



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Evolución del concepto de empleo CIS en el entorno operativo de actuación de la BRILEG dentro de las Fuerzas Armadas

Autor

**Sergio Santos González**

Directores

Prof. Jorge Ortín Gracia

Comandante Fernando Gordo García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2015

## **RESUMEN**

Con el siguiente Trabajo de Fin de Grado se pretende proporcionar un conocimiento general, tanto al usuario civil como al militar, de los medios CIS (Sistemas de Información y Telecomunicaciones) tácticos de que dispone la Brigada de la Legión y de cómo se emplean. Este análisis se circunscribe a los medios CIS específicamente del ámbito de las telecomunicaciones e incluye un análisis de sus capacidades tecnológicas y operativas, sus vulnerabilidades y las tendencias necesarias que permitirán a estos medios adaptarse al futuro e incierto escenario operativo de actuación en el que tendrá que actuar una unidad puntera de las Fuerzas Armadas como es la Legión. Como parte de este análisis también se incluye una encuesta en la que los propios usuarios que manejan estos medios CIS expresan su grado de conformidad con ellos.

La continua evolución de la tecnología también ha tenido gran incidencia en el mundo militar de los CIS. Por tanto, se realiza un estudio de los nuevos medios introducidos recientemente en el Ejército de Tierra y los que previsiblemente se incorporarán en un futuro.

---

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| RESUMEN.....   | 1         |
| LISTADO DE FIGURAS.....  | 3         |
| LISTADO DE ACRÓNIMOS.....  | 4         |
| <b>1. Introducción.....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1. Motivación y antecedentes.....  | 5         |
| 1.2. Objetivos y alcance del TFG.....  | 5         |
| 1.3. Metodología utilizada.....  | 6         |
| 1.4. Organización de la memoria.....   | 6         |
| <b>2. La Compañía de Transmisiones de la Legión y la función de combate Mando.....</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1. Generalidades de la Brigada de la Legión.....                                       | 8         |
| 2.2. La CIA de Transmisiones de la Legión.....   | 8         |
| 2.3. La función de combate MANDO.....  | 8         |
| <b>3. Medios CIS en la Brigada de la Legión.....</b>                                     | <b>10</b> |
| 3.1. Generalidades de los Sistemas de Telecomunicaciones e Información.....              | 10        |
| 3.2. La Red Básica de Área.....  | 11        |
| 3.3. Los Sistemas Satélite.....  | 13        |
| 3.4. La Red Radio de Combate.....  | 17        |
| 3.4.1. HF.....   | 18        |
| 3.4.2. VHF.....  | 18        |
| 3.4.3. UHF.....  | 19        |
| 3.5. Otros Medios CIS en la Brigada (TALOS, UAV).....                                    | 20        |
| <b>4. Plan de Modernización CIS en el ET: Evolución del C2 a C4ISR.....</b>              | <b>21</b> |
| 4.1. El plan MC3: Todo sobre el protocolo de Internet (EoIP).....                        | 21        |
| 4.2. Alcance del Plan MC3 para la BRILEG.....  | 22        |
| <b>5. Encuesta CIS a la Compañía de Transmisiones de la BRILEG.....</b>                  | <b>24</b> |
| <b>6. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>27</b> |
| Anexo 1: Diagrama de Gantt del TFG.....  | 27        |
| Anexo 2: El espectro electromagnético.....   | 28        |
| Anexo 3: Estaciones RBA.....   | 28        |
| Anexo 4: Bandas de comunicación por satélite.....  | 30        |
| Anexo 5: Medios CIS civiles satélite disponibles en la BRILEG.....                       | 30        |
| Anexo 6: Trasmisión NVIS (Near the Vertical Incidence Skywave).....                      | 31        |
| Anexo 7: Sistema TALOS.....  | 32        |
| Anexo 8: Sistema UAS (Unmanned Aircraft System).....                                     | 33        |
| Anexo 9: Resultados de la encuesta realizada a la CIA de Transmisiones de la BRILEG..... | 35        |

## LISTADO DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Estructura de la RBA [2] .....   | 12 |
| Figura 2: Cobertura del satélite XTAR-EUR [4] .....  | 14 |
| Figura 3: Terminales satélite TLX5, TLX50, TLB50 y TLB50 IP [5] .....                          | 15 |
| Figura 4: Comunicación vía satélite con trama SECOMSAT [5] .....                               | 16 |
| Figura 5: Comunicación vía satélite con trama acceso RBA [4] .....                             | 16 |
| Figura 6: Interior de un vehículo Mercurio, con las 2 radios PR4-G y la radio Harris [5] ..... | 17 |
| Figura 7: Radio PR4-G portátil [7] .....   | 19 |
| Figura 8: Distribución en bandas del espectro electromagnético [12] .....                      | 28 |
| Figura 9: Estación Centro Nodal .....  | 29 |
| Figura 10: Estación Satélite [4] .....   | 29 |
| Figura 11: Terminal Iridium (izquierda) y terminal Thuraya (derecha) [6] .....                 | 30 |
| Figura 12: Cobertura del sistema Thuraya [6] .....   | 31 |
| Figura 13: Principio de funcionamiento de un enlace NVIS [13] .....                            | 31 |
| Figura 14: Vehículo "Mercurio" con antena para enlace NVIS [14] .....                          | 32 |
| Figura 15: Esquema de maniobra del sistema TALOS .....   | 33 |
| Figura 16: Esquema de comunicación con un UAV [17] .....                                       | 34 |
| Figura 17: RAVEN lanzado manualmente [25] .....  | 34 |
| Figura 18: Encuesta rellanada sobre la valoración de los medios CIS de la BRILEG .....         | 36 |
| Figura 19: Comentarios de la encuesta sobre la valoración de los medios CIS de la BRILEG ..... | 37 |

---

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

ATQH: At The Quick Halt  
BMS: Battlefield Management System  
BoD: Bandwith on Demand  
Bps: Bits por segundo  
BRILEG: Brigada de la Legión  
C2 : Command and Control  
C4ISR: Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance  
CIA: Compañía  
CIS: Sistema de Información y Telecomunicación  
CNI: Centro Nacional de Inteligencia  
COMFUT: Combatiente del Futuro  
DAMA: Demand Assigned Multiple Access  
EDACIS: Equipos Destacados de Sistemas de Comunicación e Información  
EHF: Extra High Frequency  
EoIP: Everything over Internet Protocol  
ET: Ejército de Tierra  
FFT: Friendly Force Tracking  
GPS: Global Positioning System  
GSM: Global System for Mobile communications  
HF: High Frequency  
IP: Internet Protocol  
LAN: Local Area Network  
MC3: Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones (Command, Control and Communication)  
MTS: Modular Tactical Switch  
NEC: Network Enabled Capability  
NVIS: Near the Vertical Incidence Skywave  
RBA: Red Básica de Área  
RRC: Red Radio de Combate  
SAS: Solicitud de Acceso al Satélite  
SECOMSAT: Sistema Español de Comunicaciones Satélite  
SHF: Super High Frequency  
SIMACET: Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra  
TFG: Trabajo Fin de Grado  
ToIP: Telephony over Internet Protocol  
TSAT-IP: Terminales Satélite IP  
UAS: Unnamed Aircraft System  
UAV: Unnamed Aircraft Vehicle  
UHF: Ultra High Frequency  
VHF: Very High Frequency  
WAN: Wide Area Network  
WAN-PG: WAN de Propósito General

## **1. Introducción**

En este Trabajo Fin de Grado (TFG) se explica con un vocabulario sencillo, sin tecnicismos y utilizando la justa terminología militar, para su comprensión tanto del lector militar como civil, las principales características de los medios CIS<sup>1</sup> (Sistemas de Información y Telecomunicaciones) tácticos dedicados a la transmisión de información que dispone la Brigada de la Legión (BRILEG).

La importancia de los medios CIS en la actualidad es enorme, ya que son imprescindibles para poder ejercer de forma efectiva el mando y el control sobre los subordinados tanto a nivel gran unidad como pequeña unidad. Además de analizar el funcionamiento de los medios CIS de una manera clara, se estudian las limitaciones con las que se encontrará el que utilice estos medios así como las posibles mejoras que se podrían introducir y las que actualmente se tienen pensadas implementar en el futuro. Finalmente, se ha realizado también una encuesta de satisfacción del personal usuario de estos medios CIS con el objeto de identificar los aspectos a mejorar.

### **1.1. Motivación y antecedentes**

Una de las finalidades principales de este TFG es proporcionar una visión clara de las capacidades de los medios CIS de los que dispone la BRILEG y presentar unas valoraciones personales sobre estos medios. Además se pretende señalar las limitaciones que tienen con el objetivo de que puedan ser solventadas en un futuro garantizando así su mejora continua. Gracias a las continuas misiones exteriores de la BRILEG, todos los medios CIS han sido probados en situaciones reales y no solo instrucción y adiestramiento, lo que permite conocer realmente sus limitaciones y las posibles mejoras que se deberían incluir.

La realización de encuestas de satisfacción del personal con los medios CIS es un aporte novedoso de este TFG, ya que no se había pedido con anterioridad a los usuarios y operadores de estos medios que los valoren y que den su opinión sobre si son o no acordes a las necesidades. Además de la valoración y opinión sobre estos medios, se ha buscado información en gran cantidad de manuales militares, suministrados tanto por personal de la propia Compañía (CIA) de Transmisiones como de otras compañías de la BRILEG. Todos estos manuales son por regla general muy técnicos y se limitan a explicar la forma de operar de cada medio CIS y sus características técnicas, sin entrar en sus capacidades o en sus limitaciones.

Toda la documentación empleada no tiene restricción alguna de privacidad con lo que puede accederse a ella. En la bibliografía están los principales manuales que han servido de ayuda para la realización de este TFG.

### **1.2. Objetivos y alcance del TFG**

Los objetivos que busca cumplir este trabajo son los siguientes:

- En primer lugar, presentar una panorámica de la situación CIS en la que se encuentra el Ejército y más concretamente la BRILEG. Esta visión se ha intentado proporcionar

---

<sup>1</sup> Los medios CIS (o simplemente CIS) son el equivalente militar al término TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) en el ámbito civil

---

desde una posición no excesivamente técnica para que pueda ser comprendida sin necesidad de tener conocimientos previos de Sistemas de Telecomunicaciones.

- Recopilar y ver la situación tecnológica actual de los medios CIS tácticos de telecomunicaciones para impulsar una mejora de los mismos. Gracias a este análisis se pueden detectar algunos de los defectos que tienen, ya sea de transmisión/recepción, de carencia de determinados servicios o de seguridad. Por lo tanto, puede servir de ayuda para decidir los medios CIS que necesitan mejora y por tanto invertir dinero en ellos. A la hora de adquirir nuevo material se deberían tener en cuenta las reflexiones analizadas en este TFG.
- Mostrar las capacidades y las limitaciones de los medios CIS tácticos de telecomunicaciones con el objeto de tener una idea clara de cómo pueden ser empleados en una misión internacional, de las posibilidades que ofrecen para comunicar a los jefes de las distintas unidades, y de los servicios que se les podrá dotar para facilitar la función de Mando correctamente.
- El último objetivo es recabar la opinión de los operadores de los medios CIS y de los encargados de dotar los diferentes servicios a través de ellos para comprobar si están conformes con su situación orgánica en la Brigada, así como conocer el grado de información que tienen sobre los planes de modernización que se llevan a cabo.

### **1.3. Metodología utilizada**

El siguiente TFG se ha realizado a través de varios métodos. En un primer lugar, se ha realizado una visión general, por medio de la observación directa, de los medios CIS de que dispone la Brigada. A continuación se ha procedido a recabar información técnica de los medios así como el número de ellos en plantilla. Los distintos manuales militares sirven como base para ello. También se ha utilizado la entrevista personal con personal del Ejército para recabar opiniones y se ha realizado un cuestionario a los mandos de la CIA de Transmisiones. Finalmente, se ha recopilado toda la información y se ha realizado un estudio en profundidad de todos los aspectos de interés de los que se hablan en este proyecto.

