



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# Consecuencias de la implantación del Plan MC3 en un Batallón de Transmisiones

Autor

Santiago Torregrosa Marco

Directores

Director académico: Prof. Danilo Tardioli

Director militar: Cap. D. Jaime Lapuente Bru

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
Año 2020



# Resumen

Actualmente las telecomunicaciones y, a su vez, los sistemas informáticos han evolucionado en gran medida. Como consecuencia, se ha trasladado al ejército una necesidad de cambio y actualización en los distintos dispositivos y sistemas informáticos que dan servicio al gran número de unidades del Ejército de Tierra (ET). Esta necesidad de actualización ha llevado a la creación e implementación de un plan de modernización de los sistemas de Mando, Control y Comunicaciones denominado Plan MC3. Este plan tiene como objetivo la utilización de las nuevas tecnologías para aportar un mayor rendimiento y alcanzar la máxima eficacia operativa, que a su vez aumente la protección de la fuerza, asegure la interoperabilidad y garantice una seguridad e integridad a la información utilizada.

Este proyecto se realiza para estudiar y comprobar cuáles son las consecuencias de implantar el Plan MC3 en un Batallón de Transmisiones, en concreto en el Segundo Batallón de Centros Nodales del Regimiento de Transmisiones nº21 (BTCN II/21), destino donde se han realizado las prácticas. Primero se ha llevado a cabo un estudio de los distintos medios que componen este nuevo plan, y luego se ha recopilado información sobre la situación actual del BTCN II/21 para poder estudiar cómo afectaría la incorporación del Plan MC3 en él. Durante el estudio de las consecuencias se ha tenido en cuenta la nueva redistribución del personal, debido a la incorporación de nuevo material y se ha realizado una encuesta y entrevistas a personal experimentado para analizar los servicios y capacidades que ofrece este nuevo plan. Además, se ha mostrado la nueva composición de los despliegues de Centros de Transmisiones de Puesto de Mando (CTPC) en base al estudio de capacidades realizado. Por último, se ha estudiado el impacto que ha provocado el uso de la tecnología IP del Plan MC3, creando la necesidad de modernizar estaciones obsoletas del sistema de telecomunicaciones Red Básica de Área (RBA). Por ello, se ha realizado una investigación donde se propone la modernización de una de ellas.

Respecto al análisis de costes se ha llevado un estudio en base al sueldo de personal total invertido en mantener las estaciones del Plan MC3 operativas en comparación con el empleado en las antiguas estaciones RBA usadas para el montaje de los distintos CTPCs. Se ha realizado también un análisis de riesgos como consecuencia de la implantación del Plan MC3 en un batallón de Transmisiones, reflejado en una matriz de riesgos. En términos relativos a la gestión del tiempo, se ha utilizado la herramienta del diagrama de Gantt, lo cual ha permitido facilitar la organización del trabajo a realizar y ejercer un control más eficaz y exhaustivo de la duración de las distintas etapas de desarrollo del proyecto.

Las conclusiones obtenidas de este proyecto, aunque el estudio se haya realizado sobre un batallón en concreto, son de gran ayuda y aplicables para el resto de batallones de Transmisiones del ejército. En cuanto a la distribución de personal, se ha observado que es necesario aumentar el número de personal de tropa, y respecto a los servicios y capacidades se ha concluido que supone una gran mejora y cumple con las demandas de los usuarios. La nueva composición de los CTPCs permite que estos sean más sencillos, pero el personal necesario para mantener sus estaciones operativas ha aumentado para los centros de mayor entidad, lo que se ha visto reflejado en los costes de personal. La modernización de estaciones RBA, basada en la investigación realizada, es un dato concluyente a destacar de este proyecto ya que permite ofrecer unos servicios aceptables con una simple actualización de equipos.



# Abstract

Currently, telecommunications and computer systems have evolved to a great extent. As a result, the army is facing a need of change and an update of many devices and computer system which serve a large number of units of Army. This need to update has led to the creation and implementation of a plan to modernize the Command, Control and Communications systems called MC3 Plan. This plan aims to use new technologies to provide greater performance and achieve the maximum operational efficiency, which in turn increases the protection of the force, ensures interoperability and guarantees security and integrity of the information used.

This project is carried out to study and verify what are the consequences of implementing the MC3 Plan in a Transmission Battalion, in particular the Second Battalion of Nodal Centers of the 21st Transmission Regiment (BTCN II/21), destination where the internships have been done. First, an exhaustive study of the different material that make up this new plan has been carried out and then information about the current situation of the BTCN II/21 has been collected in order to study how the incorporation of the MC3 Plan would affect to it. During the study of the consequences, the new staff redeployment has been taken into account, due to the incorporation of new material, and a survey and interviews have been performed to experienced personnel to analyze the services and capacities offered by this new plan. In addition, the Command Post Transmission Centers (CTPC) composition deployments has been shown based on the capacity study carried out. Finally, the impact caused by the use of Internet Protocol (IP) technology provided by the MC3 Plan has been studied, which has created the need to modernize obsolete stations of the Basic Area Network (RBA) telecommunications system. For this reason, an investigation has been carried out where the modernization of one of them is proposed.

Regarding the cost analysis, a study has been carried out based on the total personnel salary invested in keeping the MC3 Plan stations operational in comparison with the salary employed in the old RBA stations used for the assembly of the different CTPCs. A risk analysis has also been carried out as a consequence of the implementation of the MC3 Plan in a Transmission battalion, reflected in a risk matrix. In terms of time management, the Gantt chart tool has been used, which has made it easier to organize the work to be done and to exercise a more effective and strict control over the duration of the project development stages.

The conclusions obtained from this project, although the study has been carried out on a specific battalion, are of great help and applicable to the rest of the army Transmission battalions. Regarding the distribution of personnel, it has been observed that it is necessary to increase the number of troop personnel and regarding the services and capacities it has been concluded that it represents a great improvement and fulfills the users demands. The new composition of the CTPC allows them to be simpler, however the staff required to keep their stations operating has increased for large-scale centers, which has been reflected in the personnel costs. The modernization of RBA stations, based on the research carried out, is a conclusive fact to highlight of this project since it allows to offer acceptable services with a simple update of equipment.



# Agradecimientos

Antes que nada, me gustaría agradecer en particular a los tutores de este trabajo. Al Capitán D. Jaime Lapuente Bru el esfuerzo y entrega en proporcionar la ayuda suficiente para la realización de este proyecto, y también al profesor Danilo Tardioli, que a pesar de las dificultades debido a la situación actual de COVID-19, ha estado en todo momento supervisando y revisando el trabajo desde la distancia.

Por otra parte, quiero dar las gracias a todo el personal destinado en el Regimiento de Transmisiones nº21 por el gran apoyo que he recibido para la realización de este trabajo y por la amabilidad y profesionalidad con la que me han tratado. En especial, agradecer a los cuadros de mando de las compañías del II Batallón, ya que han estado a plena disposición en todo momento, y a su Plana Mayor de Mando, que me ha resuelto cualquier duda que tenía y me ha facilitado información para la elaboración del trabajo.

Asimismo, agradecer a mis compañeros de la Academia General Militar el apoyo y respaldo recibido durante estos últimos cuatro años donde hemos establecido uno lazos de amistad que perdurarán toda la vida.

Por último, doy las gracias a mi familia, ya que sin ellos nada de esto habría sido posible. Agradecer a mis padres, Salvador e Isabel, el apoyo diario recibido durante mi transcurso en la Academia General Militar. A mi hermano Salvador y su pareja Laura, quiénes siempre me han ofrecido ayuda y se han preocupado por mí. Y por último a Alexandra, que siempre ha estado apoyándome y animándome en los momentos más duros durante mi paso por la Academia General Militar.



# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Acrónimos.....</b>	<b>xv</b>
<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Especialidad Fundamental de Transmisiones del Ejército de Tierra.....	1
1.2. Modernización y evolución de la tecnología.....	1
1.3. Objetivos.....	2
1.4. Ámbito de aplicación.....	3
1.5. Metodología.....	3
1.6. Estructura de la memoria.....	4
<b>Capítulo 2. Plan MC3 .....</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivos.....	5
2.2. Situación Actual .....	5
2.2.1. Sistemas de Información .....	6
2.2.2. Sistemas de Telecomunicaciones .....	7
2.2.3. Seguridad de la Información .....	8
2.3. Análisis estaciones Plan MC3 .....	9
2.3.1. PCBON.....	9
2.3.2. ATQH.....	9
2.3.3. MERCURIO 2000 IP .....	9
2.3.4. TLB-50 IP.....	10
2.3.5. SOTM.....	10
2.3.6. SANTANDER.....	10
2.3.7. SEGOVIA .....	10
2.3.8. CÓRDOBA .....	11
2.3.9. MÁLAGA .....	11
2.3.10. ELCHE.....	12

<b>Capítulo 3. Desarrollo técnico.....</b>	<b>13</b>
3.1. Batallón de Transmisiones .....	13
3.1.1. Estructura Orgánica.....	13
3.1.2. Plantilla Orgánica de personal y material.....	14
3.1.3. Estaciones del Plan MC3 asignadas al BTCN II/21 .....	14
3.2. Consecuencias de la implantación del Plan MC3.....	14
3.2.1. Gestión de Personal .....	15
3.2.2. Servicios y Capacidades.....	17
3.2.3. Cambios en los despliegues.....	18
3.2.4. Modernización RBA.....	20
3.3. Modernización de la estación RIOJA IP .....	20
<b>Capítulo 4. Análisis de Costes .....</b>	<b>25</b>
<b>Capítulo 5. Análisis de Riesgos .....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo 6. Conclusiones .....</b>	<b>31</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>33</b>



# Índice de figuras

Figura 1. Distribución de material 22 Cia con el Plan MC3 .....	16
Figura 2. Distribución de material 23 Cia con el Plan MC3 .....	16
Figura 3. Centro de Transmisiones Principal (Plan MC3) .....	18
Figura 4. Centro de Transmisiones Táctico (Plan MC3).....	19
Figura 5. Centro de Transmisiones Destacado (Plan MC3).....	19
Figura 6. Centro de Transmisiones de Entrada Inicial (Plan MC3) .....	19
Figura 7. Equipos informáticos RIOJA IP .....	21
Figura 8. Captura de pantalla de la Aplicación Polycom para seleccionar el ancho de banda....	22
Figura 9. Proceso de prueba de videollamadas RIOJA IP .....	23
Figura 10. Tipos de estaciones SANTANDER .....	38
Figura 11. Estructura de red de la estación SANTANDER .....	38
Figura 12. Tipos de estaciones SEGOVIA.....	39
Figura 13. Estructura de red de la estación SEGOVIA .....	39
Figura 14. Configuración del módulo de administradores de la estación SEGOVIA .....	40
Figura 15. Administradores de la estación SEGOVIA.....	41
Figura 16. Tipos de estaciones CÓRDOBA.....	42
Figura 17. Estructura de red de la estación CÓRDOBA .....	42
Figura 18. Configuración del módulo de administradores de la estación CÓRDOBA .....	43
Figura 19. Administradores de la estación CÓRDOBA.....	44
Figura 20. Estructura de red de la estación ELCHE.....	45
Figura 21. Estructura Orgánica del BTCN II/21 .....	48
Figura 22. Distribución de material actual del CT1 de la 22 Cia .....	53
Figura 23. Distribución de material actual del CT2 de la 22 Cia .....	54
Figura 24. Distribución de material actual del CT3 de la 22 Cia .....	54
Figura 25. Distribución de material actual del CT1 de la 23 Cia.....	55
Figura 26. Distribución de material actual del CT2 de la 23 Cia .....	55
Figura 27. Distribución de material actual del CT3 de la 23 Cia .....	55
Figura 28. Centro de Transmisiones Principal (RBA) .....	65
Figura 29. Centro de Transmisiones Táctico (RBA).....	65
Figura 30. Centro de Transmisiones Destacado (RBA) .....	66
Figura 31. Centro de Transmisiones de Entrada Inicial (RBA) .....	66
Figura 32. Datos Generales del TLB-50 IP .....	67
Figura 33. Datos Generales del MERCURIO 2000 IP.....	68
Figura 34. Datos Generales del ATQH .....	68
Figura 35. Datos Generales del SOTM .....	69
Figura 36. Diagrama de Gantt de la planificación temporal del proyecto.....	72



