBQ y medioambiental de la UME,» 2017-2018.
- [22] Ministerio de Defensa, «Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa,» 02 10 2013. [En línea]. Available: <https://www.tecnologiaeinovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detalleiniciativa.aspx?iniciativaID=106>. [Último acceso: 20 10 2019].
- [23] ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA UNIDAD MILITAR DE EMERGENCIAS , «OPORD 304/18 “EMERGENCIAS POR RIESGOS TECNOLÓGICOS Y MEDIOAMBIENTALES UME”,» Madrid, 2018.
- [24] «Blog Guardia Civil,» Grupo Joly, 14 05 2014. [En línea]. Available: <https://especiales.grupojoly.com/guardiacivilresponde/2014/05/el-servicio-de-desactivacion-de-explosivos-y-defensa-nrbq/>. [Último acceso: 02 octubre 2019].
- [25] Cuerpo Nacional de Policía, «Dirección General de la Policía,» [En línea]. Available: https://www.policia.es/org_central/informacion/funciones.html. [Último acceso: 01 octubre 2019].
- [26] Guardia Civil, «FICHA C5 (2018_04_07 13_33_39 UTC),» 2018.
- [27] Guardia Civil, «FICHA C19 (2018_04_07 13_33_39 UTC),» 2018.
- [28] Cuerpo Nacional de Policía, *CIRCULAR 50/89 CNP*, 2005.
- [29] Mando de Adiestramiento y Doctrina, MI-500. RADIOTELÉFONO PR4G V3, 2016, p. 78.
- [30] THALES PROGRAMAS de Electrónica y Comunicaciones, MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ORGANICO DE 1º Y 2º ESCALON DE LAS CONFIGURACIONES DOTADAS CON EL RT-9210 V3, 2019, p. 318.
- [31] THALES PROGRAMAS de Electrónica y Comunicaciones, S.A.U. , «PR4G V3S. NUEVAS FUNCIONALIDADES FORMA DE ONDA SUPERMUX,» 2019.
- [32] J. Á. N. Alfonso, «LA UPI Unidad de Primera Intervencion NRBQ,» 2018.
- [33] Ministerio de Interior, «Gobierno de España. Ministerio de Interior,» 26 07 2005. [En línea]. Available: http://www.interior.gob.es/noticias/detalle/-/journal_content/56_INSTANCE_1YSSI3xiWuPH/10180/1153900/. [Último acceso: 05 01 2020].
- [34] Indra, «Satcom at the Quick Halt (ATQH),» 2016.
- [35] Indra, «TLB-50. Terminal Fly away de alta capacidad y elevadas prestaciones,» 2017.
- [36] Uniersidad Internacional de Valencia, «Uniersidad Internacional de Valencia,» 22 12 2016. [En línea]. Available:

- <https://www.universidadviu.es/diferencias-senal-analogica-digital/>.
[Último acceso: 14 octubre 2019].
- [37] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Tendencias según especialidades. Transmisiones, 2017, p. 18.
- [38] Rhode&Schwarz, «R&S®SDTR VR5000 Vehicular Tactical Radio,» Munich, Germany, 2017.
- [39] Rohde & Schwarz , «SOVERON® VR Vehicular Tactical Radio,» Munich, Germany, 2019.
- [40] Rohde & Schwarz, «SOVERON® HR Handheld Tactical Radio,» Munich, Germany, 2019.
- [41] L3Harris Technologies, Inc, «L3HARRIS AN/PRC-163. Multi-channel Handheld Radio.,» 2019.
- [42] L3Harris Technologies, Inc, «L3HARRIS FALCON® IV AN/PRC-158. Multi-channel Manpack (MCMP).,» 2019.
- [43] Bittium, «Bittium Tough SDR Handheld,» Oulu, Finland , 2019.
- [44] Bittium, «Bittium Tough SDR Vehicular,» Oulu, Finland , 2019.
- [45] Grupo Thales, «Compañía Thales,» [En línea]. Available: <https://www.thalesgroup.com/en>. [Último acceso: 12 octubre 2019].
- [46] Organismo Internacional de Energía Atómica , «Organismo Internacional de Energía Atómica,» [En línea]. Available: <https://www.iaea.org/es/temas/tratado-sobre-la-no-proliferacion>. [Último acceso: 12 10 2019].
- [47] Power Data, Del bit...al Big Data, Power Data, p. 30.
- [48] Mando de Adiestramiento y Doctrina, «MI-502. RADIOTELÉFONO SPEARNET,» 2017.
- [49] Estado Mayor del Ejército, MT6-605. Manual técnico Radioteléfono PR4G, 1997, p. 254.
- [50] J. Hopkins, «Coronavirus COVID-19 Global Cases,» CSSE, 07 03 2020. [En línea]. Available: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. [Último acceso: 07 03 2020].