En el Anexo 1: Diagrama de Gantt del TFG se puede visualizar el diagrama de Gantt que muestra las actividades más importantes así como el tiempo de duración de estas desde el inicio de la estancia en Almería el día 7 de Abril de 2014 hasta la finalización de este TFG.

### **1.4. Organización de la memoria**

Esta memoria está estructurada en los siguientes capítulos:

Introducción. En este capítulo se especifica el marco de realización, la motivación del TFG y sus objetivos.

La Compañía de Transmisiones de la Legión y la función de combate Mando. En este capítulo se da información básica de la BRILEG y, dentro de ella, de la CIA de Transmisiones, que es donde están encuadrados la mayoría de medios CIS. Además se explica la importancia que tienen los medios CIS en la función de combate Mando, ya que sin ella los distintos jefes de las unidades no podrían planificar y conducir las operaciones militares.

Medios CIS en la Brigada de la Legión. En este capítulo se analizan las principales infraestructuras que permiten ofrecer servicios de telecomunicaciones tácticas en el Ejército: la Red Básica de Área (RBA), la cual constituye actualmente la base de las comunicaciones en una Brigada, los Sistemas Satélite y la Red Radio de Combate. También se introducen otros medios CIS como TALOS y UAS.

Plan de Modernización CIS en el ET: Evolución del C2 a C4ISR. Este apartado explica la evolución CIS que actualmente se está produciendo basada en el Plan MC3. Este plan solventará en un futuro próximo algunas de las limitaciones que presentan los actuales medios CIS.

Encuesta CIS a la Compañía de Transmisiones de la BRILEG. En este capítulo se muestran los resultados de una encuesta de satisfacción que se realizó a los más entendidos sobre CIS.

Conclusiones. En este capítulo se exponen las principales conclusiones obtenidas tras la realización de este TFG

---

## **2. La Compañía de Transmisiones de la Legión y la función de combate Mando**

### **2.1. Generalidades de la Brigada de la Legión**

La BRILEG está situada en Viator (Almería), en la Base Álvarez de Sotomayor. Como su propio nombre indica, es de entidad Brigada y pertenece al conjunto de las fuerzas ligeras del Ejército de Tierra (ET). La BRILEG ha participado en numerosas misiones internacionales en donde se han utilizado los medios CIS pertenecientes al ET (radios y sistemas satélites) que se explican en este TFG. La participación de la BRILEG en estas misiones internacionales data de octubre de 1992, y a lo largo de este periodo se ha desplegado en numerosos lugares [1]. Actualmente se encuentra en Mali involucrada en tareas de formación y adiestramiento de las fuerzas de seguridad de ese país.

### **2.2. La CIA de Transmisiones de la Legión**

La CIA de Transmisiones de la BRILEG, de entidad Batallón<sup>2</sup>, está encuadrada dentro de La Bandera de Cuartel General. Esta Bandera es una unidad de apoyo al combate cuyo cometido consiste en prestar el apoyo necesario para facilitar las labores de Mando y Control del General Jefe de la BRILEG. Es aquí donde se encuadra la CIA de Transmisiones, la cual dispone del mayor número de medios CIS de la BRILEG. De ella depende que se disponga de conexión a internet en el teatro de operaciones, de conexión satélite, de enlace radio y demás servicios CIS que se le puedan requerir.

La CIA de transmisiones de la Legión reparte sus medios en cuatro estructuras, denominadas secciones, en las que se agrupan los diferentes medios CIS. Estas son: la Sección de Radios, la de RBA, la de Satélite y la de Redes, donde irá incluido el SIMACET (Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra) [2].

Además de la CIA de transmisiones, también disponen de medios CIS el Grupo de Artillería, que tiene el sistema de control de fuego TALOS, y la CIA de Inteligencia, que dispone de medios UAV (avión no tripulado).

### **2.3. La función de combate MANDO**

Para asegurar el éxito en el nivel táctico del ET, es necesario definir una serie de funciones que agrupen actividades. Según la Doctrina de 2011 en vigor, PD1-001 [2], las funciones de combate se agrupan en Mando, Inteligencia, Maniobra, Fuegos, Apoyos Logísticos y Protección. Cada actividad que se realiza en operaciones está dentro de una función de combate.

El uso de los medios CIS facilitados por la CIA de Transmisiones sirve de ayuda para que el General jefe de la Brigada pueda ejercer la función de combate Mando, la cual comprende el conjunto de actividades que permiten planear, dirigir y coordinar el empleo de las fuerzas y de los medios en las operaciones. A través de las conexiones que permiten los sistemas satélite y radio y mediante los sistemas de visualización de las tropas en tiempo real (SIMACET), el

---

<sup>2</sup> A los Batallones en la Legión se les da el nombre de Bandera

jefe de la Brigada puede ejercer la función de combate Mando y dirigir y planear las operaciones [2], [3].

Es importante recalcar que no se podrá organizar un Ejército si no están coordinados entre si sus diferentes puestos de mando a través de sus medios CIS, por lo que si estos medios CIS fallaran, el jefe no podría dirigir eficazmente las operaciones. Por ello, es vital que funcionen con precisión y seguridad.

---

### 3. Medios CIS en la Brigada de la Legión

#### 3.1. Generalidades de los Sistemas de Telecomunicaciones e Información

Los principales servicios CIS que se ofrecen para poder realizar la función de combate Mando son servicios de voz, fax, transferencia de datos, conexión a la WANPG<sup>3</sup>, videoconferencia y posicionamiento. La mayor parte de servicios CIS se ofrecen en los Puestos de Mando, que son tiendas de campaña ubicadas en el terreno donde se planifica la operación o la maniobra. Es en estos Puestos de Mando donde están los jefes de las distintas unidades y donde el general posee todos los elementos necesarios para ejercer la función de combate Mando.

Para poder dar los servicios CIS citados anteriormente es necesario diseñar una estructura CIS que permita comunicar los distintos Puestos de Mando entre sí. Esta estructura CIS se conoce como Arquitectura CIS y se realiza a través de la formación de una red (denominada RBA) o a través de conexión directa entre dos terminales.

Tal y como se ha comentado en el Capítulo 1, este trabajo se centra exclusivamente en los medios CIS que permiten la transmisión de información entre varios dispositivos ubicados en distintas posiciones. Los servicios que pueden proporcionar estos medios CIS son muy diversos; desde la realización de una videoconferencia entre dos unidades separadas miles de kilómetros, a enviar datos, comunicarse por voz, dirigir un avión no tripulado o enviar la información de posicionamiento de las tropas que usa SIMACET.

Estos medios CIS están formados por todas las tecnologías capaces de aprovechar el espectro electromagnético para realizar una comunicación. Para ello, utilizan diferentes bandas del espectro electromagnético, lo cual influye en el tipo de servicio proporcionado. Cuanto mayor es la longitud de onda empleada<sup>4</sup>, mayor facilidad tendrá la onda para salvar irregularidades del terreno y mayor capacidad poseerá de penetración en los cuerpos sólidos. Por el contrario, con longitudes de onda más pequeñas cualquier obstáculo, por pequeño que sea, le afectará e interrumpirá su avance.

Este hecho debe ser tenido en cuenta a la hora de transmitir, ya que a longitudes de onda muy pequeñas, lo que es lo mismo, a frecuencias muy elevadas, la comunicación se puede ver afectada por obstáculos o por las condiciones meteorológicas. Por ejemplo, si la longitud de onda empleada es muy elevada (de varios metros), obstáculos iguales o mayores de este tamaño serán los que afectarán al enlace, y no los demás. Por otro lado, en la banda de las microondas<sup>5</sup>, como la longitud de onda aproximada es mucho menor, unas simples gotas de lluvia podrían afectar de forma notable a la comunicación.

Aunque de lo anterior pueda parecer que las mejores frecuencias para realizar una comunicación son las más bajas, hay que tener en cuenta por otro lado que el ancho de banda disponible en las mismas es mucho menor, por lo que las tasas de transmisión que se pueden alcanzar son mucho más bajas. Además, la potencia necesaria para realizar una comunicación satisfactoria y el tamaño de los terminales va a aumentar conforme aumente la longitud de

---

<sup>3</sup> La WANPG es la red de Propósito General por donde se puede acceder a la intranet interna del Ejército

<sup>4</sup> La frecuencia (f) y la longitud de onda ( $\lambda$ ) están relacionados mediante la igualdad  $\lambda=c/f$ , con c la velocidad de la luz

<sup>5</sup> En el Anexo 2: El espectro electromagnético aparecen las principales bandas que se usan en el ámbito de las comunicaciones

onda. Por ello, en función del servicio que se quiera proporcionar, y teniendo especialmente en cuenta sus requerimientos de ancho de banda, velocidad de enlace y distancia a superar, se utiliza un tipo distinto de frecuencia. [4], [5].

En los siguientes apartados se van a analizar los principales sistemas de comunicaciones disponibles en la BRILEG, explicando las peculiaridades de cada uno así como sus limitaciones.

### **3.2. La Red Básica de Área**

La Red Básica de Área (RBA), es la principal red de telecomunicaciones militar a través de la cual se integran diversos medios CIS para poder proporcionar servicios a los usuarios militares. La necesidad básica del jefe en toda maniobra es poder enlazar con cualquier otro lugar del terreno que necesite, bien con otro jefe de unidad o con una unidad desplegada a vanguardia. La RBA proporciona este servicio mediante la creación de una red de comunicaciones.

La RBA, como todas las redes de telecomunicaciones, está formada por un conjunto de nodos que procesan la información, y por un conjunto de enlaces que interconectan los nodos entre sí. La RBA es la base sobre la que se establecen todas las conexiones entre las distintas estaciones que así se consideren para que puedan comunicarse entre sí. Es por tanto, una integración de una gran cantidad de medios CIS. A través de radioenlaces, soportes filiales (cables coaxiales o fibra óptica) y enlaces vía satélite se teje esta red de telecomunicaciones militar que da servicio a una gran unidad (entidad Brigada o superior) [6].

En la Figura 1 se puede ver el esquema de la RBA. En cada centro o estación se encuentra un jefe de unidad con un nodo capaz de conectarse con cualquier otro punto de la red. Para hacerse una idea, la figura podría representar un despliegue real donde la RBA cubriría un terreno de más de 10.000 km<sup>2</sup>. Estar conectado a esta red significa tener acceso a una serie de servicios, como por ejemplo, que un combatiente de una unidad pueda hablar vía radio con cualquier otro usuario de la RBA. Esto es posible ya que el combatiente portador de una radio se integra en la RBA a través de una estación (Punto Acceso Radio) como la que está representada en la figura, la cual le permite comunicarse con el resto de la RBA. Esta misma función de integración de un usuario radio a la RBA también la podría realizar la estación Centro Nodal.

La estructura básica de la RBA está compuesta por las siguientes estaciones: Centro Nodal, Nodo de Acceso, Grupo de Abonados, Estación Satélite, Punto de Acceso Radio, Centro de Enlace a la Infraestructura y Gestión y Supervisión de Red. Estas estaciones, físicamente, son vehículos sobre ruedas o cadenas (en el caso de la Legión, al ser considerada una Brigada Ligera, van sobre ruedas), los cuales, en función del servicio que tengan que dar, llevarán una configuración u otra. En el Anexo 3: Estaciones RBA se citan con detalle las capacidades y servicios de alguna de estas estaciones.