# Índice de tablas

Tabla 1. Número de administradores estación SEGOVIA .....	11
Tabla 2. Número de administradores estación CÓRDOBA .....	11
Tabla 3. Redistribución de personal de los CTs de la 22 y 23 Cia.....	15
Tabla 4. Redistribución de personal de la PLM de la 22 y 23 Cia .....	16
Tabla 5. Resultados pruebas realizadas RIOJA IP .....	22
Tabla 6. Sueldo medio mensual bruto.....	25
Tabla 7. Sueldo bruto mensual empleado por estación .....	26
Tabla 8. Sueldo total invertido por CTPC.....	26
Tabla 9. Matriz de Riesgos.....	29
Tabla 10. Función de las estaciones RBA.....	37
Tabla 11. Resumen estaciones Plan MC3 .....	47
Tabla 12. Plantilla Orgánica de personal .....	49
Tabla 13. Plantilla Orgánica de material .....	51
Tabla 14. Distribución de personal actual de los CTs de la 22 y 23 Cia.....	52
Tabla 15. Distribución de personal actual de la PLM de la 22 y 23 Cia .....	53
Tabla 16. Estaciones del Plan MC3 asignadas al BTCN II/21 .....	56
Tabla 17. Distribución de personal ideal de los CTs de la 22 y 23 Cia.....	57
Tabla 18. Distribución de personal ideal de la PLM de la 22 y 23 Cia.....	57
Tabla 19. Retribuciones del personal de las FAS.....	70
Tabla 20. Estructura de Desglose de Trabajo.....	71

# **Lista de Acrónimos**

AGM	Academia General Militar
ATQH	At The Quick Halt
BG	Brigada (empleo)
BMS	Battle Management System
BoD	Bandwidth on Demand
BOE	Boletín Oficial del Estado
BRI	Brigada (escalón)
BTCN II/21	Segundo Batallón de Centros Nodales del Regimiento de Transmisiones nº21
CAP	Capitán
CBMY	Cabo Mayor
CB1º	Cabo Primero
CCN	Centro Criptológico Nacional
CE	Cuerpo de Ejército
CGET	Cuerpo General del Ejército de Tierra
CIA	Compañía
CIS	Sistemas de Telecomunicaciones e Información
CISCC	Centro de Control CIS
COR	Coronel
CRIOPS	Criterios Operativos
CT	Centro de Transmisiones
CTD	Centro de Transmisiones Destacado
CTE	Comandante
CTPC	Centro de Transmisiones de Puesto de Mando
CUMAS	Cuadros de Mando
DAMA	Acceso Múltiple por Asignación bajo Demanda
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
DIV	División
DL	Difusión Limitada
EAN	Estación de Anclaje
EDT	Estructura de Desglose de Trabajo

EI	Entrada Inicial
ET	Ejército de Tierra
FFT	Friendly Force Tracking
FUTER	Fuerza Terrestre
GB	General de Brigada
GESCOM	Gestor de Comunicaciones
GU	Gran Unidad
HF	High Frequency
IP	Internet Protocol
IFF	Identificación amigo-enemigo
JEMAD	Jefe del Estado Mayor de Defensa
Kbps	Kilobits por segundo
LCC	Land Component Command
LR	Lista Revista
M	Mando
MATRANS	Mando de Transmisiones
Mbps	Megabits por segundo
MC3	Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones
MINISDEF	Ministerio de Defensa
MOLTU	Unidad Terminal de Línea de Fibra Óptica
MR	Mission Restricted
MS	Mission secret
MU	Mission unclassified
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NEC	Network Enabled Capability
NS	Nato Secret
NU	Nato Unclass
OTAN	Organización Tratado Atlántico Norte
PC	Puesto de Mando
PCBON	Puesto de Mando de Batallón
PEXT	Prácticas Externas
PG	Propósito General
PLM	Plana Mayor

PLMM	Plana Mayor de Mando
PMS	Sistema de Gestión de Plataforma
PO	Plantilla Orgánica
PU	Pequeña Unidad
RBA	Red Básica de Área
RN	Reservado Nacional
RPM	Relación Puestos Militares
RRC	Red Radio de Combate
RT-21	Regimiento de Transmisiones nº21
RTP	Red Táctica Principal
SBMY	Suboficial Mayor
SDO	Soldado
SECOMSAT	Sistema Español de Comunicaciones Militares por Satélite
SGTO	Sargento
SGT1º	Sargento Primero
SIGLE	Sistema de Información y Gestión Logística del Ejército de Tierra
SIM	Sistema de Información Militar
SIMACET	Sistema de Información de Mando y Control del Ejército de Tierra
SINCLAS	Sin Clasificar
SOTM	Satellite On The Move
STTE	Subteniente
S-1	Sección de Personal
S-2	Sección de Inteligencia
S-3	Sección de Operaciones
S-4	Sección de Material
TCOL	Teniente coronel
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet
TFG	Trabajo de Fin de Grado
TLB	Terminal Ligero Bi-banda
TN	Territorio Nacional
ToIP	Telefonía sobre ip
TTE	Teniente
UE	Unión Europea

UHF	Ultra High Frequency
UTRANS	Unidad de Transmisiones
VHF	Very High Frequency
VOIP	Voz sobre ip
WAN	Red de Área Extensa
ZO	Zona de Operaciones



# Capítulo 1. Introducción

Este trabajo estudia las consecuencias de implantar el Plan MC3 en un Batallón de Transmisiones. Los objetivos de este proyecto son analizar cómo afecta la incorporación de las nuevas tecnologías pertenecientes al Plan MC3 a los servicios y capacidades, a la gestión del personal, a los cambios en los despliegues y a los costes económicos. Además, la incorporación de este plan ha creado una necesidad de modernización de estaciones donde se ha realizado una investigación y se han analizado sus consecuencias.

## 1.1. Especialidad Fundamental de Transmisiones del Ejército de Tierra

Transmisiones es una especialidad fundamental del Cuerpo General del Ejército de Tierra (CGET). Su función principal dentro del ejército es facilitar la maniobra propia e impedir o dificultar la del adversario, haciendo posible en un caso, e imposibilitando en el otro el mando y control de cuantos elementos intervienen en la acción por medio de los Sistemas de Telecomunicaciones e Información (CIS) y la Guerra Electrónica [1].

Los CIS, además de atender a los cinco principios de enlace (permanencia, responsabilidad, flexibilidad, seguridad y sencillez), que definen las características que debe cumplir todo enlace establecido, también deben atenerse a los siguientes principios específicos [2]:

- Capacidad
- Prioridad de adaptación
- Racionalización
- Supervivencia
- Oportunidad
- Fiabilidad
- Empleo eficaz del Espectro Electromagnético<sup>1</sup>
- Interoperatividad

Entre sus misiones, las Unidades de Transmisiones (UTRANS) se encargan de establecer los sistemas de telecomunicaciones e información para el mando y control, dirigir técnicamente las telecomunicaciones, controlar el uso del espectro electromagnético y contribuir a la difusión de información. Las características fundamentales de las Transmisiones son la flexibilidad de su organización y la coordinación técnica de todas sus acciones y lograr que los sistemas de telecomunicaciones e información estén unidos entre sí [1].

## 1.2. Modernización y evolución de la tecnología

Hoy en día las telecomunicaciones y a su vez los sistemas informáticos han avanzado a pasos agigantados en nuestra sociedad. Como consecuencia, el campo de batalla se ha ido digitalizando durante los últimos años debido a la facilidad de acceso a grandes flujos de información en tiempo real, lo que ha llevado a la creación de unos sistemas de mando y control

---

<sup>1</sup> El espectro electromagnético es el conjunto de todas las frecuencias (número de ciclos de la onda por unidad de tiempo) posibles a las que se produce radiación electromagnética [14].

que facilitan la toma de decisiones y pueden gestionar grandes cantidades de información a la vez. Transmisiones, son los encargados de plasmar esta evolución tecnológica en todas las unidades del Ejército de Tierra (ET). Esto ha supuesto que el personal destinado en esta especialidad tenga que actualizar y ampliar sus conocimientos sobre la última tecnología en el mercado. El objetivo final es la digitalización de las unidades modernizando tres ámbitos dentro de las Transmisiones que son: los sistemas de información, los sistemas de telecomunicaciones y la seguridad.

La evolución del concepto CIS obliga a disponer de unos sistemas de información y telecomunicaciones que permitan crear una infraestructura por la que discurren los servicios requeridos: voz, gestión de la información, correo electrónico, chat, etc., que facilitarán el ejercicio del mando y control, poniendo la información necesaria con la seguridad adecuada, a disposición de quien la necesite. Los servicios CIS a proporcionar, establecidos por el Plan MC3, se prestarán sobre TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet), que permite mejorar la calidad ofrecida, la seguridad y la gestión y control del sistema, además de la interoperatividad con países aliados y otras organizaciones [3].

Los CIS actuales del ET no permiten la implantación del concepto NEC (Network Enabled Capability). El concepto NEC pretende alcanzar la superioridad en la adquisición, tratamiento, distribución y empleo de la información, reduciendo los plazos de tiempo en la toma de decisiones y permitiendo el flujo de la información en tiempo útil entre puestos de mando. Por tal motivo, su modernización está recogida en el Plan MC3, que se traduce en la integración de la información en una única red por la que transitará la voz, la información táctica, la información sobre las capacidades y la situación logística, la información/inteligencia (imágenes, video, datos), la situación de las unidades propias y aliadas en tiempo real, los datos para la identificación de plataforma y los enlaces de datos tácticos (Tactical Data Link, TDL ) [3].

### 1.3. Objetivos

La finalidad del proyecto es estudiar las consecuencias de implantar el Plan MC3 en un Batallón de Transmisiones, en concreto el Segundo Batallón del Regimiento de Transmisiones nº21 (BTCN II/21), destino donde se van a realizar las prácticas y de donde se va a recopilar gran parte de la información a utilizar. El Plan MC3 se encuentra en proceso de implantación, algunas de las estaciones que propone ya se encuentran en uso en las unidades, aunque la gran mayoría de ellas todavía no están distribuidas. En este proyecto se van a estudiar y analizar todas las estaciones, tanto las actuales en funcionamiento como las pendientes de incorporación, para así poder averiguar sus consecuencias cuando el Plan MC3 esté completamente implantado.

El objetivo principal de este proyecto es analizar las consecuencias de la implantación del Plan MC3 en el BTCN II/21, considerando cinco ámbitos:

- Cambios en la gestión y organización del personal.
- Servicios y capacidades que sugiere la implantación del Plan MC3.
- Cambios en el despliegue de Centros de Transmisiones de Puesto de Mando.
- Impacto económico de implantar el Plan MC3 en el Batallón.
- Modernización e integración de antiguos medios con los nuevos sistemas del Plan MC3.

## 1.4. Ámbito de aplicación

El Plan MC3 pretende modernizar y actualizar todos los sistemas de información y telecomunicaciones del ET debido a la creciente necesidad de afrontar las nuevas dificultades en el campo de batalla y así adquirir beneficios operativos para solventarlas. Este plan se aplica en todas las bases del ET que dispongan de UTRANS con materiales CIS. Su ámbito de aplicación se extiende a las misiones asignadas al ET, tanto en Territorio Nacional (TN) como en el exterior, ya que en ambos lugares son necesarias las telecomunicaciones y los sistemas de información.