Anexo 1. Efectos de las amenazas NBQR

Efectos de la amenaza nuclear.

El término bomba nuclear o radiológica, se utiliza para denominar a las armas que utilizan las propiedades de fisión o fusión de los elementos químicos para provocar una explosión nuclear y la correspondiente emisión de partículas radiactivas. Sus efectos son:

- Flash. Intenso fogonazo luminoso que se produce en una explosión nuclear que puede provocar ceguera de manera temporal o permanente.
- Térmicos. Se generan unos pulsos térmicos de elevada intensidad que pueden producir quemaduras en personas, animales y cosas, así como incendios a gran distancia del punto de la explosión nuclear.
- Mecánicos. El aumento de la temperatura por los efectos térmicos provoca una onda de choque, con dos efectos: sobrepresión (actúa por aplastamiento) y presión dinámica (arrastra y proyecta objetos).
- Radiactivos. Emisión de partículas radiactivas (alfa, beta, gamma y neutrones), estos últimos provocan la denominada radiación ionizante. La radiación provoca en el hombre y en los seres vivos importantes trastornos de salud a corto y largo plazo e incluso la muerte, dependiendo de la dosis recibida.
- Electromagnéticos. Pueden llegar a producir efectos muy importantes (por sobrecarga) sobre aparatos y equipos tanto eléctricos como electrónicos, sin afectar a las personas.

Efectos de la amenaza biológica.

Un ataque biológico consiste en la liberación intencionada de agentes patógenos que pueden causar enfermedad o muerte en los seres vivos (hombre, animales y plantas). Por lo general, es necesario que estos agentes biológicos deban inhalarse, absorberse por la piel o ingerirse para causar la enfermedad.

Una de las características de la amenaza biológica que la diferencia del resto, es la transmisibilidad, es decir la capacidad de multiplicarse en el organismo huésped y trasladarse a otro organismo. Esta capacidad confiere a la amenaza biológica un mayor grado de permanencia en el tiempo y de dificultad de gestión de sus efectos.

Otra característica es la dificultad de detectar la presencia del agente biológico antes de que aparezcan los primeros síntomas, lo cual dificulta la predicción inicial de la zona contaminada y de los organismos infectados.

Asimismo resulta difícil garantizar la descontaminación del combatiente afectado, ya que en muchas ocasiones se requerirá un periodo posterior de aislamiento (cuarentena).

Efectos de la amenaza química.

Un ataque químico es un acto deliberado de liberación de un gas, líquido o sólido tóxico para contaminar a las personas y/o al medio ambiente.

Los agentes químicos producen efectos físicos y psíquicos en los seres vivos, que van desde la incapacidad temporal hasta la enfermedad grave o la muerte. Los efectos a corto plazo se denominan de "toxicidad aguda" y suelen propagarse a través de nuestro organismo por la sangre, sistema respiratorio, etc... Por otro lado los efectos a largo plazo son más lentos, requieren exposiciones repetidas y pueden tardar meses o años en aparecer. Es la llamada "toxicidad crónica".

Anexo 2. Tratados Internacionales de no proliferación

Tratado de No proliferación de Armas Nucleares. TNP

El Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP) es la piedra angular de los esfuerzos mundiales para prevenir que las armas nucleares se sigan propagando, fomentar los usos pacíficos de la energía nuclear y promover el objetivo del desarme nuclear. El tratado constituye actualmente el marco para mantener el equilibrio entre la seguridad internacional y el progreso técnico en este ámbito. Es un tratado abierto, revisable, se firma en 1968, entrando en vigor en 1970. Tiene tres pilares fundamentales: limitar la posesión de armas nucleares a cinco países (los miembros permanentes del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas (ONU)), facilitar la investigación, desarrollo y trasvase de tecnología nuclear para uso pacífico a los no poseedores y la NO-proliferación y desarme.

En virtud de los artículos I, II y III del TNP los Estados dotados de armas nucleares (EEUU, Rusia, China, Reino Unido y Francia) se comprometen a no transferir armas nucleares a otros Estados, y los Estados sin armas nucleares se comprometen a no dotarse de ellas y a suscribir acuerdos de salvaguardias con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para que verifique que sus programas nucleares civiles no se desvían a fines militares.