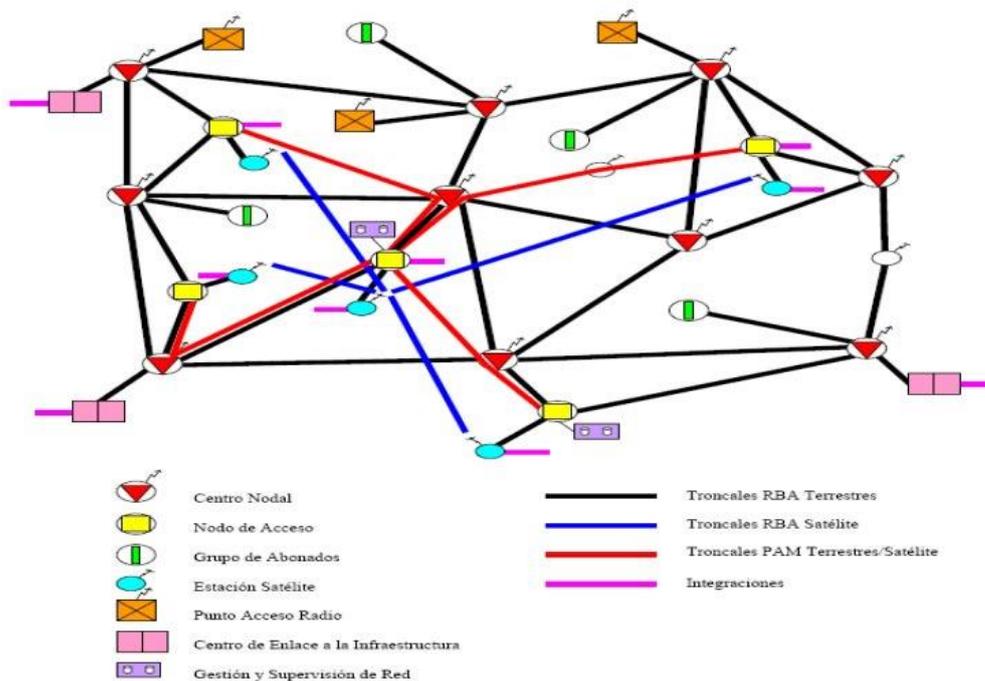


Figura 1: Estructura de la RBA [6]

Por ejemplo, la estación Centro Nodal está sobre la base de un vehículo llamada “Canarias”. La estación Nodo de Acceso está sobre otro vehículo llamado “Navarra”. La diferencia entre estos dos vehículos radica en los servicios que pueden dar. La configuración del vehículo Canarias le hace capaz de tener 6 radioenlaces, con lo cual podrá conectarse con 6 estaciones, mientras el vehículo Navarra solo podrá hacerlo con 3. El vehículo Canarias, además, entre otras características, da una cobertura de unos 25 km a los usuarios que vayan con una radio pudiendo integrarlos dentro de la estructura de la red RBA. El vehículo Navarra, sin embargo, no podría realizar este servicio.

La diferencia entre las distintas estaciones radica en la configuración interna que tiene cada una. Esta configuración interna se materializa en una MTS (Modular Tactical Switch), que para hacerse una idea, es como el procesador interno de un ordenador. Cada MTS de cada estación tiene una serie de “slots” o huecos, en los cuales, en función de la tarjeta introducida, se tiene capacidad para dar servicio a más o menos abonados digitales, analógicos, etc. Es decir, que los servicios están condicionados por las tarjetas que lleve ese vehículo en su MTS.

Es importante entender que estas estaciones tienen que unirse entre ellas para poder comunicarse. Esta unión se puede realizar de tres formas:

1. Mediante fibra óptica: La fibra óptica permite unir dos estaciones a tasas de transmisión elevadas. Constituye el medio de comunicación más seguro ya que la fibra óptica impide que se puedan realizar por parte del enemigo acciones de Guerra Electrónica al no viajar la información por el aire.
2. Mediante radioenlace: Es el método más común, si bien la tasa de transmisión que se pueden alcanzar son más bajas (hasta 512 kbps). Para realizar un radioenlace se usa la banda de frecuencias de UHF (1350MHz-1850MHz).

3. Vía satélite: La tasa de transmisión que se puede conseguir es de 512 kbps. Como condicionante es que ambas estaciones tienen que ser una estación Satélite (vehículo "Asturias").

La fibra óptica se utiliza en la RBA para enlazar dos estaciones que se encuentran próximas (menos de 3 km), de lo contrario se recurre a radioenlaces UHF si la distancia no es excesiva o satélites si no hay visión directa entre las estaciones o la distancia es superior.

Respecto a las medidas de seguridad implementadas en la RBA, los equipos conectados por fibra óptica no encriptan la información. Cuando la transmisión se realiza por radioenlace la información se pasa a través del cifrador CM-109E en la estación origen. La estación destino tiene el mismo cifrador para desencriptar la información original. El objetivo de este mecanismo de cifrado es evitar que el enemigo pueda obtener los datos enviados a través de acciones de guerra electrónica [7].

El principal problema de la RBA es que se ha quedado obsoleta para las necesidades actuales. La RBA se basa principalmente en radioenlaces con una tecnología de modulación poco avanzada y que necesitan línea de visión directa entre estaciones, ya que trabajan en UHF. Además el protocolo empleado para el envío de la información es poco eficiente. Esto hace que la velocidad de 512 kbps se queda muy corta para las necesidades de hoy en día. Por ejemplo, si se quiere dar un servicio de videoconferencia, se haría en mala calidad, o si se quisiera enviar una gran cantidad de datos llevaría mucho tiempo enviarlos considerando el tamaño de los videos o documentos actuales.

De cara a futuro, el mayor cambio que se ha optado por hacer a la RBA en el plan de modernización MC3 (Capítulo 4) es el paso de todas las estaciones a un modo de trabajo IP (más eficiente y versátil que el protocolo utilizado actualmente) y el empleo de tecnologías de transmisión que permitan unas velocidades más elevadas dentro del ancho de banda disponible.

En el siguiente apartado (sistemas satélite) se explica cómo funcionan las comunicaciones vía satélite. En el caso de la RBA esta comunicación permite conectar dos vehículos Asturias entre sí. Además hay otros sistemas satélites que no se integran en la RBA pero que permiten establecer enlaces punto a punto entre dos equipos.

### **3.3. Los Sistemas Satélite**

Los futuros escenarios operativos se caracterizan por una escasa densidad de efectivos, muy amplios despliegues (de cientos de kilómetros) y áreas de actuación frecuentemente urbanizadas. Estos escenarios requieren de un sistema permanente que permita al mando ejercer la función de combate Mando de las unidades desplegadas, independientemente de la amplitud del despliegue y la orografía del terreno.

Uno de los mejores sistemas para comunicarse con una zona como la descrita anteriormente es mediante el uso de satélite, ya que permite realizar conexiones a gran distancia sin importar el terreno en el que se encuentren los terminales. Por ejemplo, en un terreno montañoso el enlace radio VHF sería complicado o imposible, ya que como se puede ver en el apartado 3.4.2 estas ondas no llegan a más de 30 km en las mejores condiciones (visibilidad óptima entre nodos). Esta limitación no ocurre con los sistemas satélite.

Actualmente los sistemas satélites están adquiriendo una importancia vital en las comunicaciones en el ET. Por ello, los sistemas más novedosos que se están implementando en la BRILEG y, en general, en el ET son los satélites. La tendencia es la implantación de satélites que implementen la arquitectura IP, tal y como se profundizará más adelante cuando se vea el plan de modernización de los CIS en el capítulo 4.

La sección Satélite de la Legión cuenta actualmente con los siguientes medios: tres vehículos Asturias, un TLB-50, un TLB IP, un TLX-5, un TLB-50 IP y dos terminales satélite civiles (un Iridium y un Thuraya). Los servicios satélite que se ofrecen actualmente son de voz, datos y videoconferencia.

En la actualidad se dispone de dos plataformas satelitales ubicadas en órbita geoestacionaria, gracias a las cuales se tiene cobertura satélite en una zona muy extensa. Estos satélites se llaman XTAR-EUR y XTAR-ATL (llamado comúnmente SPAINSAT). El satélite XTAR-EUR está ubicado en 29° Este y trabaja exclusivamente en la banda X militar, mientras que el satélite XTAR-ATL está ubicado en 30° Oeste y tiene transceptores capaces de recibir en banda X y banda Ka<sup>6</sup> [8] - [10].

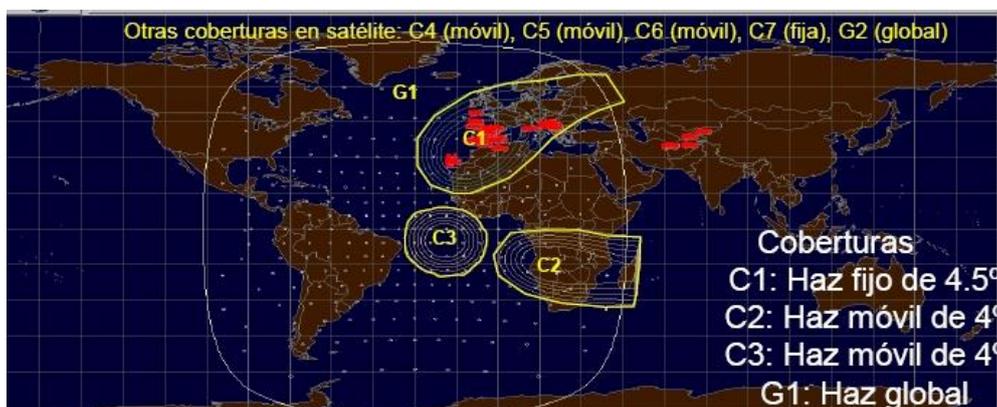


Figura 2: Cobertura del satélite XTAR-ATL [9]

En la Figura 2: **Cobertura del satélite XTAR-** se puede ver la cobertura satelital que es capaz de dotar el satélite XTAR-ATL. La cobertura global es la representada por la extensión marcada como G1. Si bien esta zona de cobertura es muy amplia, la potencia que llegará a la misma es muy limitada, lo que obliga a emplear medios CIS satélite con antenas muy grandes y capaces de transmitir a potencias elevadas. Para paliar este inconveniente, también se dispone de haces móviles que ofrecen cobertura en áreas concretas. La potencia recibida en estas áreas será mucho mayor, por lo que no hace falta desplegar antenas tan grandes para poder establecer el enlace vía satélite.

En general, cuando una unidad quiere realizar un enlace satélite en el marco de unas maniobras, esta necesita cursar a un centro de gestión de sistemas satélite una SAS (Solicitud de Acceso a Satélite) con aproximadamente 15 días de antelación. La SAS consiste en un formulario que se rellena indicando los servicios a los que necesita dar conexión. La respuesta a la SAS es un rango de frecuencias, servicios y ancho de banda con el que se le habilita a la

<sup>6</sup> En los sistemas satélites se utiliza una notación específica para nombrar las bandas de transmisión. En el anexo 4 aparece detallada esta notación.

unidad que lo reclama durante un periodo de tiempo determinado. La necesidad de realizar esta gestión reside en que el ancho de banda para comunicaciones vía satélite es muy limitado y se ha de gestionar de modo centralizado.

En la RBA se dispone de un nodo satélite embarcado sobre el vehículo “Asturias”, el cual dota de conexión satélite a la red. Gracias a este vehículo podremos conectar dos o más redes RBA separadas, en las que si la distancia fuera excesiva no sería posible conectarlas vía enlaces radioeléctricos ni fibra óptica. No obstante, la conexión entre las dos RBA está limitada a las capacidades del “Asturias”, que a pesar de ser un sistema satélite, no dispone de enrutamiento IP y su velocidad es de sólo 512 kbps.