El ámbito de aplicación de este proyecto abarca todas las UTRANS que en un futuro utilizarán las estaciones del Plan MC3, ya que les servirá para reorganizar a su personal y tomar las decisiones idóneas a la hora de seleccionar las estaciones que ofrezcan los mejores servicios dependiendo de la situación en la que se encuentren. Además, para todas aquellas unidades que pretenden modernizar antiguos medios a consecuencia del proceso de implantación del Plan MC3 y evolución al uso de la tecnología IP, también hay reflejada una investigación acerca de la modernización de estaciones en desuso.

## 1.5. Metodología

Este trabajo se ha llevado a cabo durante la realización de las prácticas externas (PEXT) en el Regimiento de Transmisiones nº21 (RT-21), ubicado en la Base General Almirante de Marines, Valencia.

Para alcanzar los objetivos propuestos, el TFG se ha dividido en diferentes hitos de trabajo. Primero se ha explicado detalladamente el Plan MC3, citando sus objetivos y realizando un análisis exhaustivo de las estaciones que lo compone. Para la recopilación de información se ha usado la Biblioteca Virtual del Ministerio de Defensa, manuales, documentos elaborados por militares destinados en la Academia General Militar (AGM) y presentaciones de la Dirección General de Armamento y Material del Ejército de Tierra (DGAM)<sup>2</sup> entre otras.

Una vez explicado el Plan MC3, se ha llevado a cabo el desarrollo técnico del proyecto, donde primero se ha estudiado la situación actual del BTCN II/21. Se ha contado en todo momento con el apoyo y consejo del personal destinado en la unidad y se ha recopilado información almacenada en las secciones de administración de la Plana del Batallón, en concreto S-1 y S-4<sup>3</sup>, donde se ha podido obtener información sobre la plantilla orgánica de personal y material actual. Estos datos han sido necesarios para continuar con el desarrollo técnico del proyecto y estudiar cómo afectaría a la gestión del personal la implantación completa del Plan MC3. Asimismo, se han realizado unas maniobras a nivel Batallón en la Base Militar Jaime I (Bétera), donde se investigó y se hicieron pruebas con estaciones antiguas en proceso de modernización analizando sus consecuencias. Se han realizado también dos entrevistas y una encuesta interna en el BTCN II/21, recogiendo la opinión de personal experimentado sobre los servicios y capacidades que ofrece el Plan MC3.

---

<sup>2</sup> La DGAM es el órgano directivo del Ministerio de Defensa al que le corresponde la planificación y la programación de las políticas de armamento y material y de investigación, desarrollo e innovación del Departamento. [15]

<sup>3</sup> Las secciones S1 y S4, son las secciones que se encargan del personal y del material de un batallón respectivamente. Ambas se encuentran en la Plana Mayor de Mando de un batallón.

En cuanto a la planificación del proyecto, se ha dividido el trabajo en distintas tareas, elaborando una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) y posteriormente se ha utilizado la herramienta del diagrama de Gantt para reflejar la distribución del tiempo. El análisis de riesgos de la implantación del Plan MC3 se ha plasmado realizando una matriz de riesgos. Por último, el análisis de costes se ha llevado a cabo basándose en los salarios mensuales militares reflejados en el Boletín Oficial del Estado (BOE).

## 1.6. Estructura de la memoria

La memoria está estructurada en seis bloques diferenciados, empezando con una breve introducción del proyecto. En el segundo capítulo se desarrollan los objetivos del Plan MC3, la situación actual y se analizan sus estaciones. En el tercer capítulo se explica el desarrollo técnico del proyecto, donde primero se estudia la situación actual del BTCN II/21, luego se analizan las consecuencias de implantar el Plan MC3 en él y por último se explica una investigación acerca de la modernización tecnológica de estaciones obsoletas. El cuarto capítulo analiza los costes de personal como consecuencia de su implantación. El quinto capítulo identifica los riesgos de su implantación en el batallón. Por último, en el sexto capítulo se incluyen las conclusiones del proyecto.

# Capítulo 2. Plan MC3

## 2.1. Objetivos

Para poder llevar a cabo este proyecto y entender los conceptos que se desarrollan en la memoria, primero ha sido necesario analizar el Plan MC3 y sus objetivos, ya que este trabajo estudia y analiza las consecuencias de implantarlo en el BT-CN II/21. El Plan MC3 tiene por objeto establecer el proceso de modernización de los sistemas de mando, control y comunicaciones del ET que permita aumentar las capacidades operativas, mediante la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones [4].

Este plan tiene cuatro objetivos principales que se resumen en [4]:

- Alcanzar la máxima eficacia operativa.
- Aumentar la protección de la fuerza.
- Asegurar la información.
- Asegurar la interoperabilidad.

Este plan se elaboró en 2009, y hasta la actualidad ha estado en proceso de implantación. Los nuevos medios que constituyen el Plan MC3 se han ido implantando de manera progresiva en las unidades a lo largo de estos años, aunque la gran mayoría de ellos todavía no se han distribuido. Las estaciones que propone el Plan MC3, que se estudiarán más adelante en el proyecto, son: SEGOVIA, CÓRDOBA, SANTANDER, ELCHE, MÁLAGA, PCBON, SOTM, ATQH, MERCURIO 2000 IP y TLB 50-IP, de las cuales las últimas cinco ya se encuentran incorporadas en las unidades y el resto todavía están pendientes de distribuirse.

El Plan MC3 se ha elaborado de acuerdo con las siguientes directrices [4]:

- Implantar los sistemas de manera progresiva y coordinada con la finalidad de disponer de un sistema CIS único que permita asegurar el mando y control desde los niveles superiores (LCC/CE, División y Brigada) hasta el combatiente desembarcado.
- Aprovechar al máximo los ciclos de vida útil de los medios CIS en servicio, utilizando siempre que sea posible los distintos medios preexistentes, modernizándolos si es necesario.
- Definir, si fuese necesario, materiales y equipos provisionales que permitan cubrir aquellas carencias o integraciones de medios en el supuesto que se produzcan retrasos en la ejecución del Plan.

## 2.2. Situación Actual

El área de trabajo de un batallón de Transmisiones se divide en tres grandes grupos: los sistemas de información, los sistemas de telecomunicaciones y la seguridad de la información. Durante los últimos años, la manera de trabajar en estos ámbitos ha ido evolucionando debido al desarrollo de la tecnología. Esta evolución se ve reflejada en la implementación del Plan MC3, con el objeto de dar el mejor servicio posible. En cada uno de los siguientes subapartados se va a analizar la situación actual de cada área, seguidamente se explicarán los problemas existentes y por último se explicará la solución que propone el Plan MC3.

## 2.2.1. Sistemas de Información

Los sistemas de información son el conjunto de sistemas para la recogida, almacenamiento y procesamiento de datos para la entrega de información y productos asociados, utilizados para la gestión de las misiones y operaciones [2]. Actualmente en los batallones de Transmisiones se trabaja con dos sistemas:

### SIMACET

- Situación actual: SIMACET es una herramienta que dispone de aplicaciones de gestión táctica, de información geográfica, de mensajería y otra serie de utilidades que, en conjunto, facilitan la función de combate mando y control [5]. Las Grandes Unidades (GU<sup>4</sup>) han utilizado hasta ahora este sistema informático, creándose su primera versión en el año 2000 y actualizándose hasta la versión 5 que se utiliza actualmente en la mayoría de las unidades. SIMACET ha ido aumentando sus capacidades y servicios tras cada una de sus actualizaciones y hoy en día se sigue trabajando con las versiones 4.2 y 5 interoperables entre sí.
- Problema: Los batallones de Transmisiones actualmente cuentan con nodos SIMACET de limitada capacidad, por lo que es necesario disponer de estaciones que ofrezcan servicio de SIMACET con mayor capacidad de usuarios. Además, los sistemas SIMACET y BMS no son interoperables por lo que se necesita un sistema de sistemas que sea capaz de hacer compatibles ambos sistemas.
- Solución: El Plan MC3 pretende incorporar la estación SEGOVIA, explicada en el apartado 2.3.7. Esta estación incorpora el SIMACET versión 6, que ofrece mayores prestaciones, permite dar servicio a un mayor número de usuarios y permite la interoperabilidad con el sistema BMS, creando un único sistema de sistemas que facilita la gestión y ejercicio de mando y control desde las GUs hasta el combatiente a pie.

### BMS

- Situación actual: Las Pequeñas Unidades (PU<sup>5</sup>) utilizan el sistema de información para el mando y control denominado Friendly Force Tracking (FFT), que se inició en 2014 y actualmente ha evolucionado al sistema denominado Battle Management System (BMS). El sistema BMS posee distintas utilidades como pueden ser la de análisis del terreno y la capacidad de mandar mensajería con archivos adjuntos.
- Problema: El sistema BMS actualmente no es interoperable con el sistema SIMACET. Además, debe incluir en determinadas plataformas un módulo de gestión de la plataforma (PMS) que integre los sensores, sistemas de abordo y sistemas de identificación amigo-enemigo (IFF) [4].
- Solución: El Plan MC3 pretende incorporar la estación PCBON, explicada en el apartado 2.3.1, que integra la última versión de BMS proporcionando mayores servicios y capacidades, permitiendo la integración de los combatientes a pie en el sistema y la interoperabilidad con SIMACET.

---

<sup>4</sup> GU engloba a los escalones desde Brigada en adelante, es decir: Brigada, División y Cuerpo de Ejército.

<sup>5</sup> PU engloba a los escalones desde Regimiento e inferiores, es decir: Regimiento, batallón, compañía, sección y pelotón.

## 2.2.2. Sistemas de Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones, soporte de los servicios de voz, datos e imágenes, se agrupan en tres tipos: Red Radio de Combate (RRC) soporte principal en las PUs y altamente móvil. Red Táctica Principal (RTP) que proporciona enlace a los Puestos de Mando (PC) de las GUs y la integración con las PUs y otras redes. Comunicaciones Satélite que dan servicios a los PC y son el soporte principal en la RTP, completadas por radioenlaces de alta capacidad [6].

### RTP

- Situación actual: La RTP consiste en un sistema mallado formado por un conjunto de nodos desplegados en el terreno e interconectados principalmente por radioenlace entre sí que configuran una red telefónica, telegráfica y de datos. Esta red está compuesta por estaciones de Red Básica de Área (RBA), explicadas en el Apéndice A. Actualmente ya se dispone de medios pertenecientes al Plan MC3 que sustituirán a la RBA, pero debido a su demora en la incorporación, todavía se siguen utilizar estas estaciones.
- Problema: Las estaciones RBA de la RTP se encuentran en desuso y sus centrales de conmutación de paquetes están obsoletas y no proporcionan los servicios requeridos por los usuarios. Además, las bandas de frecuencia usadas por los componentes de la RTP deben abandonarse a finales del 2020 y la red actual no responde al concepto NEC del JEMAD por lo que debe evolucionarse [4].
- Solución: Con el Plan MC3 se afronta el reto de renovar la RBA pasando a una nueva Red Táctica IP cambiando las estaciones de RBA por estaciones de última generación. Estas nuevas estaciones aprovechan las nuevas tecnologías para dar servicio a las nuevas necesidades operativas. Se busca proporcionar los servicios requeridos por los usuarios a través de las comunicaciones vía internet y llevando a cabo procedimientos de conectividad más eficaces.