Por otra parte, el artículo IV del TNP reconoce el derecho al uso de la energía nuclear con fines pacíficos y establece el principio de la cooperación internacional para el desarrollo de la energía nuclear.

Sin embargo, pueden destacarse algunos problemas en el régimen de no proliferación nuclear basado en el TNP:

- Aunque tan solo cinco estados no lo ha firmado o lo han abandonado: India, Israel, Pakistán, Sudan del Sur y Corea del Norte (abandono), el tratado no es universal.
- Se ha producido un desarrollo nuclear fuera del tratado por parte de India, Israel, Pakistán y Corea del Norte.
- El cumplimiento del compromiso de desarme nuclear aún no se ha materializado en su totalidad [39].

Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenaje y Uso de Armas Químicas y sobre su destrucción

La Convención es un tratado internacional que prohíbe el desarrollo, la producción, el almacenamiento, la transferencia y el empleo de armas químicas, y dispone además la destrucción de estas armas en un plazo de tiempo específico.

La Convención sobre las Armas Químicas entró en vigor en 1997 y otorgó a la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ) la potestad de erradicar para siempre las armas químicas y de verificar la destrucción, en los plazos establecidos, de los arsenales de armas químicas declarados.

Esta Convención tiene carácter único, pues constituye el primer tratado multilateral destinado a prohibir toda una categoría de armas de destrucción masiva y a velar por la verificación internacional de su destrucción. Asimismo, se trata del primer tratado de desarme negociado en un marco multilateral, en beneficio de una mayor transparencia y de su aplicación por igual en todos los Estados Partes.

La Convención se negoció asimismo con la plena participación de la industria química de todo el mundo, lo que permitió asegurar la cooperación constante de la industria en el régimen de verificación industrial de la Convención. La Convención asigna por mandato la inspección de las instalaciones industriales, a fin de garantizar que las sustancias químicas tóxicas (tanto productos finales como componentes) se emplean únicamente para fines no prohibidos por la Convención.

Convención sobre armas biológicas

La Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas (Biológicas) y Toxínicas y sobre su destrucción, conocida como la Convención sobre Armas Biológicas (BWC), fue el primer tratado de desarme multilateral que prohibía la producción de una categoría completa de armas.

Fue el resultado de prolongados esfuerzos de la comunidad internacional para establecer un nuevo instrumento que complementara a lo Protocolo de Ginebra de 1925. Entró en vigencia el 26 de marzo de 1975.

Actualmente comprende 180 estados y prohíbe el desarrollo, producción, y almacenamiento de armas biológicas y toxinas.

Al contrario que los otros tratados de prohibición no tiene ningún organismo de control ni de verificación, por lo que depende de las buenas intenciones y prácticas de los estados miembros

Anexo 3. Tipos de accidentes industriales

1.-Explosiones: (Fenómenos Mecánicos Peligrosos).

En los establecimientos las explosiones representan, junto con los incendios, los accidentes más frecuentes y destructivos. Las explosiones más frecuentes en la industria química son las producidas por nubes de vapor y el nitrato amónico.

2.-Incendios: (Fenómenos Térmicos Peligrosos).

En la industria química se elaboran, utilizan o trasiegan productos inflamables (mayoritariamente derivados del petróleo, que pueden dar origen a los tipos de incendio ya mencionados). La mayor parte de los accidentes presentan en general una causa común: la fuga masiva e incontrolada de producto sobre el medio que rodea el depósito de almacenamiento o equipo.

3.-Fugas tóxicas: (Fenómenos Químicos Peligrosos).

Entre los accidentes graves que pueden producirse en las industrias que almacenan, utilizan o procesan sustancias químicas, las emisiones y la formación de nubes están considerados como los de mayor peligrosidad respecto a sus consecuencias y complejidad en cuando a su modelización.

4.-El efecto dominó.

Debe entenderse como el agravamiento de las consecuencias de un accidente, debido a que éste puede provocar otros accidentes en el establecimiento afectado o en otros de su entorno, pudiendo darse el caso de que los nuevos accidentes provocados por el anterior sean de consecuencias mucho más severas que las causadas por el accidente que las originó. La estadística muestra que en casi un 60% de los casos ocurre sólo un accidente, mientras que en un 25% de los casos ocurre una serie de incidentes.