Por otro lado, la Brigada de la Legión dispone de otros medios CIS (el TLX50, el TLB50 y el TLB50 IP) basados en satélite que, si bien no son interconectables con la RBA, ofrecen velocidades de transmisión más elevadas y sirven por tanto para ofrecer servicios como videoconferencia o envío de datos más pesados (videos o imágenes). En todos los casos la información transmitida se encripta para aumentar su seguridad. El inconveniente de estos terminales es que la comunicación debe pasar por una estación intermedia terrena situada en Bermeja o Torrejón (estaciones de anclaje), las cuales encaminan la información adonde el usuario decida. La Figura 3 muestra estos terminales.

De todos estos medios CIS, el más avanzado actualmente es el TLB-50 IP. Consiste en un terminal ligero (puede ser transportado por un vehículo) que utiliza la arquitectura IP, con capacidad para transmitir hasta a 2 Mbps y sus componentes están diseñados de modo modular. Todas estas características lo hacen idóneo para ofrecer servicios de videoconferencia o voz IP y transmitir la información de SIMACET. Concretamente, puede dar conexión a 10 clientes simultáneos de voz IP ampliables bajo previa petición (le tienen que asignar direcciones IP en el router nodal) y un gran número de clientes de voz analógica.



TLX 5



TLB 50



TLX 50



TLB 50 IP

Figura 3: Terminales satélite TLX5, TLX50, TLB50 y TLB50 IP [10]

Las comunicaciones por satélite se pueden realizar de dos modos (denominados tramas en el ámbito militar), los cuales son [9]:

- **Trama SECOMSAT (Sistema Español de Comunicaciones Satélite):** La señal sale del terminal dirigida al espacio donde se encuentra un satélite de propiedad española en órbita geoestacionaria. De allí se encamina a una estación de anclaje ubicada en Bermeja o Torrejón, que actúan de “centralitas de servicio” y que vuelven a dirigir la señal donde el usuario desee volviendo a pasar por el satélite geoestacionario (Figura 4). Las velocidades que se alcanzan son de 256 kbps para el “Asturias” y de 2 Mbps para el TLB50 o el TLB50 IP. Los enlaces SECOMSAT utilizan la banda militar de frecuencia X y la banda compartida civil-militar Ka. También pueden utilizar la banda de frecuencia Ku siempre que no se hayan podido utilizar las dos bandas anteriormente mencionadas.

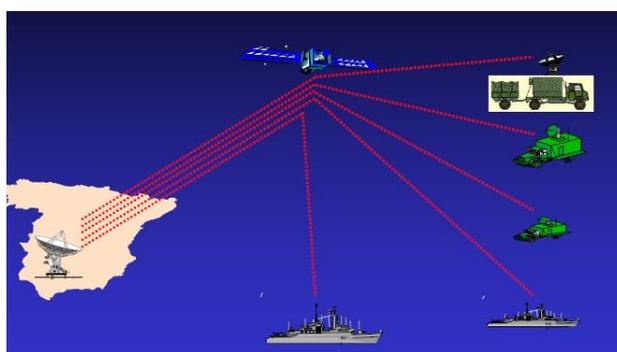


Figura 4: Comunicación vía satélite con trama SECOMSAT [10]

- **Trama acceso RBA:** También denominada “conexión en espejo”. En este caso no es necesario pasar por la estación de anclaje ya que, al salir la señal del terminal, va directamente al satélite y este a su vez la encamina hacia el terminal destino (Figura 5). En esta trama solo puede trabajar el “Asturias” dentro de la RBA y la banda empleada es la X. Mediante esta conexión se dispone de 512 kbps. Aun así la transferencia de un video de mala calidad de aproximadamente 5 minutos (de alrededor de 50 MB) tardaría aproximadamente 100 segundos, tiempo excesivo en comparación con las capacidades de otros medios satélite.

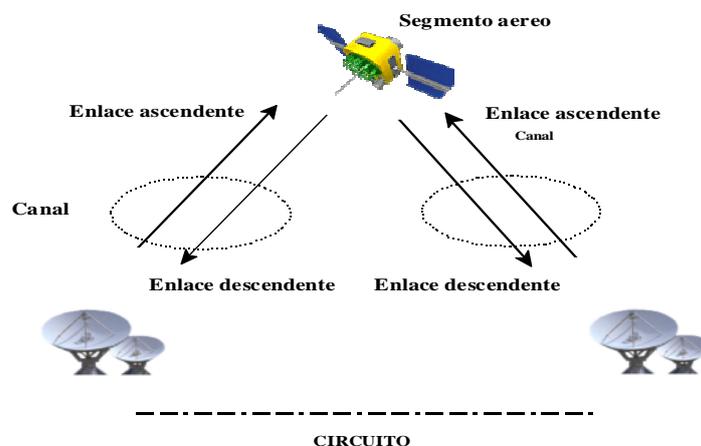


Figura 5: Comunicación vía satélite con trama acceso RBA [9]

En todos los casos anteriores es necesario enviar previamente una SAS para que se asignen recursos a la comunicación. No obstante, también se dispone de un terminal portátil denominado TLX-5 que no necesita realizar esta SAS y, por tanto, tiene siempre la posibilidad de realizar una comunicación vía satélite. Este terminal sirve para una sección de infantería y ofrece una velocidad de transmisión de tan solo 8 kbps, por lo que únicamente es utilizable para conversación de voz de baja calidad. Este equipo es ideal para una unidad de operaciones especiales ya que siempre dispondrá de conexión de voz se encuentre en el terreno que sea.

Para finalizar, es preciso mencionar que la BRILEG también dispone de terminales civiles satélite Iridium y Thuraya [11]. Estos terminales tienen como inconveniente que no mandan la información cifrada, si bien son un medio alternativo por si todas las demás conexiones fallasen ya que proporcionan un posible enlace de voz en cualquier lugar del planeta. En el Anexo 5: Medios CIS civiles satélite disponibles en la BRILEG aparece más información de estos terminales.

### 3.4. La Red Radio de Combate

A diferencia de la RBA, que se emplea para ejercer la función de combate Mando de las grandes unidades entidad Brigada o superior, la Red Radio de Combate (RRC) sirve para ejercer la función de combate Mando en las pequeñas unidades de entidad Batallón e inferior. Por esta razón, la RRC constituye el recurso CIS fundamental para las pequeñas unidades.

La RRC es una red basada en radioenlaces que normalmente trabaja aislada de la RBA (aunque podría integrarse en la RBA mediante nodos específicos de esta). Las bandas de frecuencia empleadas en la RRC son UHF, VHF y HF. La infraestructura de la RRC está formada por una serie de vehículos denominados “Mercurio”, que establecen enlaces entre si y que dan cobertura a una zona geográfica para que se conecten a la RRC usuarios con dispositivos portátiles. Actualmente la CIA de Transmisiones de la BRILEG dispone de vehículos “Mercurio” para dar servicio a toda la Brigada, los cuales están dotados de dos estaciones VHF con la radio PR-4G y 1 terminal HF TRC 3600(Figura 6: Interior de un vehículo Mercurio, con las 2 radios PR4-G y la radio ).



Figura 6: Interior de un vehículo Mercurio, con las 2 radios PR4-G y la radio TRC 3600 [10]

Respecto a la seguridad que se establece en los equipos radio de la RRC, aparte de cifrar la comunicación, tanto la radio PR-4G como la Harris implementan medidas de salto de frecuencia (300 saltos de frecuencia por segundo la PR-4G) para que si el enemigo detecta una emisión, no sea capaz de seguirla al desconocer la secuencia de salto empleada.

---

A continuación se detallan las principales características de cada una de las bandas de radiofrecuencia (UHF, VHF y HF) así como los medios CIS de que dispone la BRILEG en cada una de ellas.

#### **3.4.1. HF**

La banda de frecuencias que es capaz de explotar la BRILEG con sus medios CIS de HF comprende desde 1,5 MHz hasta los 30 MHz. En este rango de frecuencias, la propagación se produce por onda de superficie y onda ionosférica. La principal ventaja de estos tipos de propagación es que se pueden alcanzar distancias muy elevadas en la comunicación, alcanzándose una cobertura casi global sin necesidad de preocuparse por establecer enlaces con visión directa tal y como ocurre en las bandas de UHF o VHF.

Por tanto, este tipo de enlace asegura en condiciones normales poder enlazar con otro medio CIS que trabaje en HF a miles de kilómetros de distancia, siendo utilizado en la mayoría de los casos para transmisión de voz. Se utiliza muchas veces como medio de transmisión complementario a los satélites cuando se quiere emitir desde territorio nacional a Líbano o Afganistán. Además, la creación de una red ad-hoc independiente en HF es de gran utilidad en situaciones de gran movilidad y emergencia.

El principal inconveniente de la HF es que los medios CIS que la usan no pueden incorporarse en la RBA. Otro de sus puntos negativos es que la calidad de la voz y la velocidad de transmisión de datos son bajas ya que el ancho de banda disponible en estas frecuencias es muy limitado. Asimismo, la propagación por rebote ionosférico depende mucho de las condiciones meteorológicas, por lo que las prestaciones que se pueden obtener, además de ser bajas, son variables (incluso se pueden producir cortes).

No obstante, las ventajas superan los inconvenientes especialmente para misiones en el exterior, por lo que los vehículos desplegados en este tipo de misiones son capaces de emitir y recibir en esta banda de frecuencia (los vehículos “Guepardo” y “Soria”, creados específicamente para las operaciones en el exterior, disponen de la capacidad de trabajar en HF).

Otro tipo de enlace en HF menos común, que no se basa en el rebote ionosférico y que también se puede realizar desde un vehículo “Mercurio” es el denominado NVIS (Near the Vertical Skywave), explicado en el Anexo 6: Trasmisión NVIS (Near the Vertical Incidence Skywave).

#### **3.4.2. VHF**

La banda por excelencia utilizada para la comunicación de la pequeña unidad es la VHF. Todas las Compañías de una Brigada estarán dotadas de terminales radio capaz de emitir y recibir en esta banda, por la cual se efectúa el mando y control de estas unidades. Actualmente el ET dispone del terminal radio PR-4G (Figura 7: Radio PR4-G portátil) que trabaja en las frecuencias de 33-88 MHz y que está dotado de un potente sistema de seguridad capaz de cifrar las conversaciones y dividir los datos y la voz a través de diversos saltos de frecuencia. Realiza 300 saltos de frecuencia por segundo, siendo casi imposible ser detectada por el enemigo. La última versión que se ha incorporado al ET es la V3, la cual como novedad tiene la capacidad de trabajar por medio de IP y poder realizar envío de voz y datos [12].

La principal ventaja de la utilización de la VHF y su terminal por excelencia la PR-4G es que es posible integrarse en la RBA a través de las estaciones Puntos de Acceso Radio o Centro Nodal.



Figura 7: Radio PR4-G portátil [12]

El principal inconveniente es su escasa cobertura: para grandes despliegues tiene serios problemas ya que actualmente tiene un alcance eficaz de unos 8 km. Si a esto se le añade una orografía complicada, la distancia puede ser bastante menor. Sin embargo y al ser un medio de Mando y Control para las pequeñas unidades, que normalmente no realizan grandes despliegues, la VHF se adecua a sus necesidades.

Por otra parte existe la posibilidad de que en caso de no tener contacto con otro punto debido a una distancia excesiva o a la presencia de un obstáculo en el terreno, utilizar la función de Relé. Esta función permite poner una radio intermedia entre las dos que quieren comunicarse (poniéndose, por ejemplo, en lo alto del obstáculo que impide la transmisión) para que retransmita la voz y los datos de las dos radios.

La radio PR-4G no solo se utiliza en la CIA de Transmisiones si no por todas las secciones de una Brigada. Cada pelotón suele disponer de una, mediante las cuales están en contacto permanente con sus inmediatos mandos.