### RRC

- Situación actual: La Red Radio de Combate (RRC) es un sistema independiente que complementa la red de telecomunicaciones, y que proporciona enlace a aquellos usuarios que no pueden o que no utilizan la RTP. Es una red jerárquica diseñada para su empleo en fonía en la banda de HF, VHF y UHF con una muy limitada capacidad de transmisión en datos.
- Problema: La RRC cuenta con equipos de muy limitada capacidad de transmisión de datos, una reducida capacidad de ancho de banda para los servicios actuales y sin capacidad para manejar información clasificada. Asimismo, los combatientes carecen de una radio individual que les mantenga informados durante su avance en el campo batalla y de su integración en el BMS.
- Solución: En el marco del Plan MC3 se está llevando a cabo la dotación de radios HF IP, VHF IP y UHF IP que aumentan considerablemente la capacidad de red para los enlaces entre escalones. Además, se pretende incorporar una serie de estaciones de última generación que integran capacidades como radioenlace IP, BMS/FFT, Voz sobre IP (VoIP), GESCOM<sup>6</sup> y Wifi seguro [4].

---

<sup>6</sup> El Gestor de Comunicaciones (GESCOM) permite la integración en una red IP de todo tipo de soportes de radio y proporciona la gestión automática del tráfico de voz y datos en la red de forma transparente para el usuario, optimizando los recursos existentes [4].

### Comunicación vía satélite

- Situación actual: El soporte fundamental de las telecomunicaciones tácticas entre PCs de GU es actualmente la red satélite, dada la obsolescencia y baja capacidad de los radioenlaces del programa RBA [6]. Anteriormente, la comunicación vía satélite se realizaba mediante la estación ASTURIAS, reflejada en el Apéndice A, utilizando satélites analógicos. Hoy en día en la mayoría de las unidades esta comunicación se realiza mediante terminales satélites IP pertenecientes al Plan MC3.
- Problema: Anteriormente a la incorporación de los terminales satélites del Plan MC3, se carecía de un sistema de telecomunicaciones altamente robusto, seguro y fiable, que garantizase de forma permanente el ejercicio del mando y control de las unidades desplegadas. Además, no existía la capacidad de establecer y mantener comunicaciones por satélite con cualquier parte del mundo y en movimiento [3].
- Solución: La incorporación de los nuevos terminales satélites del plan MC3 como son el ATQH, SOTM y TLB 50IP, explicados en el apartado 2.3, han supuesto un aumento de capacidades y servicios en comparación con la RBA. Proporcionan un ancho de banda aceptable para los servicios que actualmente se transportan y permiten enlazar vía satélite en movimiento. Además, ofrecen nuevas técnicas de enlace SECOMSAT<sup>7</sup> que permiten gestionar el ancho de banda y así poder usar el óptimo dependiendo de la situación.

### 2.2.3. Seguridad de la Información

- Situación actual: La seguridad de la información ha evolucionado debido al uso de nueva tecnología que necesita un cifrado diferente al anterior. El Plan MC3 al introducir nuevos equipos que utilizan tecnología IP, ha creado la necesidad de cambiar los cifradores en uso.
- Problema: Los antiguos cifradores de bloque no son compatibles con las nuevas estaciones del Plan MC3, por lo que son necesarios nuevos cifradores IP capaces de asegurar la información manipulada.
- Solución: Con el Plan MC3 se sugieren dos formas de asegurar la información. El primero de ellos es el Wifi seguro que permite la instalación inmediata del PC sin necesidad de emplear cable, conforme a las especificaciones del Centro Criptológico Nacional (CCN). El segundo de ellos es la seguridad orientada a NEC, que consiste en una cifra IP de alta capacidad, empleando cifradores duales EP430 TN que permiten tanto la cifra Nacional como la OTAN [4]. Además, se han diferenciado diferentes dominios de seguridad a implementar en los CIS desplegables [6]:
  - Sin Clasificar (SINCLAS), que permite accesos a redes civiles y militares tanto nacionales como OTAN.
  - Difusión Limitada (DL) de Misión en las PUs, las cuales emplean los medios radio.
  - Reservado Nacional (RN) de Misión en los PC de GU que disponen de SIMACET y medios de telecomunicaciones de mayor ancho de banda con cifradores hardware IP.

---

<sup>7</sup> SECOMSAT, Sistema Español de Comunicaciones Militares por Satélite, establece y opera medios de comunicaciones seguros, de gran capacidad y con alto grado de fiabilidad, en beneficio de las fuerzas desplegadas en territorio nacional o en el extranjero [16].

## 2.3. Análisis estaciones Plan MC3

En el siguiente apartado se van a analizar las estaciones que el Plan MC3 propone incorporar para modernizar los sistemas de mando, control y comunicaciones del ET. Las cinco primeras estaciones que se van a explicar (PCBON, ATQH, MERCURIO 2000 IP, TLB-50 IP y SOTM) ya se encuentran incorporadas y en uso en los batallones, mientras que las restantes todavía están pendientes de incorporarse. En el Apéndice F se encuentra una tabla resumida donde se recoge la función de cada estación y el personal necesario para mantenerla operativa.

### 2.3.1. PCBON

La estación PCBON es un puesto de mando que permite ejercer el mando y control, tanto en estático como en movimiento proporcionando enlaces a las unidades superiores, colaterales y subordinadas. Las capacidades de la estación PCBON son [4]:

- Radio HF, VHF y UHF IP
- Teléfonos IP
- GESCOM
- Tres puestos de trabajo con TABLET para BMS
- WIFI seguro

### 2.3.2. ATQH

El proceso de desaparición del sistema nodal de RBA ha incrementado la importancia del enlace satélite en el ET. La estación satélite de rápida puesta en servicio (Satellite At-The-Quick-Halt), es un terminal satélite con tecnología IP capaz de establecer enlaces de gran ancho de banda. Tiene capacidad para establecer hasta tres enlaces SECOMSAT simultáneos, intra-Teatro<sup>8</sup> y hacia Estación de Anclaje (EAN) en TN, de 2 Mbps en banda X<sup>9</sup> y 10 Mbps en banda Ka<sup>10</sup> [3]. Además, posee unos módems que permiten establecer enlaces de acceso bajo demanda (DAMA) y/o con gestión dinámica del ancho de banda (BoD - Bandwith On Demand) [3].

Este terminal satélite proporciona servicios de Telefonía IP (ToIP) y la extensión de servicios de la red de propósito general del MINISDEF (WAN PG), del Sistema de Información Militar (SIM), de sistemas de la OTAN/UE y de sistemas específicos de las fuerzas terrestres, como SIMACET [3].

### 2.3.3. MERCURIO 2000 IP

El retraso en la entrega de las estaciones SANTANDER, explicada en el apartado 2.3.6, perteneciente al Plan MC3, ha implicado la necesidad de mantener las estaciones MERCURIO (Apéndice A) dotándolas de equipos que usan tecnología IP. La modernización de esta estación

---

<sup>8</sup> La capacidad intra-Teatro se refiere a aquellos tipos de comunicaciones en las que las portadoras se establecen directamente entre dos o más terminales desplegados en el Teatro, es decir, sin tener que pasar por la estación de anclaje (EAN) en TN [3].

<sup>9</sup> Banda X es la banda de empleo militar de los enlaces a través de SECOMSAT

<sup>10</sup> Banda Ka es la banda de empleo civil de los enlaces a través de SECOMSAT

y creación del MERCURIO 2000 IP es considerado como un nuevo elemento del Plan MC3 que posee las siguientes capacidades [4]:

- Radio HF IP
- Dos Radios VHF IP
- GESCOM
- Un puesto de trabajo para BMS/FFT

### 2.3.4. TLB-50 IP

El terminal satélite ligero bi-banda (TLB 50-IP) tiene capacidad para establecer dos enlaces SECOMSAT, intra-Teatro y/o con TN, uno en banda X a 2 Mbps y otro en banda Ka a 10 Mbps. Proporciona servicios de telefonía IP (ToIP) y la extensión de servicios de la red de propósito general del MINISDEF (WAN PG), del Sistema de Información Militar (SIM), de sistemas de la OTAN/UE y de sistemas específicos de las fuerzas terrestres [3].

### 2.3.5. SOTM

La finalidad de la estación SOTM (Satellite On The Move), comúnmente conocido como SORIA, es disponer de un elemento de telecomunicaciones que facilita el mando y control de las PUs en movimiento y en zona de operaciones (ZO) [4]. Tiene la capacidad de proporcionar un enlace satélite SECOMSAT en movimiento en banda X o Ka a 1Mbps [4]. Además, también dispone de radios HF IP, VHF IP y UHF IP, y un GESCOM para determinar el mejor medio de comunicación a utilizar.

### 2.3.6. SANTANDER

La estación SANTANDER permite establecer el soporte de telecomunicaciones de la red proporcionando la interconexión de los diferentes Centros de Transmisiones (CTs), así como el acceso a la misma de los usuarios móviles de PUs. Las capacidades de la estación SANTANDER son las siguientes, existiendo dos versiones de la misma, SANTANDER y SANTANDER-S [4]:

- Radio HF IP
- Radio VHF IP
- Radio UHF IP de alta capacidad
- Radioenlaces IP de alta capacidad
- Terminal Satélite Banda X en movimiento (solo en SANTANDER-S)

En el Apéndice B están reflejados los distintos tipos de SANTANDER y su configuración de red.

### 2.3.7. SEGOVIA

La finalidad de la estación SEGOVIA es la de proporcionar acceso a los servicios CIS de voz y datos, tanto de Red de Misión Clasificada y No Clasificada, como de Red NATO SECRET y NATO UNCLASS. Para ello, está previsto disponer de dos versiones de la estación, una Nacional (dominios MS y PG) y otra OTAN (dominios NS y NU). Incorpora el acceso inalámbrico para los usuarios, así como software de virtualización, posibilitando disminuir los tendidos de cable hasta los usuarios del PC [4].

La estación posee un módulo de administradores necesario para mantener en funcionamiento los servicios. En la Tabla 1 están recogidos el número total de administradores necesarios para cada clase de red (MS/RN, MU/SINCLAS, MR/DL) dependiendo de la dimensión del apoyo ofrecido (CE, División o Brigada). En el Apéndice C están reflejados los distintos tipos de SEGOVIA, la configuración del módulo de administradores, la estructura de red y el servicio que gestiona cada administrador.

Número de administradores			
Tipo de red	Cuerpo de Ejército	División	Brigada
MS/RN	14	8	3
MU/SINCLAS	7	3	2
MR/DL	1	1	1

Tabla 1. Número de administradores estación SEGOVIA. Fuente: [7]

### 2.3.8. CÓRDOBA

La estación CÓRDOBA permite el control de las redes CIS que se establezcan. Se ubica en el Centro de Control CIS (CISCC), como lugar natural de emplazamiento en el despliegue. Ofrece visibilidad sobre el estado de la Red de Telecomunicaciones y los Sistemas de Información que se implementen, permitiendo el planeamiento, simulación, gestión y supervisión de las redes CIS de forma centralizada. La configuración de la estación CÓRDOBA permitirá, además, la detección de vulnerabilidades de los CTs que se encuentren desplegados [4].

La estación posee un módulo de administradores necesario para mantener en funcionamiento los servicios. En la Tabla 2 están recogidos el número total de administradores necesarios para cada clase de red dependiendo de la dimensión del apoyo ofrecido. En el Apéndice D están reflejados los distintos tipos de CÓRDOBA, la configuración del módulo de administradores, la estructura de red y el servicio que gestiona cada administrador.

Número de administradores			
Tipo de red	Cuerpo de Ejército	División	Brigada
MS/RN	18	10	3
MU/SINCLAS	14	7	3
MR/DL	2	1	1

Tabla 2. Número de administradores estación CÓRDOBA. Fuente: [7]

### 2.3.9. MÁLAGA

La finalidad de la estación MÁLAGA es la de permitir el acceso a redes de enlaces tácticos y reenvío de información según estándares OTAN. Esta estación, además, permitirá la interacción con distintos Sistemas de Información del ET como el SIMACET [4].