Anexo 4. Contactos realizados con expertos para el desarrollo del TFG

Unidad de destino	Empleo y cargo	Método de contacto	Lugar	Fecha
Academia General Militar (Zaragoza)	Teniente Coronel (Jefe del Departamento de Técnica Militar de la AGM)	Entrevista personal	Academia General Militar (Zaragoza)	24/10/2019
				28/10/2019
		Entrevista telefónica		30/10/2019
				17/01/2020
				30/01/2020
Academia General Militar (Zaragoza)	Comandante (Experto en medios de transmisiones)	Entrevista personal	Academia General Militar (Zaragoza)	28/10/2019
				29/10/2019
Unidad Militar de Emergencias	Teniente Coronel (Jefe del Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales)	Entrevista telefónica		23/10/2019
Unidad Militar de Emergencias	Teniente (Componente del Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales)	Entrevista telefónica		25/10/2019
Academia General Militar (Zaragoza)	Capitán (Diplomado en DNBQ)	Entrevista personal	Academia General Militar (Zaragoza)	23/10/2019
Grupo de Reserva y Seguridad número 5 (Casetas, Zaragoza)	Subteniente (Jefe del Área de Instrucción y Doctrina del GRS 5)	Entrevista personal	Grupo de Reserva y Seguridad número 5 (Casetas, Zaragoza)	27/10/2019
				01/02/2020
		Entrevista telefónica		24/10/2019
				26/10/2019
				05/03/2020
Tercio "Duque de Alba" 2 de la Legión (Ceuta)	Sargento Primero (Diplomado en DNBQ)	Entrevista personal	Acuartelamiento Serrallo-Recarga (Ceuta)	10/09/2019
				15/09/2019
				27/09/2019
				09/10/2019
				13/10/2019
				16/10/2019
		Entrevista telefónica		15/01/2020
				30/01/2020
Tercio "D. Juan de Austria" 3 de la Legión (Almería)	Sargento Primero (Diplomado en DNBQ)	Entrevista telefónica		25/09/2019
Grupo TEDAX-NBQ de la Jefatura Superior de Ceuta	Inspector Jefe del Grupo TEDAX-NBQ de la Jefatura Superior de Ceuta	Entrevista personal	Dirección General de la Policía (Ceuta)	20/09/2019
				10/10/2019
		Entrevista telefónica		29/02/2020
				15/09/2019
				19/02/2020
Academia de Infantería	Subteniente (Componente de Departamento de Técnica Militar de la ACINF, experto en medios de transmisiones)	Entrevista personal	Academia de Infantería	29/01/2020
				06/02/2020
				18/02/2020
				24/02/2020
				03/03/2020
		Entrevista telefónica		11/02/2020
				19/02/2020
				05/03/2020
				07/03/2020

Tabla 6. Entrevistas con expertos. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5. Equipo de Protección Individual NBQ

El equipo de protección individual (EPI) NBQ se compone de los siguientes elementos:

-Uniforme. Formado por una serie de elementos que en combinación con la máscara cubren por completo el cuerpo del usuario.

Consta de un chaquetón, un pantalón, un par de guantes, un par de cubre botas y una bolsa de transporte con capacidad para todos estos elementos.



Ilustración 4. Chaquetón del uniforme. Fuente: [16]



Ilustración 5. Pantalón del uniforme. Fuente: [16]



Ilustración 6. Guantes. Fuente: [16]



Ilustración 7. Cubrebotas. Fuente: [16]



Ilustración 8. Bolsa de transporte del uniforme, guantes y cubrebotas. Fuente: [16]



Ilustración 9. Bolsa hermética/impermeable para uniforme. Fuente: [16]

-Máscara y filtros. La máscara con filtros purifica el aire, cumpliendo los requisitos de protección contra los niveles de amenaza NBQ.

El sistema está diseñado para ofrecer al usuario mayores niveles de protección NBQ, reducir la carga para el usuario, integrarse con una serie de equipos para mantener la capacidad operativa, aumentar la eficiencia de las comunicaciones y mejorar la visión de las armas

También cuenta con una bolsa para su transporte y una bolsa hermética para la máscara, que la protege de polvo, arena, suciedad y agua.



Ilustración 10. Máscara y filtros. Fuente: [16]



Ilustración 11. Bolsa de transporte para la máscara y filtros. Fuente: [16]



Ilustración 12. Bolsa hermética/impermeable para máscara. Fuente: [16]

Anexo 6. Medios de detección NBQ

Hoy en día, nuestras unidades de las FAS, cuentan con una serie de detectores de agentes NBQ en dotación.

-Detector alarma de agentes químicos M-90

El detector M-90 utiliza una tecnología de espectroscopia de movilidad de iones (IMS) para la detección de agentes químicos de guerra neurotóxicos, vesicantes y hemotóxicos.