### 3.4.3. UHF

Es la banda menos utilizada por el ET debido a su corto alcance. La calidad de voz es excelente sin embargo la distancia a la que puede llegar es de apenas unos cientos de metros. La utilizan normalmente los pelotones de infantería los cuales disponen de la radio PNR-500.

Existe la necesidad de que la actual RRC (HF/VHF/UHF) evolucione hacia 2020/2025 a una red HF/VHF/UHF/SHF de tecnología IP que emplee nuevos equipos capaces de generar diversas formas de onda definidas por software que permitan una gran capacidad de transmisión de información (video incluido) [13].

La banda de transmisión que se usará primordialmente en el futuro será la de las microondas (incluidas en las bandas UHF, SHF y EHF) debido al mayor ancho de banda que ofrecen. Además, la longitud de onda en las microondas está en el orden de pocos milímetros por lo que no necesitan antenas muy grandes para transmitir la señal (por ejemplo, los teléfonos móviles trabajan en las microondas) ni potencias muy elevadas.

---

Como inconveniente, es necesario tener casi línea de visión directa para establecer la comunicación (una onda a esta frecuencia no puede atravesar obstáculos), por lo que no tienen mucho alcance. Esta es la razón por la que una red de teléfonos móviles necesite muchas estaciones base y también que, cuando nos alejamos de ellas, perdamos rápidamente la cobertura.

### **3.5. Otros Medios CIS en la Brigada (TALOS, UAS)**

En la BRILEG, aparte de los medios CIS explicados anteriormente, existen otros dos medios CIS importantes. Se trata del sistema TALOS, un sistema de información capaz de organizar y controlar los fuegos de las piezas artilleras (Anexo 7: Sistema TALOS) y el sistema Unmanned Aircraft System (UAS) compuesto por un dron capaz de sobrevolar el terreno dirigido por un mando a distancia desde tierra realizando un control en tiempo real del terreno por medio de videocámara (Anexo 8: Sistema UAS (Unmanned Aircraft System)) [14].

El sistema UAS se trajo a la BRILEG hace tres años, con lo cual su uso todavía no está muy generalizado y su desarrollo para dotarle de una mayor autonomía de vuelo así como la incorporación de nuevas funciones está en continuo desarrollo. El principal problema de estos aviones no tripulados es las interferencias que puede generar en los medios comentados en este capítulo.

## 4. Plan de Modernización CIS en el ET: Evolución del C2 a C4ISR

Debido a la constante y rápida evolución en el ámbito de las telecomunicaciones y la informática, los medios CIS disponibles en la actualidad se han quedado escasos para las necesidades requeridas hoy en día. Por ejemplo, las videoconferencias actualmente son esenciales en el ET y sólo se dispone de equipos capaces de recibir información a 2 Mbps, cuando en el ámbito civil se disponen de velocidades muchísimo mayores. Los encargados de gestionar estos medios en la BRILEG tienen la misma opinión tal y como se recoge en el Capítulo 5. Sin embargo y gracias a un plan de modernización de los sistemas CIS llamado "Plan MC3" [15], se va a producir en un futuro muy cercano una revolución de estos medios.

En este capítulo se va a comentar en que van a consistir estas mejoras, que se van a introducir en los medios CIS del ET, incluyendo los de la BRILEG.

### 4.1. El plan MC3: Todo sobre el protocolo de Internet (EoIP)

El plan de modernización de los medios CIS del Ejército conocido como MC3, fue firmado en 2009 (y modificado en 2012) y tiene un horizonte temporal previsto hasta 2016, cuando se pretende que se hayan incorporado todas las mejoras contempladas en las unidades. Una de las razones principales del desarrollo de este Plan es que los medios CIS actuales del ET no permiten dar una respuesta adecuada a las necesidades operativas de hoy en día.

El plan supone la translación al Ejército del concepto NEC (Network Enabled Capability) aprobado en 2005 por la OTAN. Con el plan MC3 se pretende evolucionar del concepto C2 (Command and Control) actual, al concepto C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance).

El plan MC3 contempla la incorporación de nuevas estaciones CIS basadas en IP que mejoren la capacidad de Mando y Control y que reduzcan la posibilidad de ciberataque enemigo empleando medios propios más seguros que los actuales [15]. Debido a la incorporación de estos nuevos medios CIS, cuyo uso requiere conocimientos técnicos superiores a los actuales y una alta especialización del personal, el plan MC3 contempla la constitución de los equipos EDACIS (Equipos Destacados de Apoyo CIS) con personal de la especialidad fundamental de Transmisiones.

El plan comprende once programas agrupados en tres áreas de actuación [13]. Algunos de estos programas son:

- 1) Área de Sistema de Información; compuesta por los siguientes programas:
  - Componentes CIS del combatiente del futuro (COMFUT): se trata del equipamiento tecnológico a llevar por cada soldado. Este equipamiento estará formado, entre otros, por un localizador GPS que dé su posición en todo momento, radio UHF interconectada con el resto de soldados amigos y una PDA portada en el casco que le permita visualizar objetivos.
  - Sistema de Información para Mando y Control de pequeñas unidades (BMS - Battlefield Management System): Actualmente en proceso de pruebas, se trata de un sistema por el cual el Mando de la pequeña unidad puede ver dónde se mueven sus tropas en todo momento.
  - Sistema de Seguimiento de Fuerzas Propias (FFT - Friendly Force Tracking) [16]

- 
- Sistema de Información para el Mando y Control del ET (SIMACET): Ya incorporado a la BRILEG y al ET. Permite realizar la función de combate Mando. Dispone de la opción de creación de una red de correo Outlook y de la posibilidad de conocer el posicionamiento de las tropas a nivel gran unidad [16].
- 2) Área de Sistemas de Telecomunicaciones, compuesta por:
- Red Radio de Combate (RRC) modo IP: La última versión de la radio de VHF PR-4G V3 ya dispone de la posibilidad de trabajo en modo IP.
  - Terminales Satélite IP (TSAT-IP): Actualmente incorporado el TLB-50 IP, capaz de proporcionar conexión cifrada a 2 Mbps. Este sistema irá progresivamente sustituyendo a los demás terminales satélite. Además, como novedad, se pretende incorporar satélites de rápida puesta en servicio llamados ATQH (At The Quick Halt), de enlace en movimiento OTM (On the Move) y ligeros.
  - Telefonía IP (ToIP): Se trata de adaptar todas las comunicaciones por voz a un sistema en el que sólo se funcione con IP. Se sustituirán las centrales de conmutación tácticas de escaso rendimiento, migrando a la telefonía IP para que todos los medios CIS converjan en el uso de IP.
- 3) Área de Seguridad, compuesta por:
- WIFI seguro para puestos de mando: El objetivo es proporcionar un sistema de acceso inalámbrico a los puestos de mando tanto de pequeñas como grandes unidades que facilite el despliegue de forma inmediata de sus redes LAN. Deberá cumplir con la normativa aplicada por el centro encargado de gestionar la seguridad a nivel nacional, el Centro Nacional de Inteligencia (CNI). El sistema inalámbrico estará dotado de firewalls específicos capaces de bloquear la entrada al sistema de personal ajeno a la operación que se realice.

#### **4.2. Alcance del Plan MC3 para la BRILEG**

Se va a analizar ahora cómo afectan estos cambios a los medios CIS de la BRILEG. En la RBA la mayor parte de los equipos serán sustituidos. Con horizonte temporal fijado en 2016 todas sus estaciones serán sustituidas por estaciones capaces de comunicarse usando el protocolo IP. Los principales objetivos que se persiguen son:

- Incrementar la capacidad de la RBA para proporcionar soporte a nuevos servicios para facilitar la realización del mando y control.
- Adaptar los radioenlaces de la RBA al nuevo espectro disponible. Actualmente trabajan en un rango de 1350 a 1850 MHz, y, en el año 2020, a España se le acaba el permiso para poder utilizar este rango de frecuencias.
- Adaptar todas las comunicaciones a la tecnología IP.
- Incrementar la tasa de transmisión disponible en todos los radioenlaces.
- Incrementar la cobertura radio con una alta capacidad de transferencia de datos en movimiento con el objetivo de incrementar la cobertura de las pequeñas unidades.

Esta modernización se hará de modo gradual: algunos medios CIS disponibles se mantendrán, complementándolos con otros de nueva adquisición de forma incremental,

intentando respetar en lo posible el ciclo de vida de cada material de dotación. Algunos de los cambios específicos que se empezarán a aplicar son, por ejemplo, la sustitución del “cerebro” de la RBA, la estación Nodo de Acceso (sobre el vehículo “Navarra”), por otra estación llamada “Segovia”. La tecnología de la estación Nodo de Acceso se ha quedado totalmente obsoleta y no permite su evolución a IP ni el acceso inalámbrico seguro de los usuarios.

La estación “Segovia” permite tanto el acceso inalámbrico como cableado de los usuarios y será en un futuro el corazón de las comunicaciones entre los distintos centros de transmisiones y de los centros de transmisiones con las pequeñas unidades.

Respecto a los sistemas satélite, en un futuro toda comunicación por satélite estará basada en SECOMSAT en las bandas X (militar) y Ka (civil y militar), siendo las comunicaciones a través del segmento civil de cobertura satélite global (Iridium, Thuraya) opciones alternativas y complementarias a las de SECOMSAT.

Los enlaces SECOMSAT no solo se limitarán a los tradicionales enlaces con Territorio Nacional e intra-teatro, sino que también se dispondrá de capacidad para gestionar y establecer enlaces de acceso bajo demanda (DAMA). Estos enlaces no necesitarán pedir una autorización de acceso al satélite, ya que tendrán un ancho de banda reservado en todo momento para realizar la transmisión. También se incorporarán satélites de gestión dinámica del ancho de banda (BoD – Bandwith On Demand). Estos dos aspectos, BoD y DAMA, son una de las principales novedades del plan MC3 en cuanto a las comunicaciones vía satélite.

Finalmente, respecto a la RRC, el plan MC3 contempla que las estaciones Mercurio-2000 pasen a transformarse en estaciones Mercurio-2000 IP. Estas estaciones dispondrán de los medios de la RRC (HF y VHF), junto con un gestor de comunicaciones (GESCOM) y además serán dotadas de teléfonos IP y de radioenlaces IP de alta capacidad que puedan establecer enlaces punto a punto y punto-multipunto.

En definitiva, el plan de modernización de los medios CIS MC3 tiende al concepto de EoIP (todo sobre IP - Everything Over IP), el cual permite la convergencia de los servicios de voz y datos. Gracias al uso de IP no se designan circuitos de ancho de banda fijos, sino que el ancho de banda total se comparte entre todos los servicios que necesiten transmitir en un determinado instante, produciéndose una mejora en la eficiencia de recursos asignados. Este ancho de banda, además, se puede asignar en función a la calidad del servicio requerido [13], [17].

---

## 5. Encuesta CIS a la Compañía de Transmisiones de la BRILEG

Con el objetivo de recoger la valoración de la CIA de Transmisiones de la BRILEG acerca de los medios CIS disponibles actualmente, se realizó una encuesta a los miembros de la misma durante la última semana de abril de 2014. La encuesta fue anónima y se repartió únicamente a los cuadros de mando de la CIA en ese momento: 5 tenientes y 7 suboficiales.