### 2.3.10. ELCHE

La estación ELCHE tiene como finalidad permitir la interconexión de las redes CIS que se establezcan a otras redes externas militares y/o civiles. Además, garantiza que el trasvase de información entre redes se realice de forma segura [4]. En el Apéndice E se puede observar su estructura de red.

# Capítulo 3. Desarrollo técnico

## 3.1. Batallón de Transmisiones

El estudio de las consecuencias de la implantación del Plan MC3 se ha realizado sobre el BTCN II/21, destino donde se han realizado las PEXT. En este capítulo se va mostrar la información recopilada sobre el batallón para poder analizar su situación actual y así poder estudiar cómo afectaría y que cambios existirían tras la implantación del Plan MC3. Se va a presentar la orgánica del batallón, la plantilla orgánica (PO) de personal y de material, y, por último, se van citar las estaciones del Plan MC3 asignadas al batallón según el documento oficial de Criterios operativos (CRIOPS) [8], para posteriormente realizar un estudio sobre las consecuencias de su implantación.

### 3.1.1. Estructura Orgánica

El BTCN II/21 forma parte orgánicamente del RT-21, que a su vez se encuadra en el Mando de Transmisiones (MATRANS), y este en la Fuerza Terrestre (FUTER). El BTCN II/21 se articula en [9]:

- Plana Mayor de Mando (PLMM)
  - Jefe de Núcleo S-2/S-3
  - S-1
  - S-4
  - Pelotón Administrativo
- Compañía de Plana Mayor y Servicios (CIA 21), compuesta por:
  - Mando
  - Plana Mayor (PLM)
  - Sección de Plana Mayor. Incluye la Oficina de Control Técnica
  - Sección Técnica de Mantenimiento Mecánico
  - Sección. Técnica de Mantenimiento Electrónico
  - Sección de Abastecimiento. Incluye el Pelotón de Sanidad
- Compañía de Centros de Transmisiones 22 (CIA 22), compuesta por:
  - Mando
  - Plana Mayor (PLM) con una Oficina de CIA, un Parque y un Garaje
  - Sección de Centro de Transmisiones 1
  - Sección de Centro de Transmisiones 2
  - Sección de Centro de Transmisiones 3
- Compañía de Centros de Transmisiones 23 (CIA 23), compuesta por:
  - Mando
  - Plana Mayor (PLM) con una Oficina de CIA, un Parque y un Garaje
  - Sección de Centro de Transmisiones 4
  - Sección de Centro de Transmisiones 5
  - Sección de Centro de Transmisiones 6

Para una visualización esquemática de la orgánica del batallón, en el Apéndice G se encuentra el batallón desglosado hasta nivel sección.

### 3.1.2. Plantilla Orgánica de personal y material

La PO de personal es un documento que elabora y resguarda la Sección de Personal (S-1) del batallón. Este documento recoge y encuadra a todo el personal destinado en el batallón en diferentes compañías o en la PLMM. En el Apéndice H.1 se encuentra la PO de personal del BTCN II/21, donde se muestra la distribución del personal según su empleo. En ella está reflejada la PO, que es el personal que debería haber en el batallón, y la Lista Revista (LR), que es la plantilla adaptada a las necesidades del batallón y como actualmente se encuentra. La tabla está dividida horizontalmente por las tres escalas del ejército (oficiales, suboficiales y tropa) y verticalmente por las diferentes compañías en las que se divide el batallón. En la última fila se encuentra representada la relación de personal militar (RPM) total para cada compañía.

La PO de material recoge un listado de todos los medios disponibles en el batallón agrupándolos en cada una de las compañías. Actualmente, cada sección de CTs se divide en distintas áreas de trabajo (A1: Satélite, A2: RBA, A3: Radio/Tetrapol y A4: Sistemas de Información) y los materiales de la PO se clasifican bajo una de estas áreas. La 21 compañía, al ser la compañía de servicios, no dispone de material bajo su orgánica. En el Apéndice H.2 está reflejada la PO de material, dividida horizontalmente por los materiales pertenecientes a cada una de las áreas de trabajo de una compañía y verticalmente por las compañías que componen el BTCN II/21.

Como indica la estructura orgánica de este batallón de Transmisiones, las compañías de Centros de Transmisiones (22 y 23), que son las que tienen material asignado, se dividen en tres Secciones de CT y una PLM. En base a las plantillas orgánicas tanto de material como de personal, la actual distribución de personal en cada sección de CT y PLM de cada compañía está representado en el Apéndice I.1. El personal de cada sección de CT se encuentra distribuido según al área de trabajo al que pertenezca y para la PLM según si está destinado en la oficina de la compañía, en el garaje o en el parque. En cuanto a la distribución de material, en el Apéndice I.2 se encuentra un desglose gráfico del material correspondiente a cada área de trabajo de cada sección de CT. Tras la incorporación del Plan MC3 será necesaria una redistribución de personal, ya que muchos de estos materiales desaparecerán y se incorporarán otros.

### 3.1.3. Estaciones del Plan MC3 asignadas al BTCN II/21

El BTCN II/21 ya dispone de materiales del Plan MC3 en su plantilla, como es el caso de los ATQH, MERCURIO 2000 IP y TLB-50 IP. Los PCBON y las estaciones SOTM, que también se encuentran distribuidas en las unidades, no se encuentran en este batallón, pero pueden hacer uso de ellas ya que se encuentran destinadas en los otros batallones del Regimiento. Con la incorporación completa del Plan MC3, las UTRANS dispondrán de muchas más estaciones de última generación. Una estimación del material total del Plan MC3 que debe haber en la plantilla de material del BTCN II/21 según el documento oficial de los criterios operativos (CRIOPS) sobre los módulos de capacidades CIS del Plan MC3 [8] está recogida en el Apéndice J.

## 3.2. Consecuencias de la implantación del Plan MC3

En este apartado se van a analizar las consecuencias de la implantación del Plan MC3 en el BTCN II/21 en cuanto a la nueva gestión del personal, los servicios y capacidades, cambios en los despliegues y a la necesidad que ha creado de modernizar material RBA.

### 3.2.1. Gestión de Personal

La implantación del Plan MC3 tiene un efecto sobre la gestión del personal, ya que la incorporación de nuevas estaciones MC3 y eliminación de antiguas estaciones RBA supone una redistribución del personal. En el Apéndice I ya se encuentra la distribución actual de personal y material en cada una de los CTs y en este apartado se ha llevado a cabo un estudio sobre la redistribución del personal en el BTCN II/21 una vez se hayan incorporado las estaciones del Plan MC3.

Con la incorporación del Plan MC3, la distribución del personal en la PLMM y la 21 Cia no variaría, pero en la 22 y 23 Cia sí que sería necesario una redistribución del personal. Como consecuencia de la eliminación de estaciones RBA e incorporación de las estaciones MC3, las áreas de trabajo de una sección de CT cambiarían de tal forma que cada centro se encargaría de una sola área. La nueva organización de áreas sería la siguiente:

- CT1: Satélite/Redes
- CT2: Radio y Tetrapol
- CT3: Sistemas de Información

Las estaciones RBA no ofrecen los servicios demandados por los usuarios, por lo que, tras la incorporación de las nuevas estaciones, todas ellas se eliminarían. La creación del área Redes/Satélite se debe a la incorporación de estaciones como CÓRDOBA y ELCHE que permiten el control e interconexión de redes CIS. La nueva reorganización de las secciones de CTs, dedicándose cada una de ellas a un área específica, se debe a los amplios conocimientos requeridos para mantener las estaciones operativas. En caso contrario, si la sección de CT dispone de varias áreas y diferentes materiales, el personal destinado en ella no centraría la atención suficiente en la comprensión de las nuevas estaciones y no se sacaría el máximo aprovechamiento de ellas. Por ello, esta redistribución de personal supone una mejora ya que es una forma de optimizar y perfeccionar los conceptos y procedimientos necesarios para trabajar con los materiales nuevos de un área específica. Una propuesta de redistribución del personal de la 22 y 23 Cia tras la futura completa incorporación del Plan MC3 se encuentra en la Tabla 3 para las secciones de CT y en la Tabla 4 para la PLM.

Empleo	22 CIA				23 CIA			
	CT1	CT2	CT3	TOTAL	CT1	CT2	CT3	TOTAL
SGT1º	2	1	2	5	1	1	2	4
SGTO	4	4	4	12	4	4	4	12
CB1º	1	1	1	3	1	0	1	2
CBO	1	1	1	3	1	1	1	3
SDO	16	10	15	41	16	11	15	42
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>64</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>63</b>

Tabla 3. Redistribución de personal de los CTs de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

PLM 22 CIA					PLM 23 CIA			
Empleo	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL
SGT1°			1	1			1	1
SGTO	1	1		2				
CMYR	1			1				
CB1°								
CBO			1	1	1			1
SDO	1	2	2	5	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

Tabla 4. Redistribución de personal de la PLM de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

Cada una de las compañías seguirá siendo mandada por un capitán y cada una de las secciones de CT por un teniente. A diferencia de la actual distribución de personal, además del cambio en que cada sección de CT se encarga de una sola área de trabajo, se ha buscado la homogeneidad entre las secciones de CT de diferentes compañías que se dedican a la misma área de trabajo. Respecto a la incorporación de material del Plan MC3 (Tabla 16) y eliminación de antigua RBA, la nueva distribución de material en las secciones de CT quedaría de la siguiente manera:



Figura 1. Distribución de material 22 Cia con el Plan MC3. Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Distribución de material 23 Cia con el Plan MC3. Fuente: Elaboración propia

Como consecuencia de la implantación del Plan MC3, se ha observado que es necesario ampliar la plantilla de personal en cuanto a personal de tropa, ya que, para manejar las estaciones nuevas, como la estación SEGOVIA O CÓRDOBA, es necesario un gran número de ellos. En el Apéndice K se encuentra una aproximación de la distribución ideal de personal de la 22 y 23 Cia. Sería necesario readaptar la plantilla orgánica de personal de tal forma que hubiera un total de 51 usuarios más de tropa en el batallón: 1 cabo1º, 16 cabos y 34 soldados.

### 3.2.2. Servicios y Capacidades

El estudio de los servicios y capacidades que sugiere el Plan MC3 se ha basado en un cuestionario completado por el personal destinado en el BTCN II/21 y en dos entrevistas realizadas a dos oficiales destinados en el mismo batallón. El cuestionario ha consistido en 20 preguntas de respuesta única sobre las capacidades y servicios que ofrece el Plan MC3. Las entrevistas han consistido en 5 preguntas donde los entrevistados respondieron en base a sus conocimientos sobre el Plan MC3 y experiencia propia. En el Apéndice L se encuentra el cuestionario realizado con los porcentajes de respuesta globales de cada pregunta y en el Apéndice M están reflejadas las entrevistas. Tanto del cuestionario como de las entrevistas se han sacado las siguientes conclusiones:

- Los terminales satélite IP del Plan MC3 ofrecen la capacidad de establecer enlaces de acceso bajo demanda (DAMA) y de gestión de ancho de banda (BoD), además de los enlaces punto a punto e intra-Teatro. Esto se traduce en la posibilidad de realizar enlaces con mayor ancho de banda y así poder aumentar la calidad de servicio. Asimismo, también ha incorporado la capacidad de enlazar en movimiento vía satélite con cualquier parte del mundo.
- El Plan MC3 ha permitido la evolución de la transmisión de voz analógica hacia la IP, ofreciendo servicio de telefonía IP y la realización de videoconferencias.
- El Plan MC3 ha incrementado el nivel de seguridad creando tres dominios de red: RESERVADO NACIONAL, SINCLAS y DIFUSIÓN LIMITADA. Con la incorporación de la estación SEGOVIA será posible la interconexión entre los tres dominios y la interconexión con otras redes cifradas de fuerzas terrestres de otros países.
- La comodidad, organización y rapidez en los despliegues ha aumentado con el Plan MC3. Son necesarias menos estaciones para el montaje de un Centro de Transmisiones de Puesto de Mando en comparación con el antiguo plan, lo que reduce el despliegue permitiendo una organización mucho más sencilla y fácil de controlar. Las nuevas estaciones son autoapuntables, lo que agiliza los despliegues, y son más modernas y espaciadas, permitiendo un ambiente de trabajo más cómodo.
- En el ámbito de sistemas de información, con la incorporación de la estación SEGOVIA se consigue aumentar la capacidad de usuarios llegando a un máximo de 500 usuarios para la red de RESERVADO NACIONAL, 60 usuarios para la red SINCLAS y 2 usuarios para la red de DIFUSIÓN LIMITADA. A estos usuarios se les proporciona servicios de correo, virtualización, sharepoint, helpdesk, WAN PG, videoconferencias, voz sobre IP y diferentes herramientas OTAN. Además, incorpora la versión 6 del SIMACET lo que permite la capacidad de hacer compatibles los sistemas BMS y SIMACET y así crear un único sistema de sistemas donde se puede ejercer el mando y control desde los escalones superiores hasta los más bajos.
- La gestión de las telecomunicaciones con el Plan MC3 ha aumentado los servicios y capacidades. El GESCOM, disponible en las estaciones SOTM, MERCURIO 2000 IP, SANATANDER y PCBON, se encarga de integrar en una misma red IP todos los soportes

radio, de tal forma que asigna una dirección IP a cada elemento de comunicación y gestiona de forma automática el tráfico de voz y datos escogiendo la manera más optima de comunicación. Ofrece servicio de telefonía IP para la comunicación entre pequeñas unidades desplegadas.