Se puede conectar al equipo, un módulo transmisor (M90-TM), que permite al personal que porta la unidad de alarma personal (M90-PA), recibir las alarmas de aviso de la presencia de agentes y de fallo en su funcionamiento. Además, tiene tres alarmas visuales que indican el tipo de agente y su nivel de concentración.



Ilustración 13. Detector alarma de agentes químicos M-90. Fuente: [17]

Cuando se detecta un agente químico se activa la alarma y se encienden las luces correspondientes a la detección y concentración del agente. La alarma sonora y la luz continúan hasta que la concentración del agente cae por debajo del límite mínimo de detección. Si por el contrario la concentración del agente aumenta, la luz que indica el nivel de concentración empieza a parpadear. Si decrece o permanece constante, la luz se mantiene fija. La alarma de fallo es un sonido continuo y permanece hasta que se corrige el fallo.

-Detector de alarma de agentes químicos GID3

El GID3 (Graseby Ionics Detector 3) es un detector diseñado para uso portátil o vehicular.

Detecta agentes neurotóxicos y vesicantes en tiempo real y puede ser reprogramado en fábrica para detectar nuevos agentes.

El GID3 toma una muestra de aire en dos tubos IMS uno de los cuales está configurado para la detección de iones positivos y el otro para la detección de iones negativos. Esta configuración permite la detección continua y simultánea de agentes vesicantes y de agentes neurotóxicos.



Ilustración 14. Detector de alarma de agentes químicos GID3. Fuente: [17]

La señal procesada se muestra de manera gráfica en una pantalla, indicando el tipo de agresivo químico, y su concentración mediante un conjunto

de ocho barras. El detector está equipado con circuitos de protección frente al pulso electromagnético, y puede operar con alimentación eléctrica desde un vehículo, o mediante una batería que proporciona corriente continua a 24 voltios. Dispone de alarma visual y de audio, que se activa cuando el nivel supera las tres barras. Además puede incorporar un dispositivo de alarma remota.

-Dosímetro táctico PM 2012M

El PM2012M es un detector individual químico y radiológico, que permite la medición de tasa de dosis¹³ y dosis de radiación gamma, y también permite la detección limitada de agentes químicos de guerra. Sin embargo, no detecta agentes vesicantes del grupo de las mostazas, como la iperita.



Ilustración 15. Dosímetro táctico PM 2012M. Fuente: [17]

El aparato dispone de dos módulos independientes entre sí:

- *Módulo detector radiológico, el cual está en funcionamiento siempre que esté encendido el aparato, midiendo la tasa de dosis, la dosis y el tiempo de acumulación.

- *Módulo detector químico, el cual solo está en operación cuando la tapa giratoria está en la correspondiente posición.

-Dosímetro nuclear SOR/T y lector registrador XOM/T

El SOR/T es un dosímetro individual que registra la dosis acumulada recibida por el portador del mismo. Dicha información puede ser transferida y almacenada en el lector-grabador XOM/T, de manera que controla los efectos derivados de la exposición a la radiación. El dosímetro SOR/T solamente puede ser configurado, asignado, activado y leído automáticamente para almacenar la información mediante el lector XOM/T.

El SOR/T se configura mediante el XOM/T según se establezca en la Célula de DNBQ, pudiendo realizarlo de forma muy variada, desde que el portador no vea ninguna información en pantalla ni oiga ninguna alarma en caso de superación de los niveles umbrales hasta que pueda ver toda la información y oír todas las alarmas.

El XOM/T permite realizar la lectura y almacenar la información de 200 dosímetros SOR/T, identificando el número de serie de cada uno, almacenando la información y borrando la anterior información relativa al mismo, cada vez que el equipo realiza la lectura de un determinado dosímetro SOR/T.

¹³ La tasa de dosis es la velocidad a la que se absorbe la dosis. Es decir dosis absorbida por unidad de tiempo



Ilustración 16.
Dosímetro SOR/T.
Fuente: [17]



Ilustración 17. Lector registrador XOM/T.
Fuente: [17]

Anexo 7. Tipos de mensajes NBQR

El contenido de los mensajes NBQR es distinto dependiendo de si es químico (CHEM), biológico (BIO), nuclear (NUC) o desconocido (UNK). Los mensajes NBQR que permiten el traspaso de información relacionada con un incidente NBQR son los siguientes:

- NBQ-1. Es un mensaje originado por cualquier fuente u observador, equipo o unidad, con la finalidad de proporcionar información básica de la observación de un incidente.
- NBQ-2. Es un mensaje empleado para transmitir datos evaluados, en función de la información obtenida de los NBQ-1.
- NBQ-3. Es un mensaje empleado para proporcionar una alerta inmediata sobre áreas previstas de peligros NBQR.
- NBQ-4. Es un mensaje empleado para transmitir los datos de la detección NBQR, obtenidos por unidades de defensa NBQR o por unidades que dispongan de medios y de nivel de aptitud de defensa NBQR adecuado. Este mensaje se puede utilizar en dos casos:

-Cuando se produzca una detección NBQR y no se haya observado previamente el incidente NBQR.