Las preguntas que contenía la encuesta eran las siguientes:

1. ¿Cree usted que es mejor para la CIA de Transmisiones formar parte de la Bandera de Cuartel General en vez de ser independiente de esta como en el pasado?
2. La CIA de Transmisiones dispone de medios CIS suficientes para dar apoyo a la BRILEG
3. La tecnología de los medios CIS de la CIA de Transmisiones es la adecuada
4. La instrucción y adiestramiento está enfocada a las misiones en el exterior
5. Hay suficientes jornadas de actualización para estar al día de los nuevos medios CIS que se tienen previsto incorporar a la CIA
6. La velocidad de los sistemas satélite más modernos de la CIA de Transmisiones es la adecuada a las necesidades de hoy en día
7. La Red Básica de Área se ha quedado obsoleta y se debe renovar
8. ¿Conoce usted en qué consiste la Brigada Orgánica Polivalente (BOP) y de qué medios CIS dispondrá?

Las opciones para responder a las preguntas 1) y 7) eran “sí” o “no”, mientras que en el resto de preguntas se tenía que responder con un número de 1 a 5 en función del grado de conformidad con la afirmación. En todas las preguntas se ofrecía la posibilidad de dejar comentarios.

Los resultados medios obtenidos fueron los siguientes (en el Anexo 9: Resultados de la encuesta realizada a la CIA de Transmisiones de la BRILEG aparecen enlaces para observar todas las respuestas dadas):

**1) 91,7% NO; 2) 3; 3) 2.91; 4) 2.5; 5) 2.75; 6) 3.1; 7) 100% SI; 8) 1.91**

De estos resultados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La CIA de transmisiones no quiere formar parte de la Bandera de Cuartel General ya que limita mucho su trabajo y su aprendizaje de los medios CIS
- La RBA debería cambiarse (todos los encuestados opinan lo mismo) ya que ha quedado totalmente obsoleta y evolucionar a un entorno basado en IP (plan MC3).
- Las nuevas disposiciones referentes a los medios CIS que se van a introducir en el ET a corto plazo son poco conocidas por los encuestados. Sería muy útil ofrecer formación con jornadas de actualización e información para prepararlos antes de que los nuevos equipos lleguen a las unidades.
- Los sistemas de comunicación deben aumentar su velocidad. Se están quedando obsoletos para las necesidades actuales.

## 6. Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas al realizar este TFG son:

- Dentro de la Brigada de la Legión en particular y en el Ejército de Tierra en general es fundamental poder ejercer la función de combate Mando con facilidad. Esta función de combate permite que los jefes de cada unidad puedan comunicarse con sus subordinados. Es gracias a la disponibilidad de sus medios CIS militares y sus redes de telecomunicaciones militares por lo que pueden enviar y recibir órdenes. Estas redes pueden enviar información a través de cobertura satélite, radiofrecuencia o por fibra óptica.
- La Brigada de la Legión cuenta con la posibilidad de enviar y recibir información a través de sistemas radios que trabajan en UHF, VHF y HF. También dispone de medios CIS satélites capaces de utilizar las bandas X y Ku del espectro electromagnético. Por último, dispone de una red donde pueden converger diferentes medios pero que será sustituida en un futuro, la Red Básica de Área.
- Actualmente la red más importante por la que viajan la mayoría de decisiones de los jefes de las unidades, la Red Básica de Área, no trabaja en modo IP y su velocidad de 512 kbps se ha quedado muy corta para las necesidades de envío de información. Además los radioenlaces necesarios para unir las estaciones trabajan en UHF, con lo que las estaciones deben estar a pocos kilómetros unas de otras y bajo línea de visión directa. Por ello se debería considerar poder conectar las distintas estaciones que dan servicio a las unidades a través de otra banda con más alcance y menos dependiente de la orografía del terreno, ya sea por HF o Satélite.
- En cuanto a sistemas satélite, la velocidad de transmisión de 2 Mbps en sus terminales más modernos los hacen aptos para las necesidades actuales; sin embargo, la Brigada de la Legión solo dispone de un terminal satélite que pueda trabajar en modo IP, el TLB 50-IP por lo que es fundamental la adquisición de nuevos terminales satélite IP.
- Actualmente existe un plan de modernización de los medios y redes CIS llamado Plan MC3. La intención de ese plan es que para 2016 todas las estaciones de RBA así como los demás medios CIS se hayan adaptado al modo de trabajo IP. Hasta ahora esos cambios apenas han tenido lugar en la Brigada de la Legión y este Plan de modernización de los medios CIS, por tanto, no podrá alcanzarse en ese periodo de tiempo fijado.
- Finalmente, y como resultado de las encuestas realizadas a los mandos de la Compañía de Transmisiones que es la encargada de utilizar esos medios CIS, esta Compañía debería ser una unidad independiente dentro de la Brigada de la Legión y no formar parte de la Bandera de Cuartel General con el fin de dar una mayor independencia y autonomía de trabajo a sus integrantes. Además hay un descontento generalizado con la Red Básica de Área de que disponen. Por último se deberían dar más jornadas de actualización a su personal con el fin de que conozcan los nuevos medios que se van a incorporar y con los que van a trabajar en un futuro, ya que por lo general no conocen los medios del Plan MC3.

---

## BIBLIOGRAFÍA

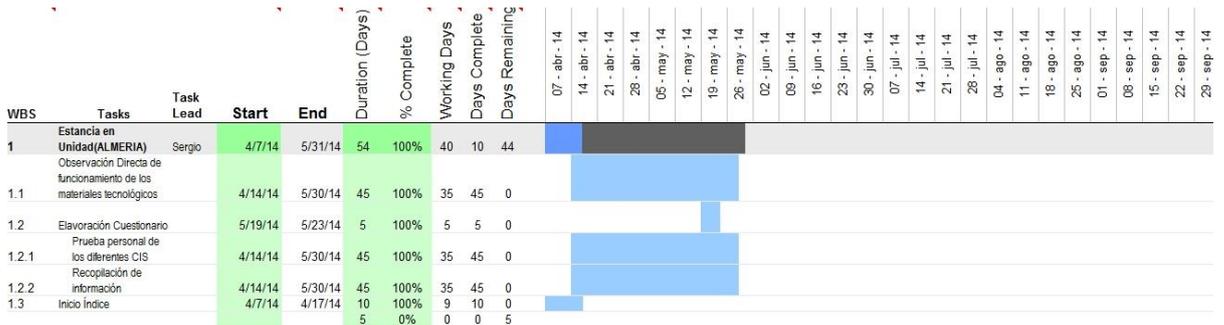
- [1] Alfonso Ruiz de Aguirre, Atlas Ilustrado de la Legión, Susaeta (2010)
- [2] PD1-001. Empleo de las Fuerzas Terrestres (2011)
- [3] OR4-503. Empleo de la Unidad de Transmisiones de la Brigada (2004)
- [4] OR5-501 Orientaciones. Procedimientos de Telecomunicaciones.
- [5] OR3-501. Sistemas de Telecomunicaciones e Información (CIS) (2007).
- [6] OR5-503 -Empleo de la RBA
- [7] PD4-500. Procedimientos Operativos CIS (2013).
- [8] INDRA ESPACIO. Curso de Comunicaciones por satélite
- [9] EMACON-DIV CIS. Concepto Operacional del Sistema Español de Comunicaciones Militares vía satélite
- [10] EMACON-DIV CIS. Procedimiento para el planeamiento y Control de las Comunicaciones vía satélite
- [11] Manual de Instrucción Medios de Cobertura Global [BRITRANS]
- [12] DIDOM R6 501 Reglamento de empleo Radioteléfono PR4G
- [13] Plan MC3. Arquitectura de Referencia. Sistema de Información y Telecomunicaciones desplegable para una gran unidad (JCIS Y AT: 2011).
- [14] Monografías del SOFT. UAS. Sobre su integración en el espacio aéreo no segregado.
- [15] Plan MC3. Concepto CIS. (JCIS Y AT: 2012).
- [16] Guía del Administrador del sistema FFT-SIMACET. UPV.
- [17] Plan MC3. Plan de Transición. (JCIS Y AT: 2012).
- [18] Figura sacada de <http://transmisionondasquiadas.blogspot.com.es/>
- [19] [http://www.ipellejero.es/hf/NVIS/nvis\\_eb2cws.pdf](http://www.ipellejero.es/hf/NVIS/nvis_eb2cws.pdf)
- [20] [http://www.ejercito.mde.es/Galerias/Imagenes/unidades/Cordoba/brimzx\\_guzmanelbu\\_eno/CIATRANSMAT4.jpg](http://www.ejercito.mde.es/Galerias/Imagenes/unidades/Cordoba/brimzx_guzmanelbu_eno/CIATRANSMAT4.jpg)
- [21] Manuales del TALOS técnico 4.0 y 4.1
- [22] Recomendaciones para asegurar la compatibilidad electromagnética, de 15 ABR 2010
- [23] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/01/RQ-11\\_Raven\\_1.jpg/220px-RQ-11\\_Raven\\_1.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/01/RQ-11_Raven_1.jpg/220px-RQ-11_Raven_1.jpg)

## ANEXOS

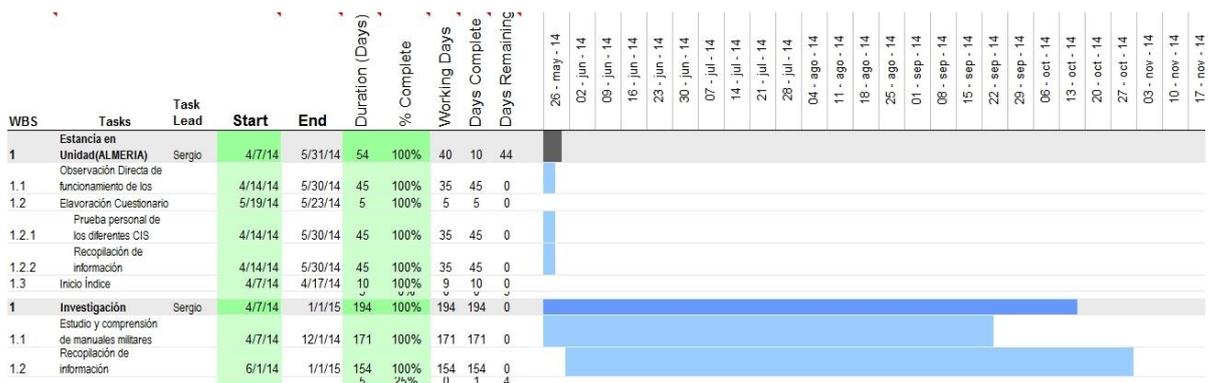
### 6.1. Anexo 1: Diagrama de Gantt del TFG

Diagrama de Gantt el cual muestra el trabajo realizado desde el día de incorporación en Almería hasta la fecha de realización de esta memoria. Está dividido en 3 capturas de imágenes para que se pueda observar mejor de manera gráfica:

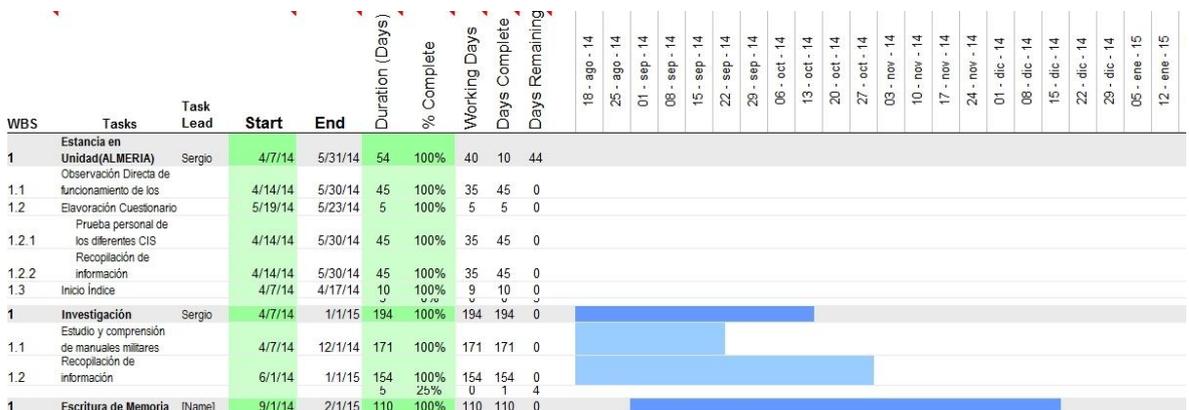
#### Estancia en Almería:



#### Investigación:



#### Escritura de Memoria:



## 6.2. Anexo 2: El espectro electromagnético

Las siguientes figuras muestran las distintas bandas de frecuencia en las que se divide el espectro electromagnético:

| Nombre                | Abreviatura | Empleo                             | Frecuencias   | Longitud de onda       |
|-----------------------|-------------|------------------------------------|---------------|------------------------|
| Extra baja frecuencia | ELF         |                                    | 3-30 Hz       | 100.000 km - 10.000 km |
| Suer baja frecuencia  | SLF         | Militar                            | 30-300 Hz     | 10.000 km - 1.000 km   |
| Ultra baja frecuencia | ULF         | Militar/Minas                      | 300-3.000 Hz  | 1.000 km - 100 km      |
| Muy baja frecuencia   | VLF         | Radio gran alcance                 | 3-30 kHz      | 100 km - 10 km         |
| Baja frecuencia       | LF          | Radio marítima/navegación          | 30-300 kHz    | 10 km - 1 km           |
| Media frecuencia      | MF          | Radio onda media                   | 300-3.000 kHz | 1 km - 100 m           |
| Alta frecuencia       | HF          | Radio onda corta                   | 3-30 MHz      | 100 m - 10 m           |
| Muy alta frecuencia   | VHF         | Radio comercial/TV                 | 30-300 MHz    | 10 m - 1 m             |
| Ultra alta frecuencia | UHF         | TV, radio privada, telefonía móvil | 300-3.000 MHz | 1 m - 100 mm           |
| Super alta frecuencia | SHF         | Radar/SATCOM                       | 3-30 GHz      | 100 mm - 10 mm         |
| Extra alta frecuencia | EHF         | Radar                              | 30-300 GHz    | 10 mm - 1 mm           |

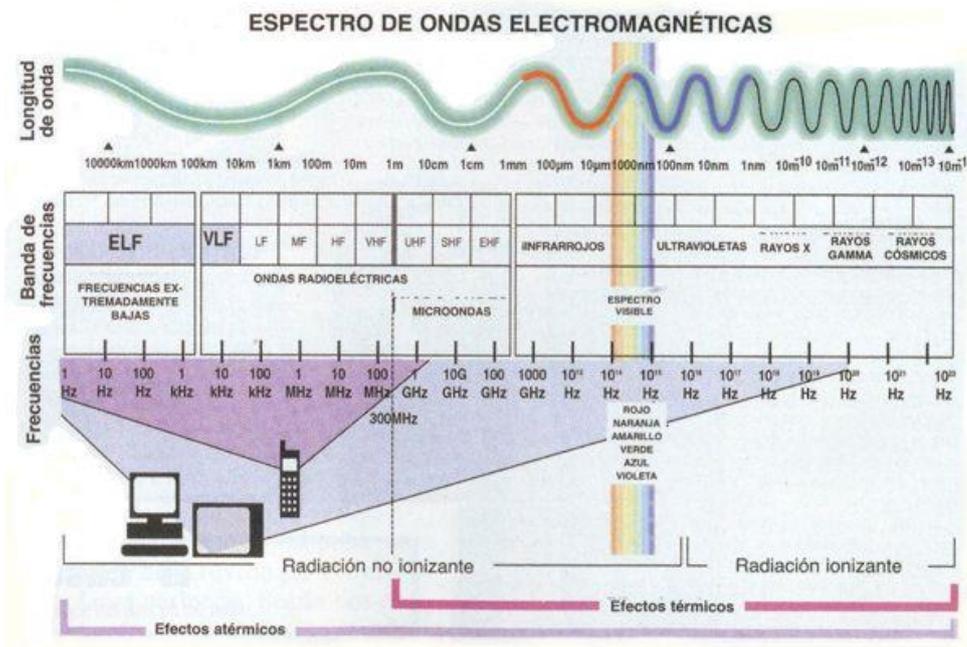


Figura 8: Distribución en bandas del espectro electromagnético [18]

## 6.3. Anexo 3: Estaciones RBA

En este apartado se exponen algunas de las estaciones más importantes que pueden conectarse a la RBA así como los servicios que pueden proporcionar. A modo de ejemplo se explican la estación centro de abonados (Canarias) y la estación satélite (Asturias).

- **Estación Centro Nodal:** Representada en los esquemas de RBA por un triángulo invertido rodeado por un círculo. Es una estación de conmutación, da acceso a usuarios telefónicos y de radio a la RBA. Se despliega junto a dos estaciones Rioja que van conectadas mediante fibra óptica. Las estaciones Rioja son las encargadas de dotar a esta estación de la posibilidad de 6 radioenlaces (3 radioenlaces por vehículo Rioja). La estación Centro Nodal va sobre un vehículo denominado "Canarias". Las características técnicas son las siguientes: 1) Posibilidad de dar servicio a 8 abonados digitales y 12 abonados analógicos. 2) Posibilidad de integración automática de 3 abonados por medio de la Red Radio de Combate (RRC). 3) Seis posibles radioenlaces.

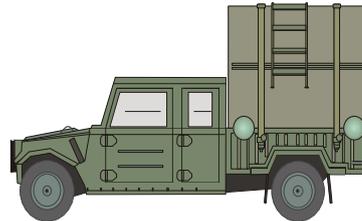


Figura 9: Estación Centro Nodal

- **Estación Satélite:** Está configurada sobre el vehículo "Asturias". Puede utilizar el soporte satélite a 512 kbps para conectarse con otras estaciones satélite de la RBA o para conectarse con redes externas de la RBA. En ese caso la conexión tendrá que pasar por la estación de anclaje a una velocidad de 256 kbps. Se enlaza con un Nodo de Acceso (vehículo "Navarra") a través de fibra óptica, aunque también puede enlazarse con un Centro Nodal (vehículo "Canarias"). Dispone de una antena autoorientable en banda X aunque también podrá trabajar en banda Ku. Para ver información mucho más detallada y el resto de estaciones que forman parte de la RBA consultar el manual OR5-503 [6].

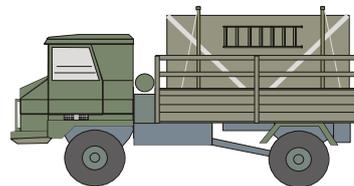


Figura 10: Estación Satélite Asturias [9]

#### 6.4. Anexo 4: Bandas de comunicación por satélite

En la siguiente tabla aparecen las principales frecuencias que se usan para comunicaciones vía satélite. Los sistemas satélites españoles trabajan en las Banda X, Ka y Ku.

| BANDAS DE COMUNICACIÓN POR SATÉLITE |                  |                     |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|
| Banda                               | Frecuencia (GHz) | Uso Principal       |
| Banda L                             | 1 - 2            | Servicios Móviles   |
| Banda C                             | 3.7 - 6.5        | Servicios Fijos     |
| Banda S                             | 2.5 - 3          | Servicios Móviles   |
| Banda X                             | 7.25 - 8.4       | Servicios Militares |
| Banda Ku                            | 10.7 - 18        | Servicios Fijos     |
| Banda Ka                            | 18 - 304         |                     |

#### 6.5. Anexo 5: Medios CIS civiles satélite disponibles en la BRILEG

Los medios CIS civiles satélite disponibles en la BRILEG son un terminal Iridium y un terminal Thuraya. Su uso es muy limitado (exclusivamente en situaciones de emergencia) debido al alto coste económico que implica su utilización y al bajo ancho de banda que tienen. Además, su seguridad es nula al no disponer de ningún tipo de cifrado, por lo que cualquiera podría escuchar las conversaciones mantenidas con estos terminales.

El sistema Iridium dispone de 66 satélites en el espacio en órbita baja ofreciendo cobertura global y servicios de voz y datos. Su velocidad es de tan solo 2,4 kbps y el precio de 75 minutos de voz es de 150€.



Figura 11: Terminal Iridium (izquierda) y terminal Thuraya (derecha) [11]

El Thuraya sin embargo no dispone de cobertura global (la cobertura se muestra en la Figura 12) y ofrece servicios de voz satélite y GSM, datos y GPS.



Figura 12: Cobertura del sistema Thuraya [11]

### 6.6. Anexo 6: Trasmisión NVIS (Near the Vertical Incidence Skywave)

A diferencia de una transmisión HF normal que se produce a largas distancias, la transmisión en HF NVIS está indicada para superar obstáculos del terreno cercanos con ángulos de incidencia superiores a  $75^\circ$ . El alcance eficaz de este tipo de transmisión abarca de 5 a 100 km. La transmisión NVIS es muy útil ya que asegura tener siempre conexión independientemente de las condiciones del terreno. El principio de operación de este tipo de transmisión se puede ver en la siguiente figura:

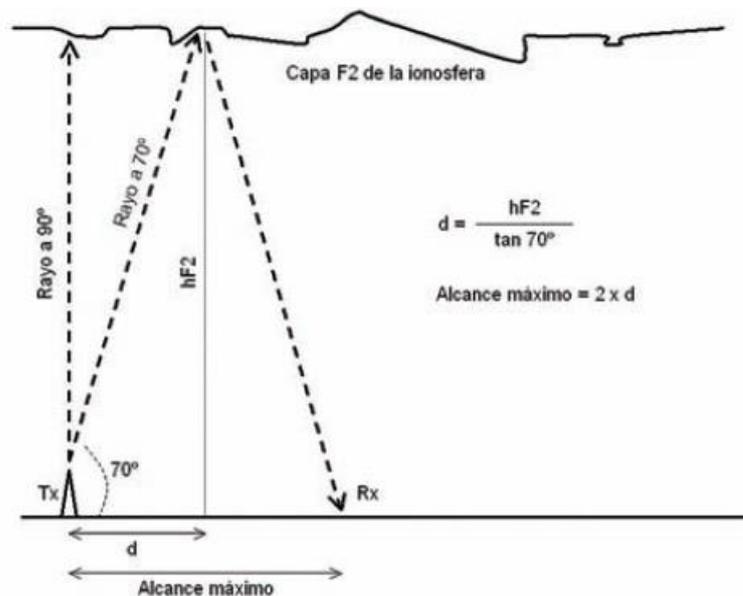


Figura 13: Principio de funcionamiento de un enlace NVIS [19]

Para operar en NVIS deberemos tener en cuenta dos conceptos fundamentales. Por un lado la elección de una antena adecuada que presente un diagrama de radiación con elevación suficiente, como podría ser un dipolo horizontal instalado a una altura sobre el suelo de  $1/10$  de la longitud de onda de trabajo. Por otro lado la selección de una frecuencia de trabajo

---

adecuada, siempre por debajo de la frecuencia de corte de la capa F2 de la ionosfera, ya que superando esta frecuencia de corte la onda no rebotaría en la ionosfera, si no que la atravesaría, resultando imposible un rebote ionosférico y por tanto una comunicación en HF.

Como se puede ver en la imagen del vehículo mercurio (Figura 14), la antena que le da esta posibilidad de transmisión en NVIS es la semicircular posicionada en la parte trasera. Gracias a la forma semicircular que obtiene la onda rebota en el techo del vehículo y es capaz de realizar una transmisión NVIS. Actualmente la CIA de Transmisiones de la BRILEG dispone de vehículos "Mercurio" capaces de realizar este tipo de transmisión NVIS.