- La incorporación de estaciones radio como PCBON, SANTANDER y MERCURIO 2000 IP y estaciones satélite como el SOTM, proporcionan radioenlaces IP que proporcionan un ancho de banda mayor de 34 Mbps y una distancia de enlace mayor de 40 km.

### 3.2.3. Cambios en los despliegues

Las UTRANS son capaces de montar diferentes de Centros Transmisiones de Puesto de Mando (CTPC) según la situación en la que se encuentren y dependiendo de los servicios que se tengan que dar. Como consecuencia de la implantación del Plan MC3, las estaciones y materiales utilizados para el montaje de un CTPC ha cambiado. En este apartado se va a mostrar la nueva composición de los despliegues de distintos CTPC en base al estudio de las capacidades realizado. En el Apéndice N están recogidos los mismos despliegues, pero con material RBA. Son cuatro los CTPC típicos que suelen montar las secciones de CT:

- CTPCPRAL CE: Centro de Transmisiones Principal que da servicio a los usuarios de un Puesto de Mando de Cuerpo de Ejército. Es el CT más extenso que hay debido a la gran cantidad de servicios que debe ofrecer. Este centro esta interconectado con el resto de centros desplegados y recibe la información de ellos. Desde aquí se ejerce el mando y control de la maniobra.

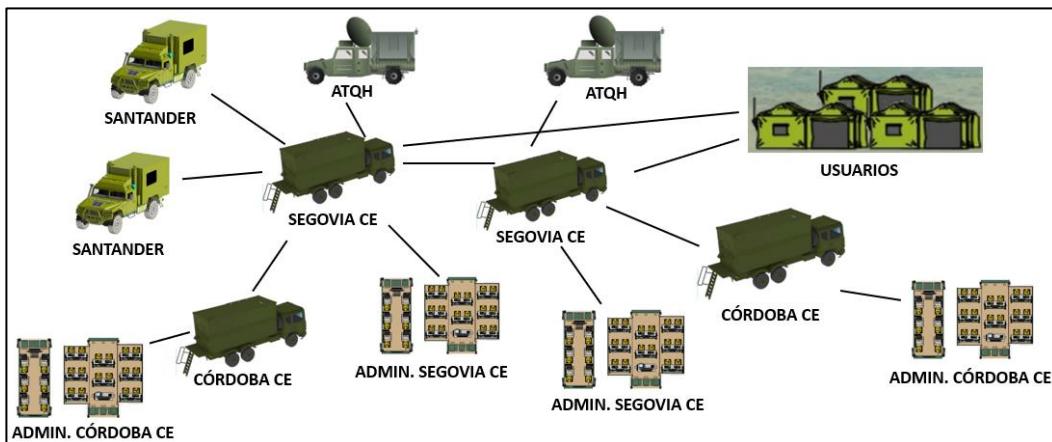


Figura 3. Centro de Transmisiones Principal (Plan MC3). Fuente: Elaboración propia

- CTPCTAC CE: Centro de Transmisiones Táctico que da servicio a los usuarios de un Puesto de Mando de Cuerpo de Ejército. A diferencia del CTPCPRAL, este centro es de menor entidad por lo que cuenta con menos medios en su despliegue. Asegura el acceso del jefe de la GU a las redes establecidas.

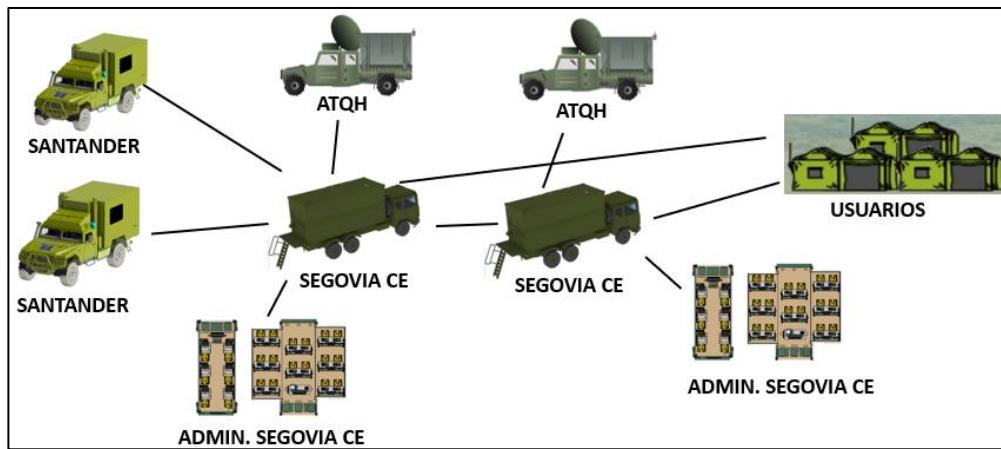


Figura 4. Centro de Transmisiones Táctico (Plan MC3). Fuente: Elaboración propia

- CTPCD CE: Centro de Transmisiones Destacado es aquel que se destaca, con carácter permanente o temporal, a ciertos grupos de usuarios, de nivel GU o PU, para proporcionar servicios CIS, cuando se requiere para ello medios de los que no disponen en dotación o para extender hacia ellos determinados servicios de las redes de nivel superior.

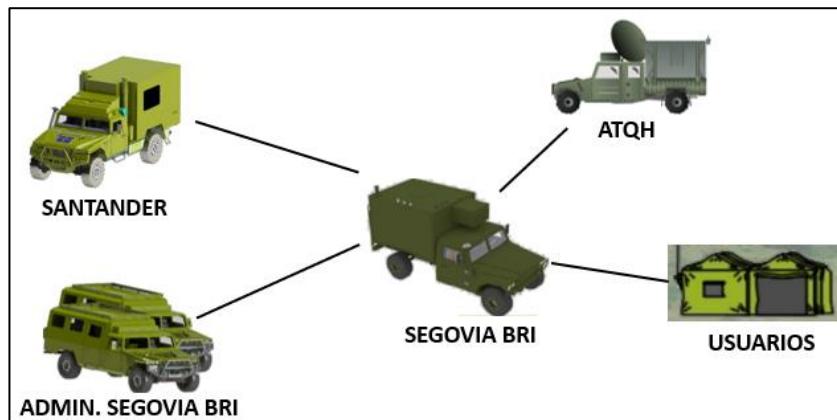


Figura 5. Centro de Transmisiones Destacado (Plan MC3). Fuente: Elaboración propia

- CTPCEI CE: Los Centros de Transmisiones de Entrada Inicial poseen grandes capacidades de enlace en un limitado número de estaciones para ser fácilmente proyectables. Son centros que despliegan rápido cuando surge una emergencia o se da alguna situación de extrema necesidad.



Figura 6. Centro de Transmisiones de Entrada Inicial (Plan MC3). Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Modernización RBA

La RBA son una serie de estaciones, reflejadas en el Apéndice A, que componen la RTP, explicada en el apartado 2.2.2. Actualmente, las estaciones RBA de la RTP se encuentran en desuso, ya que no proporcionan los servicios requeridos por los usuarios.

La implantación del Plan MC3 está provocando en las UTRANS una necesidad de trabajar con tecnología IP, ya que ofrece mayores capacidades. Este plan al incorporarse de manera progresiva y debido a la demora en la llegada de las estaciones a las unidades, ha creado la necesidad de modernizar y actualizar las estaciones obsoletas de la RBA. Este es el caso del MERCURIO 2000 IP, estación que incorpora el Plan MC3 entre sus estaciones tras una actualización, como medida para suplir la demora en la llegada de las estaciones SANTANDER. Hasta el momento solo se ha modernizado la estación MERCURIO de la RBA, pero debido a la creciente necesidad de trabajar con la tecnología IP y a sus buenos resultados, no se tardará en modernizar otra de las estaciones de la RBA.

Esta modernización consiste en dotar a las estaciones de RBA de equipos informáticos que sean capaces de transformar la tecnología con la que trabaja la estación a IP. En el caso del MERCURIO 2000 IP, incorpora una serie de ordenadores internos que transforman la señal de entrada de las antenas de las radios HF y VHF a enlaces HF-IP y VHF-IP. Además, esta modernización incluye la incorporación del hardware para la instalación de GESCOM y BMS.

El MERCURIO tradicional de la RBA solo incluye servicios de voz y datos a través de radios HF y VHF, mientras que esta modernización, al introducir tecnología IP en la estación, permite ofrecer servicios de radioenlace IP que supone un gran avance en cuanto a las telecomunicaciones, ya que ofrece un mayor alcance y ancho de banda en la transmisión de información. El buen resultado de esta modernización, debido a la poca inversión económica necesaria, ya que se reutilizan las plataformas de las estaciones RBA, y al cumplimiento en cuanto a los servicios demandados por los usuarios, potencia la modernización de más estaciones de RBA para un futuro cercano en vez de eliminarlas completamente del ejército.

## 3.3. Modernización de la estación RIOJA IP

Debido a la creciente necesidad de trabajar con tecnología IP, en este apartado se ha realizado un estudio y se ha propuesto la modernización de la estación RIOJA de la RBA. Se va explicar la investigación llevada a cabo durante unas maniobras realizadas con el BTCA II/21 en la que se realizaron pruebas con la modernización del RIOJA (RIOJA IP) y de las cuales se sacaron conclusiones acerca de la mejora de servicios que es capaz de ofrecer.