-Para transmitir medidas de contaminación NBQR como parte de una operación de reconocimiento, vigilancia o seguimiento.

- NBQ-5. Es un mensaje empleado para difundir información sobre zonas realmente contaminadas.
- NBQ-6. Es un mensaje empleado para proporcionar información adicional del incidente NBQR, no contemplada en los anteriores mensajes.
- Informe de situación NBQR (NBQRSITREP). Es un mensaje de texto libre para proporcionar un resumen de la actividad, relacionada con incidentes NBQR posibles o reales. El CCNBQ compilará los informes recibidos de sus CCNBQ subordinados con toda la situación NBQR de las unidades y de las incidencias NBQR, con la intención de informar al mando y remitirlo al CCNBQ superior con la periodicidad que se establezca. La información que contenga el NBQRSITREP determinará su clasificación.
- Informe de alerta por material peligroso (HAZWARN). Proporciona una alerta por la posibilidad de una importante emisión, causada tanto por una acción propia como por parte del adversario.
- Informes meteorológicos (BWR, EDR, CDR). Proporcionan información meteorológica detallada sobre temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, precipitaciones y estabilidad, con la finalidad de determinar los efectos de un agente NBQR en el medioambiente que rodea el incidente.
- Informe ataque nuclear fuerzas propias (STRIKWARN). Proporciona información acerca de un ataque nuclear inminente realizado por fuerzas propias y alerta de la consiguiente distancia mínima de seguridad. A los mensajes NBQ-1 que informen del uso por primera vez de armas o

artefactos NBQR por parte del enemigo, debe dárseles prelación FLASH (Z). A todos los demás mensajes, debe dárseles la prelación que refleje el valor operacional de sus contenidos. Normalmente la prioridad INMEDIATA (O) será la adecuada. Todos los mensajes NBQR estarán normalmente sin clasificar (SINCLAS), a menos que contengan información operacional específica y el mando considere que deba protegerse.

Anexo 8. Informes NBQ

Lista de los grupos para los encabezamientos general y común de los mensajes NBQ:

- EXER: Identificación del ejercicio.
- OPER: Código de la operación.
- MSGID: Identificación mensaje.
- REF: Referencia.
- GEODATUM: Dato geodésico.
- DTG: Grupo fecha-hora del mensaje.
- ORGIDDF: Indica la organización del redactor.
- CBRNTYPE: Tipo de mensaje NBQR.

GRUPOS	NBQR 2				NBQR 3				NBQR 4				NBQR 5				CBRN	CBRN	CBRN
	N	B	Q	R	N	B	Q	R	N	B	Q	R	N	B	Q	R	BWR	EDR	CDR
EXER	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
OPER	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
MSGID	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
REF	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
GEODATUM	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M			
DTG	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
ORGIDDF	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
CBRNTYPE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Tabla 7. Encabezamiento mensajes NBQ. Fuente: [17]

En la anterior tabla, las letras indican M (Mandatory), O (Optional) y C (Conditional).

Lista del resto de los grupos para mensajes NBQ:

- ALFA: Numero Serie del incidente.
- BRAVO: Localización del observador y dirección del incidente.
- DELTA: Grupo fecha-hora del inicio y fin del incidente. Se utiliza siempre la hora zulú.
- FOXTROT: Localización del incidente.
- GOLF: Información sobre la dispersión y la cantidad.
- GOLFC: Información precisa sobre la dispersión precisa y de la cantidad.
- HOTEL: Tipo de explosión nuclear.
- INDIA: Información de la emisión de un incidente NBQ.
- INDIAB: Información de la emisión y toma de muestras de un incidente biológico.
- INDIAC: Información de la emisión y toma de muestras de un incidente químico.
- INDIAR: Información de la emisión y toma de muestras de un incidente radiológico.
- JULIET: Tiempo resplandor-sonido en segundos.
- KILO: Descripción del cráter.
- LIMA: Anchura angular de la nube nuclear a los H+5 minutos.
- MIKE: Medida de la nube estabilizada a los H+10 minutos.