Figura 14: Vehículo "Mercurio" con antena para enlace NVIS [20]

### **6.7. Anexo 7: Sistema TALOS**

El TALOS es un sistema de gestión y control de los sistemas de fuego en tiempo real [21]. Cuando una pieza artillera realiza un disparo el sistema TALOS le proporciona los datos en función de las condiciones ambientales y le informa de donde caerá dicho proyectil. Una vez lanzado, actualiza en el mapa de la aplicación la ubicación donde ha caído de modo que la puedan ver todos los sistemas TALOS conectados que tengan permiso para ello.

La comunicación entre los diferentes sistemas TALOS, o lo que es lo mismo la réplica de la información, se realiza a través de la radio PR-4G (que trabaja en VHF), aunque se podrían emplear también otros sistemas de transmisión (por ejemplo satélite) para que las características del terreno no influyan en la transmisión de la información.

El sistema TALOS está compuesto de dos subsistemas: táctico y técnico. El subsistema técnico es capaz de:

- Visualizar objetivos en la aplicación que dispone de un mapa topográfico de la zona en cuestión.
- Generar y enviar las peticiones de fuego que quiera realizar cada pieza.
- Realizar una evaluación técnica de daños.
- Gestionar la munición disponible.

El subsistema táctico es capaz de:

- Realizar el planeamiento de los apoyos de fuego tanto en operaciones actuales como futuras, integrándolo con la maniobra de la unidad apoyada.
- Liderar el proceso de sincronización de objetivos.
- Gestionar la aplicación a nivel administrador, controlando las Unidades que tendrán permiso para visualizar una determinada información. No todas podrán ver toda la operación ni todas tendrán derecho a realizar fuegos.

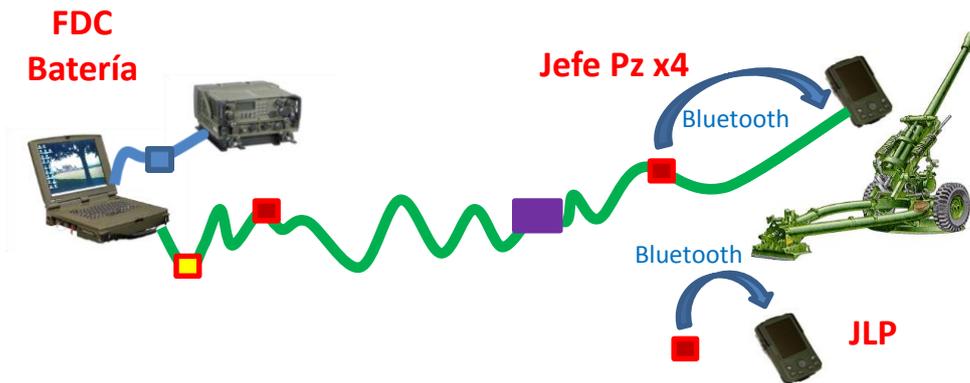


Figura 15: Esquema de maniobra del sistema TALOS

En la Figura 15 podemos ver un posible esquema de maniobra utilizando el sistema TALOS. El jefe de su unidad a través de su PC y con el sistema TALOS instalado ejecuta una acción de fuego, dando la orden a su jefe de pieza para que realice sus indicaciones. La información introducida en el PC por el jefe de unidad se transmite por radio hasta el jefe de pieza, sincronizándose a través de Bluetooth en su PDA. Una vez que el jefe de pieza recibe las instrucciones en su PDA realiza el disparo, actualizándose la posición de caída tanto en su PDA como en el PC del jefe.

#### 6.8. Anexo 8: Sistema UAS (Unmanned Aircraft System)

Actualmente el Sistema UAS, está en fase de experimentación en el ET. A pesar de que en EEUU a estos Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) ya los han dotado de sistemas de Armas, en el ET no se ha considerado esta opción todavía.

Su ventaja principal es que permite disminuir el personal desplegado vulnerable a la actividad del adversario. Operativamente, la integración de Vehículos Tripulados y UAVs incrementa las capacidades militares conjuntas. Se espera que los UAVs vayan sustituyendo progresivamente a los Vehículos Tripulados no solo en misiones de vigilancia y reconocimiento, sino también en las de combate. Representan, por tanto, no sólo el inminente futuro, sino una realidad del presente cuya relevancia irá creciendo de manera exponencial.

El UAS está constituido básicamente por un segmento aéreo y un segmento terreno. El segmento aéreo lo forma una plataforma aérea UAV, la carga útil si la tuviera, adecuada a la misión asignada, y la parte del sistema de comunicaciones.

El segmento de tierra incluye el sistema de control de aeronave y equipos de comunicaciones así como la estación que permite diseminar la información obtenida de los sensores a los usuarios.

Las comunicaciones del UAV se realizan como indica la siguiente figura:



Figura 16: Esquema de comunicación con un UAV [22]

Aunque en el caso de la figura, el UAV está controlado por satélite, también se podría controlar con un enlace radio en VHF aunque con un alcance mucho menor. Cuando la comunicación con el UAV se realiza vía satélite, se utilizan las bandas C, Ku (de uso civil y militar) y la banda X (uso exclusivamente militar).

Actualmente la BRILEG dispone de UAV denominados RAVEN, ubicados en la CIA de Inteligencia. Este terminal es muy ligero pudiendo ser lanzado por un operador manualmente (Figura 17: **RAVEN lanzado manualmente**).



Figura 17: RAVEN lanzado manualmente [23]

Las comunicaciones que requieren un UAV ocupan un ancho de banda difícil de controlar. Los enlaces de Mando y Control (C2), aunque no necesitan mucho ancho de banda, exigen una alta disponibilidad, lo que obliga al uso de antenas omnidireccionales y de medidas de protección del enlace frente a perturbaciones o intrusiones. Por otro lado los enlaces para la recepción de datos solicitados de los sensores (electro-ópticos, infrarrojo y radar) sí que consumen un gran ancho de banda, aunque en este caso la disponibilidad requerida es menor.

Un importante requisito a tener en cuenta en futuros desarrollos de la plataforma UAV es la posibilidad de disponer de enlaces que puedan utilizar más de una banda, en previsión de futuras restricciones en la operación, ya sea interior o exterior [22].

### **6.9. Anexo 9: Resultados de la encuesta realizada a la CIA de Transmisiones de la BRILEG**

En los siguientes enlaces aparecen las encuestas respondidas por los mandos de la CIA de Transmisiones:

<https://mega.co.nz/#!SswjHSZS!0Mrmjf2WAYzB2Bqp2nw72zeoRiHu4O2ndnqbUOorYc4>

[https://mega.co.nz/#!7oZn1aiL!sL3yiLPsQoLwWg9SBALxAPGZp\\_2NduAkv7XiMxlX3vw](https://mega.co.nz/#!7oZn1aiL!sL3yiLPsQoLwWg9SBALxAPGZp_2NduAkv7XiMxlX3vw)

<https://mega.co.nz/#!XhoVkbib!naoLy4Fx5t3JCzjM54SnVCZdf9hiqG2HpftrCqeEdQ>

<https://mega.co.nz/#!LhIU2LYJ!QrDeZyzoFnPCkeHazgaOI9flm2iiN-TSleiujiisso5o>

<https://mega.co.nz/#!foQW2Aha!brgvQrtIMjhFMETyJIPL-3yKquWDLQZJ22CimU0sT0>

[https://mega.co.nz/#!6p4kDBbZ!\\_pL3tL1gmQTQjHnr-j3qZHx-1JIM2f78kZHnp92foFk](https://mega.co.nz/#!6p4kDBbZ!_pL3tL1gmQTQjHnr-j3qZHx-1JIM2f78kZHnp92foFk)

[https://mega.co.nz/#!Wo4FGIqL!9f2wGpd75FYI547NCEfAiTJ1rwlxTf\\_WOsS9VDuUX4](https://mega.co.nz/#!Wo4FGIqL!9f2wGpd75FYI547NCEfAiTJ1rwlxTf_WOsS9VDuUX4)

[https://mega.co.nz/#!W05y3IJC!\\_Pw3oLzs\\_MdYXztx\\_QqWvitUJTpGbu4nGtOCKjlf4Ks](https://mega.co.nz/#!W05y3IJC!_Pw3oLzs_MdYXztx_QqWvitUJTpGbu4nGtOCKjlf4Ks)

<https://mega.co.nz/#!SxY1FK7C!2MH83-TzkK0CFIclyGM-IgTVRPPCrLlrAgMUVFxbZes>

<https://mega.co.nz/#!Gsw2mQia!yHTY-f4T3hDmtLdXSIF9AEnPGnbW7qVi0-841yFgJs>

[https://mega.co.nz/#!2swDVYzL!UIL8XSUrAIKifzv1pIHDLJUQE\\_JbgV-1Mq8g0FRPcns](https://mega.co.nz/#!2swDVYzL!UIL8XSUrAIKifzv1pIHDLJUQE_JbgV-1Mq8g0FRPcns)

[https://mega.co.nz/#!bhBV0Tba!QTfeuO3QMnaTcMxb-CVwb\\_-xgjuc-F5VGU9JMsPnbSg](https://mega.co.nz/#!bhBV0Tba!QTfeuO3QMnaTcMxb-CVwb_-xgjuc-F5VGU9JMsPnbSg)

A modo de ejemplo, en las siguientes figuras se puede ver la encuesta rellenada por uno de los mandos junto con los comentarios opcionales que se podían dejar en cada apartado.

### Encuesta CIS a Cía de Transmisiones de la BRILEG

(En las preguntas de valorar del 1 al 5, 1 significa totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo)

La siguiente encuesta será utilizada estadísticamente en mi trabajo de fin de grado y es anónima.

1. ¿Cree usted que es mejor para la CIA de Transmisiones formar parte de la Bandera de Cuartel General en vez de ser independiente de esta como en el pasado?  
Si   
No
2. La Cía de Transmisiones dispone de medios CIS suficientes para dar apoyo a la BRILEG  
Valore de 1 a 5: 4
3. La tecnología de los medios CIS de la Cía de Transmisiones es la adecuada  
Valore de 1 a 5: 3
4. La Instrucción y Adiestramiento está enfocada a las misiones en el exterior.  
Valore de 1 a 5: 3
5. Hay suficientes jornadas de actualización para estar al día de los nuevos medios CIS que se tienen previsto incorporar a la Cía  
Valore de 1 a 5: 5
6. La velocidad de los sistemas satélites más modernos de la Cía de Transmisiones es la adecuada a las necesidades de hoy en día  
Valore de 1 a 5: 5
7. La Red Básica de Área se ha quedado obsoleta y se debe renovar  
Si   
No
8. Conoce usted en qué consiste la Brigada Orgánica Polivalente (BOP) y de que medios CIS dispondrá  
Valore de 1 a 5: 2

Figura 18: Encuesta rellanada sobre la valoración de los medios CIS de la BRILEG

1. Tal y como esta a día de hoy no. En el caso específico de planificación de la maniobra de transmisiones la mayoría de la planificación recae sobre la Cia. Intel.
2. Sin así, cada día se exigen mas servicios los cuales necesitan mas ancho de banda. La capacidad de las Asturias se quedan escasas.
3. En algunas areas si y en otras no.
4. Cuando ha llegado esa situación la realidad ha sido que en 20 muchos de los medios utilizados no existen en la Cia. IFTS, spectrum, 117, Degan, SOTIT.
5. Hay suficientes. De hecho, al incorporarse las Edocis a las demandas se ha descargado un poco la responsabilidad que tenia la Cia.
6. De lo mas moderno si. Esto afecta solo al TCS 50. ip. El resto no soporta los servicios normales.
7. Se debe renovar teniendo en cuenta las tecnologías futuras TCP-IP.
8. Muy poco.

Figura 19: Comentarios de la encuesta sobre la valoración de los medios CIS de la BRILEG