Para que la estación RIOJA pueda trabajar con tecnología IP y pueda ofrecer mejores servicios, se han conectado diferentes equipos informáticos a la estación transformándola a un RIOJA IP. El primer cambio realizado en la estación tiene que ver con el cable de tráfico de datos que sale de la MOLTU del RIOJA tradicional, Unidad Terminal de Línea de Fibra Óptica encargada de gestionar los datos recibidos y destinarlos a los medios que está conectado. Este cable en vez de conectarse a los medios tradicionales de la RBA, como son las radios GRC-408A para dar servicio analógico, se conecta a un TRANSCODER. El TRANSCODER 1506 es un equipo que se encarga de modificar los parámetros y protocolos de funcionamiento del RIOJA tradicional para hacerlos compatibles con el router, que posteriormente se conectará a él, para permitir el trabajo con tecnología IP. El TRANSCODER 1506 consigue transformar la señal de entrada analógica al protocolo RS449, que directamente admite a los routers a través de sus

interfaces seriales. Este router se encarga de poner en marcha la red de forma conjunta con enrutamiento estático<sup>11</sup> asignando direcciones IP a los ordenadores conectados a esta estación. Estos ordenadores estarán conectados al router a través de un switch que se conecta a él. La gran ventaja de esta modernización es que permite enviar información mucho más rápidamente, además de poder realizar videoconferencias a través de la aplicación Polycom instalada en el ordenador y llamadas telefónicas IP, lo cual era inviable con la tecnología analógica que ofrecía el RIOJA tradicional. A través de la tecnología IP se consigue un mayor ancho de banda lo que permite enviar cantidades de información mayores, ya que anteriormente el RIOJA solo ofrecía servicio de voz y datos estable a 256 Kbps y con esta modernización se alcanza una comunicación estable a 1 Mbps. En la Figura 7 se pueden ver los equipos utilizados para esta modernización.



Figura 7. Equipos informáticos RIOJA IP

La maniobra consistía en el montaje de tres Centros de Transmisiones y cada uno de ellos contaba con un RIOJA IP desplegado. El objetivo de la maniobra era enlazar los tres CTs a través de los RIOJA IP y comprobar el número de videollamadas simultáneas que podía soportar la red. La transmisión de información en el RIOJA IP consistía en los siguientes pasos:

1. Las antenas de los RIOJAS IP de los distintos centros enlazan a través de radioenlace IP.
2. La señal recibida por la antena pasa a la MOLTU del RIOJA IP.
3. El tráfico de datos pasa de la MOLTU al TRANSCODER 1506, que modifica los parámetros de los datos para hacerlos compatibles con el router.
4. El TRANSCODER 1506 se conecta a un router para asignar direcciones IP a los ordenadores conectados.
5. El router se conecta a un switch.
6. Los ordenadores se conectan al switch y se les asigna una dirección IP a cada uno. A través de la aplicación Polycom instalada en el ordenador, se llama a la dirección IP de un ordenador conectado al RIOJA IP de otro centro y se realiza una videollamada.

<sup>11</sup> Enrutamiento estático es la forma manual que tiene un router para descubrir redes remotas. Las redes remotas se introducen de forma manual en el router por medio de rutas estáticas. [17]

Para comprobar la capacidad que tiene el RIOJA IP para soportar varias videollamadas simultáneas, se iba variando el ancho de banda utilizado en cada una de ellas. El límite de ancho de banda usado en una videollamada venía limitado por la capacidad de la antena del RIOJA que es de 2 Mbps. Debido al cableado necesario para conectar el TRANSCODER 1506 a la MOLTU, la capacidad se reducía a aproximadamente 1 Mbps. Las videollamadas se podían configurar para trabajar en distintos anchos de banda (Figura 8).

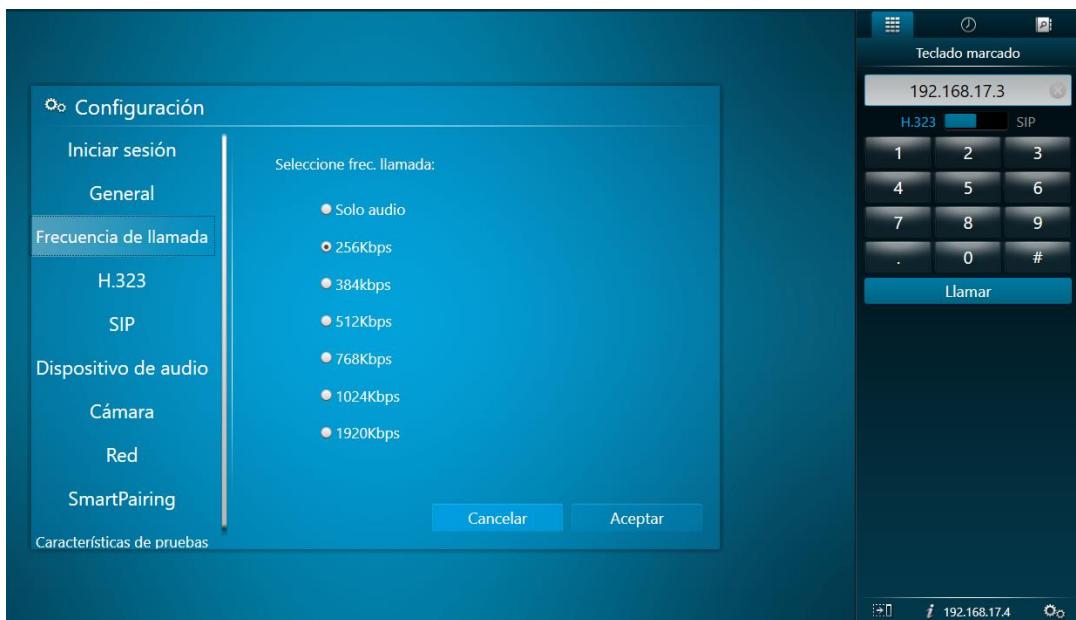


Figura 8. Captura de pantalla de la Aplicación Polycom para seleccionar el ancho de banda

Los resultados obtenidos están reflejados en la Tabla 5 y fueron los siguientes:

- 1 videollamada estable a un máximo de 1024 Kbps con el resto de centros.
- 2 videollamadas simultáneas (dos ordenadores conectados al switch utilizando la aplicación Polycom) a 384 Kbps con el resto de centros. A 512 Kbps la videollamada era inestable y sufría interrupciones. A partir de 768 Kbps se caía el servicio de videollamada.
- 3 videollamadas simultáneas (tres ordenadores conectados al switch utilizando la aplicación Polycom) a 256 Kbps con el resto de centros. A 384 Kbps la videollamada era inestable y a partir de 512 Kbps se caía el servicio.

Ancho de Banda (Kbps)	Número de videollamadas simultáneas		
	1	2	3
256	Estable	Estable	Estable
384	Estable	Estable	Inestable
512	Estable	Inestable	Corte
768	Estable	Corte	Corte
1024	Estable	Corte	Corte
1920	Corte	Corte	Corte

Tabla 5. Resultados pruebas realizadas RIOJA IP

En la Figura 9 se muestra el proceso de prueba que se hizo con dos videollamadas, es decir dos ordenadores conectados al switch. Como conclusión a la investigación de esta modernización del RIOJA, que ha sido impulsada por la necesidad que ha creado la implantación del Plan MC3 a la hora de trabajar con tecnología IP, se extrae que el RIOJA IP ofrece servicios que eran inviables con la tecnología tradicional del RIOJA, como videollamadas y telefonía IP a un máximo de alrededor de 1Mbps.



**Figura 9. Proceso de prueba de videollamadas RIOJA IP**



## Capítulo 4. Análisis de Costes

La incorporación del Plan MC3 ha supuesto un gran desembolso monetario por parte del Ministerio de Defensa. El material que se pretende incorporar con el Plan MC3 utiliza la última tecnología en el mercado lo que se ha traducido en un alto coste de adquisición. El Sistema de Información de Gestión Logística del Ejército (SIGLE), es la aplicación oficial y clasificada del ejército que recoge el precio unitario de todas las estaciones del ejército, pero actualmente solo recoge datos de los materiales que se encuentran destinados en las unidades del ejército (Apéndice O), por lo que el precio unitario de las estaciones del Plan MC3 que están pendientes de incorporarse no están reflejadas y no existe manera de conocer su precio hasta que no se encuentren en las plantillas orgánicas de material de las unidades. Por lo tanto, en este apartado se va a realizar un análisis de costes en base al sueldo de personal total invertido en mantener las estaciones del Plan MC3 operativas en comparación con el empleado en estaciones de RBA para el montaje de los distintos CTPCs explicados en el apartado 3.2.3. Solo se ha tenido en cuenta el coste de personal, ya que tiene un gran impacto sobre el total en el montaje de estos centros. Es considerado el coste más importante, ya que además de requerir un gran número de ellos para los respectivos montajes, es un coste que siempre está presente cada vez que se ejecutan unas maniobras, ya que supone el montaje de al menos un centro. A diferencia de otros costes, como el de adquisición del nuevo material del Plan MC3, que a simple vista podría ser el más alto, a largo plazo el coste de personal lo supera con creces, ya que continuamente se montan centros, por lo que se acaba invirtiendo más capital en personal que en cualquier otro coste. Por esa razón se ha llevado el análisis de costes sobre el de personal, ya que representa la mayor parte del coste de estos centros y sirve para medir la diferencia entre el Plan MC3 y la RBA.

Como consecuencia de la implantación del Plan MC3, la composición de los CTPCs y por lo tanto el personal necesario para mantener las estaciones operativas en cada uno de los centros ha variado. El análisis realizado muestra la diferencia de coste salarial mensual total empleado en el montaje de cada uno de los CTPCs con la incorporación del Plan MC3. Para las estaciones RBA como para las del Plan MC3, los suboficiales responsables de ellas son sargentos o sargentos primeros y la tropa encargada de operar en las estaciones son cabos o soldados. Por lo tanto, se ha calculado en la Tabla 6 el sueldo medio mensual, tanto para suboficiales como para tropa, en base al sueldo bruto mensual de cada uno ellos reflejado en el Apéndice P.

Empleo	Sueldo mensual (€)
SGTO1º	1.837,3
SGTO	1.726,4
<b>Sueldo medio mensual suboficial</b>	<b>1.781,85</b>
CBO	1.302,1
SDO	1.199
<b>Sueldo medio mensual tropa</b>	<b>1.250,55</b>

Tabla 6. Sueldo medio mensual bruto

En la Tabla 7 se muestra el sueldo mensual bruto total empleado por estación según el número total de personal necesario para su funcionamiento. El personal requerido para cada una de las estaciones RBA está recogido en el Apéndice A y para las estaciones del Plan MC3 en el Apéndice F. El sueldo total por estación se ha calculado utilizando el sueldo medio mensual para suboficiales y tropa reflejado en la Tabla 6.

	Estación	Personal (oficial/suboficial/tropa)	Sueldo total (€)
Plan MC3	TLB-50 IP, ELCHE	0/1/3	5.533,5
	PCBON, ATQH, MERCURIO 2000 IP, SOTM, SANTANDER, MÁLAGA	0/1/4	6.784,05
	SEGOVIA CE	0/2/20	28.574,7
	SEGOVIA DIV	0/1/11	15.537,9
	SEGOVIA BRI, CÓRDOBA BRI	0/1/5	8.034,6
	CÓRDOBA CE	0/4/30	44.643,9
RBA	CÓRDOBA DIV	0/2/16	23.572,5
	REPETIDOR, TLX-50, TLX-5	0/0/3	3.751,65
	RIOJA, BALEARES, EXTREMADURA-N, EXTREMADURA-C, ANDALUCÍA, PAMPLONA, VALENCIA, SIMACET EE	0/1/3	5.533,5
	MERCURIO 2000, CANARIAS, GALICIA, ARAGÓN, ASTURIAS-B, ASTURIAS-D, MURCIA, CUENCA, MADRID I, MADRID II, SIMACET PU, TRITÓN 2000, SUPERTRITÓN 2000, SUPERMINERVA 2000	0/1/4	6.784,05
	NAVARRA, SIMACET GU	0/1/5	8.034,6

Tabla 7. Sueldo bruto mensual empleado por estación

Cada CTPC lleva un coste de personal asociando dependiendo de la cantidad y tipo de estaciones que lo compone. Observando las ilustraciones del apartado 3.2.3 que muestran la composición de los despliegues de distintos CTPCs con el Plan MC3 y las ilustraciones del Apéndice N sobre los despliegues con RBA, se ha llegado a las siguientes conclusiones reflejadas en la Tabla 8.