- MIKECB: Descripción y estado del agente químico/biológico o almacenaje o información de la emisión.
- MIKER: Descripción y estado del incidente químico, biológico y radiológico.
- NOVEMBER: Potencia de la explosión nuclear estimada en kilotonos.
- OSCAR: Grupo fecha-hora para las líneas de contorno estimadas.
- PAPAA: Área de emisión y área de peligro predichas.
- PAPAB: Parámetros de la predicción detallada del peligro por lluvia radiactiva.
- PAPAC: Contorno exterior determinado de la nube radiactiva.
- PAPAD: Dirección a favor del viento determinado de la nube radiactiva.
- PAPAR: Parámetros de la predicción del peligro radiológico.
- PAPAX: Localización del área de peligro para el periodo meteorológico.
- QUEBEC: Localización de la lectura/toma de muestra/detección y tipo de toma de muestra/detección.
- ROMEO: Nivel de contaminación, tendencia de la tasa de dosis y tendencia de la tasa de decaimiento.
- SIERRA: Grupo fecha-hora de la lectura o detección inicial de la contaminación.
- TANGO: Descripción de terreno/topografía y vegetación.
- WHISKEY: Información del sensor.
- XRAYA: Información del contorno actual.
- XRAYB: Información del contorno predicho.
- YANKEE: Dirección y velocidad hacia dónde va el viento.
- ZULU: Condiciones meteorológicas reales.
- GENTEXT: Información NBQ (texto libre).

Anexo 9. Medios de transmisiones actuales ET.

MODELO	TRC 9200 V1	TRC 9200 V2	TRC 9210 V3	TRC 9210 V3+	SPEARNET
RANGO DE FRECUENCIAS	30 a 87975 MHz	30 a 87975 MHz	30 a 87975 MHz	30 a 87975 MHz	1,2 a 1,4 GHz
SEPARACIÓN DE CANALES/ ANCHO DE BANDA	25 kHz / 25 kHz	25 kHz / 25 kHz	25 kHz / 25 kHz	25 kHz / 25 kHz	1 MHz / 20 MHz
SEGURIDAD	COMSEC Y TRANSEC	COMSEC Y TRANSEC	COMSEC Y TRANSEC	COMSEC Y TRANSEC	AES 256- bits
FORMAS DE ONDA	FM / 4CPFSK (SCR4)	FM / 4CPFSK (SCR4)	FM / 4CPFSK (SCR4)y 8CPFSK (8-CPM)	FM / 4CPFSK(SCR4) y 8CPFSK (8-CPM)	DSSS
CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES	-40ª a +70º C	-40ª a +70º C	-40ª a +70º C	-40ª a +70º C	-20ª a +55º C
CAPACIDAD IP	NO	NO	IP	IP	VoIP/SIP
Mobile Ad-Hoc Networking	NO	NO	SOLO EN IP	SI	SI
SATCOM	NO	NO	NO	NO	NO
CAPACIDAD SDR	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 8. Medios de transmisiones actuales ET. Fuente: Elaboración propia, a partir de [49] [29] [31] [48]

Anexo 10. Comparativa de potenciales medios de mejora

MODELO	L3HARRIS AN/PRC-163	L3HARRIS FALCON® IV AN/PRC-158	BITTIUM TOUGH SDR VEHICULAR™	BITTIUM TOUGH SDR HANDHELD™	R&S®VR5000 Vehicular Tactical Radio	R&S®HR5000 HANDHELD TACTICAL RADIO
RANGO DE FRECUENCIAS	R/T 1-->VHF low: 30-88 MHz VHF high: 118-174 MHz UHF: 225-512 MHz MUOS(A) SATCOM: 300-320 MHz UL / 360-380 MHz DL-->UHF SATCOM: 291-318.3 MHz UL / 243-270 MHz DL-->SBTW / SA: 30-2600 MHz R/T 2-->UHF: 225-450 MHz L/S-band: 1300-2600 MHz	30 MHz-2.5 GHz Narrowband: VHF: 30-225 MHz UHF: 225-520 MHz, 762-874 MHz SATCOM: RX: 243-270 MHz TX: 292-318 MHz MUOS: RX: 360-380 MHz TX: 300-320 MHz Wideband: UHF: 225-520 MHz L-BAND: 762 MHz-2.5 GHz	ANT1: 225 MHz to 2500 MHz ANT2: 30 MHz to 512 MHz Receiver: 30 MHz to 2500 MHz for both ANT1 and ANT2	30 - 2500 MHz	30 MHz to 512 MHz	30 MHz to 512 MHz
SEPARACIÓN DE CANALES/ ANCHO DE BANDA	R/T 1: 5 kHz-10 MHz R/T 2: 5 kHz-40 MHz	Narrowband: 8.33 kHz, 12.5 kHz, 25 kHz Wideband: 1.2 MHz, 2.5 MHz, 5 MHz and 10 MHz FM Deviation: 5 kHz, 6.5 kHz, 8 kHz	Channel bandwidth ANT1: 25 kHz to 10 MHz ANT2: 25 kHz to 5 MHz	25 kHz to 10 MHz		
SEGURIDAD	Denali®-based Type 1 Suite A/B	Sierra™ II-based, Type 1 (Suite A/B) NSA Certified TOP SECRET and below	Red/black separation Secured boot Tampering detection and response Emergency erase COMSEC and TRANSEC allowing implementation of national algorithms Application Sandbox for customer applications	Red/black separation Secured boot Tampering detection and response Emergency erase COMSEC and TRANSEC allowing implementation of national algorithms Application Sandbox for customer applications	German engineering for backdoor-free encryption using 256-bit AES (COMSEC) Anti-jam (AJ) frequency hopping (TRANSEC)	German engineering for backdoor-free encryption using 256-bit AES (COMSEC) Anti-jam (AJ) frequency hopping (TRANSEC)
FORMAS DE ONDA	Narrowband Waveforms: FM/FSK, AM/ASK, SINCGARS, HAVEQUICK I/II; P25	Narrowband Waveforms: AM/FM, VHF/UHF LOS, SINCGARS, HAVEQUICK I/II, HPW (SATURN upgradeable)	Bittium Narrowband Waveform™ (25 kHz)	Bittium Narrowband Waveform™ (25 kHz)		
	Wideband Waveforms: ANW2®C; SRW, TSM-X™	Wideband Waveforms: SRW, ANW2®C (TSM upgradeable)	Bittium TAC WIN Waveform™ (5/10 MHz) with data throughput up to 25 Mbps	Bittium TAC WIN Waveform™ (5/10 MHz) with data throughput up to 25 Mbps		
	UHF SATCOM Waveforms: HPW, IW; future capability software upgrade: MUOS	UHF SATCOM Waveforms: MIL-STD-188-181B dedicated channels MIL-STD-188-182A, 183A DAMA MIL-STD-188-181C, 183B IW Phase 1	ESSOR High Data Rate Waveform (1.25 MHz) with data throughput up to 1 Mbps at the radio link	ESSOR High Data Rate Waveform (1.25 MHz) with data throughput up to 1 Mbps at the radio link	A3E/F3E SOVERON® WAVE AJ-NB-S ESSOR High Data Rate Waveform	A3E/F3E SOVERON® WAVE AJ-NB-S ESSOR High Data Rate Waveform
	Voice and Data Modes: Voice: Narrowband analog/PCM AM/FM/CVSD ASK/FSK, cipher text Wideband 2400 bps MELPe; LPC/2400-MELP – SATCOM (IW) Data: Narrowband CVSD Wideband up to 16 MbpsASK/FSK cipher textanalog/PCM AM/FM	Voice and Data Modes: Simplex or half duplex MIL-STD-188-113 CVSD STANAG 4198 LPC-10e STANAG 4591 MELPe Full duplex capable Transmission Modes: AM, ASK, FM, FSK, PSK, CPM, GMSK	Supports also porting of legacy and national proprietary waveforms	Supports also porting of legacy and national proprietary waveforms		
CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES	Temperature: Operating: -30°C to +55°C Immersion: 20 meters	Temperature: Operating: -40°C to +55°C Immersion: 2 meter salt water (MIL-STD-810G)	Temperature Operating: -40 °C to +55 °C	Temperature Operating: -40 °C to +55 °C	Temperature Operating: -40 °C to +55 °C	Temperature Operating: -40 °C to +55 °C
CAPACIDAD IP	VoIP	VoIP	VoIP	VoIP	VoIP	VoIP
Mobile Ad-Hoc Networking	SI	SI	SI	SI	SI	SI
SATCOM	SI	SI	NO	NO	NO	NO
CAPACIDAD SDR	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 9. Comparativa de potenciales medios de mejora. Fuente: Elaboración propia, a partir de [43] [44] [41] [42] [38] [39] [40]