Tipo de CTPC	Sueldo total invertido (€)	
	RBA	Plan MC3
CTPC PRAL	102.292,05	173.573,4
CTPC TAC	64.808,1	84.285,6
CTPC D	58.024,05	21.602,7
CTPC EE	22.853,25	14.818,65
<b>TOTAL</b>	<b>247.977,45</b>	<b>294.280,35</b>

Tabla 8. Sueldo total invertido por CTPC

Observando la Tabla 8 se puede concluir que el coste de personal para los CTPC de mayor entidad, como el principal y el táctico, ha aumentado, ya que poseen estaciones que requieren muchos operadores, como SEGOVIA CE y CÓRDOBA CE. En cambio, para los centros de menor entidad, el coste de personal ha disminuido, ya que disponen de un menor número de estaciones que no requieren tantos operadores. En términos globales, se puede concluir que la incorporación del Plan MC3 ha supuesto un aumento de coste personal, ya que tras la suma total del sueldo invertido se observa que hay un aumento de 46.302,9 € en comparación con la RBA.

# Capítulo 5. Análisis de Riesgos

En este capítulo se van a analizar los riesgos detectados como consecuencia de la implantación del Plan MC3 en un batallón de Transmisiones. En la Tabla 9 encuentra la matriz de riesgos que resume y analiza cada uno de los riesgos siguiendo un criterio específico. El riesgo se mide según su probabilidad de ocurrencia, del 1 al 3 en orden de aumento de probabilidad y según su impacto, pudiendo ser bajo (Low), medio (Medium) o alto (High). En función de la combinación de su impacto y probabilidad de ocurrencia, un riesgo se puede clasificar como bajo (1L), medio (2L, 3L, 1M, 2M, 1H), alto-medio (3M, 2H) o crítico (3H). Se han detectado 6 riesgos a tener en cuenta una vez se implante el Plan MC3:

1. **Incremento en la demora de incorporación de estaciones del Plan MC3 (2M).** Este es un riesgo financiero debido a la posible mala gestión de recursos económicos en la adquisición de material del Plan MC3. Una medida para poder hacer frente a este riesgo, en caso de que ocurra, es la modernización de estaciones RBA que puedan suplir los servicios que proporcionan las estaciones del Plan MC3.
2. **Falta de cualificación del personal (3H).** Este es un riesgo técnico debido a los conocimientos informáticos requeridos para el manejo de las nuevas estaciones que incorpora el Plan MC3. Esto se traduce en la incapacidad de los operadores de poner en marcha las estaciones y levantar sus servicios. Como medida, se propone la realización de un curso sobre la tecnología IP que utilizan las nuevas estaciones y el propio funcionamiento de ellas.
3. **Aumento del personal de tropa (3M).** Este es un riesgo relacionado con el personal necesario tras la incorporación del Plan MC3, ya que se requiere un aumento de personal de tropa para mantener las estaciones nuevas operativas. Para asegurar el aumento de personal de tropa y como medida a este riesgo se propone aumentar el número de vacantes de tropa de tal manera que se cubra la demanda de personal para este tipo de unidades.
4. **Dificultad en la detección de fallos y reparaciones (2M).** Este es un riesgo relacionado con el mantenimiento de las estaciones del Plan MC3, ya que tienen estructuras de configuración y softwares muy complejos. Esto limita las capacidades operativas de un batallón, reduciendo la disponibilidad de estaciones debido a la incapacidad de detectar y corregir fallos. Como medida, se propone la contratación de personal cualificado que haya trabajado con este tipo de configuraciones y que sea capaz tanto de detectar como corregir fallos técnicos.
5. **Error en el funcionamiento de las nuevas estaciones una vez incorporadas (1H).** Este es un riesgo relacionado con la calidad, ya que cabe la posibilidad de que las estaciones lleguen en mal estado debido a una ineficiencia a la hora de establecer parámetros de calidad. Al ser un fallo de fábrica, se procede a la devolución de la estación, lo que aumenta la demora en la incorporación de las estaciones en las unidades. Por ello, se propone un control exhaustivo y la definición de un criterio de pruebas a seguir antes de la adquisición de material.
6. **Intercepción en las telecomunicaciones militares por usuarios no autorizados (1H).** Este es un riesgo relacionado con la seguridad, debido a la posibilidad de que ciberamenazas puedan sortear los cifradores IP y se hagan con información confidencial. Esto le proporcionaría al enemigo una ventaja en el campo batalla, por lo que una medida para evitar este riesgo es utilizar un doble cifrado para la transmisión de información e instalar un software que permite detectar si la comunicación es interrumpida.

Los riesgos detectados como consecuencia de la implantación del Plan MC3 pueden provocar el incumplimiento de los fines que se proponen, pero tomando las medidas oportunas se pueden reducir e incluso evitar. Los riesgos detectados se clasifican en los ámbitos de financiación, técnico, personal, mantenimiento, calidad y seguridad. Para hacer frente a estos tipos de riesgos se proponen una serie de medidas para reducir su impacto y probabilidad de ocurrencia. El efecto del riesgo financiero se puede evitar modernizando estaciones RBA, el técnico estableciendo un curso de formación, el de personal aumentando las vacantes de tropa, el de mantenimiento contratando personal cualificado, el de calidad realizando un control previo a la adquisición de material y el de seguridad implementando el uso de softwares de detección de interrupciones.

Análisis de riesgos									Centro Universitario de la Defensa Zaragoza
Título Proyecto:		Consecuencias de la implantación del Plan MC3 en un Batallón de Transmisiones			Jefe de Proyecto:			CAC. Santiago Torregrosa Marco	
Evaluación de riesgos									
ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tra medida
1	Incremento en la demora de incorporación de estaciones del Plan MC3.	Financiero	Mala gestión de recursos económicos en la adquisición de nuevos materiales del Plan MC3 y menor presupuesto en inversión de proyectos del Ministerio de Defensa a causa del COVID-19.	M	2	2M	Continuidad en el uso de estaciones RBA que ofrecen los servicios mínimos y no cubren los servicios demandados por los usuarios.	Modernización de estaciones RBA que puedan suplir los servicios que proporcionan las estaciones MC3 hasta su incorporación.	1L
2	Falta de cualificación del personal.	Técnico	La incorporación de nuevo material del Plan MC3 requiere unos conocimientos informáticos complejos para el manejo de la tecnología IP de las nuevas estaciones.	H	3	3H	Incapacidad del personal que trabaja con material del Plan MC3 de poner en funcionamiento las estaciones y levantar los servicios, ya que no tienen los conocimientos suficientes.	Realización de un curso obligatorio sobre conocimientos básicos de la tecnología IP del Plan MC3 y funcionamiento de sus estaciones a todo aquel que vaya a operar sus estaciones.	2M
3	Aumento del personal de tropa.	Personal	La implantación del Plan MC3 requiere aumentar el número total de personal de tropa para mantener una estación operativa.	M	3	3M	Reducción en la rapidez de puesta en marcha de las estaciones del Plan MC3 ya que estarían incompletas respecto al personal. Se tendría que emplear suboficiales para labores de tropa.	Aumentar el número de vacantes de tropa de tal manera que se cubra la demanda de personal para este tipo de unidades.	1M
4	Dificultad en la detección de fallos y reparaciones.	Mantenimiento	Estaciones muy técnicas con estructuras de configuración y softwares muy complejos, lo que dificulta la localización de los fallos.	M	2	2M	Imposibilidad de reparar estaciones por lo que se reduce el número de estaciones disponibles y como consecuencia se limitan las capacidades operativas de las unidades.	Contratación de personal experimentado que haya trabajado con este tipo de configuraciones y que sea capaz tanto de detectar como de corregir fallos técnicos.	1L
5	Error en el funcionamiento de las nuevas estaciones una vez incorporadas.	Calidad	Ineficiencia a la hora de establecer parámetros de calidad en relación a la comprobación del correcto funcionamiento de las nuevas estaciones adquiridas.	H	1	1H	Incapacidad de solventar el fallo en la estación, ya que viene de fábrica, lo que supone su devolución a la empresa proveedora y aumenta la demora en su incorporación a las unidades.	Control exhaustivo y definición de un criterio de pruebas a seguir a la hora de probar los materiales nuevos antes de su adquisición, para así asegurar su correcto funcionamiento.	1M
6	Intercepción en las telecomunicaciones militares por parte de usuarios no autorizados.	Seguridad	Posibilidad de que ciberamenazas puedan sortear los cifradores IP utilizados e intercepten y se hagan con información clasificada transmitida a través del nuevo material del Plan MC3.	H	1	1H	Accesibilidad por parte del enemigo en zona de operaciones a las telecomunicaciones realizadas por las fuerzas propias, lo que les proporciona una ventaja en el campo de batalla.	Asegurar que toda comunicación que se vaya a realizar se encuentre doble cifrada e instalar un software de detección en las telecomunicaciones que permita saber si la comunicación ha sido interrumpida o está siendo escuchada.	1L

**Tabla 9. Matriz de Riesgos. Fuente: Elaboración propia**

Matriz riesgos proyecto				Estadística	
Probabilidad	3	0	1	1	
	2	0	2	0	Clase riesgo
	1	0	0	2	Criticó
		Low	Medium	High	Alto - medio
Impacto				Medio	4
				Bajo	0
				Total:	6



# Capítulo 6. Conclusiones

A lo largo de los últimos años, la tecnología utilizada para establecer las telecomunicaciones y empleada en el funcionamiento de los sistemas de información ha avanzado drásticamente. Esta evolución se ha trasladado al ejército reflejada en la elaboración de un Plan de modernización de los sistemas de Mando, Control y Comunicaciones conocido como el Plan MC3. El campo de batalla se ha ido digitalizando por lo que ha sido necesario adquirir nuevos materiales que utilizan tecnología IP para ofrecer mejores servicios y no encontrarse en inferioridad respecto al enemigo en Zona de Operaciones.

Este plan se encuentra en proceso de implantación, algunas de sus estaciones ya se encuentran incorporadas en las unidades del ET, pero la gran mayoría de ellas todavía no se encuentran distribuidas. Anteriormente a este plan, los batallones de Transmisiones contaban con estaciones de la Red Básica de Área (RBA) que actualmente no cumplen con las demandas de los usuarios y se encuentran obsoletas. Por ello la implantación del Plan MC3 en estos batallones es necesaria, ya que supone un gran avance tecnológico, pero a su vez acarrea una serie de consecuencias.

En este proyecto se ha realizado un estudio sobre las consecuencias de la implantación del Plan MC3 en un batallón de Transmisiones, en concreto en el BTCN II/21. Tras realizar el estudio se ha observado que este nuevo material que se pretende incorporar con el Plan MC3 ofrece una mejora en cuanto a servicios y capacidades, entre los que cabe destacar la posibilidad de aumentar y seleccionar el ancho de banda a utilizar en las comunicaciones, establecer radioenlaces IP que aumentan la distancia de alcance y permitir la evolución de la transmisión de voz analógica hacia IP. En el ámbito de los sistemas de información, se consigue la capacidad de ofrecer más servicios a un mayor número de usuarios y, en cuanto al montaje de los despliegues de distintos Centros de Transmisiones de Puesto de Mando (CTPCs), tanto la comodidad, como la rapidez, como la organización, han mejorado considerablemente con la incorporación del Plan MC3. Además, es necesaria una nueva organización de las compañías de Centros de Transmisiones del BTCN II/21, de tal forma que cada sección de Centro de Transmisiones (CT) se encargue de una sola área de trabajo específica en vez de dedicarse a varias de ellas. Por último, la gestión y distribución del personal se ha visto también afectada, ya que tras realizar una propuesta de redistribución de personal en las nuevas secciones de CTs, se ha observado que existe un déficit en cuanto a personal de tropa.

Como consecuencia de la incorporación progresiva del Plan MC3, de la demora en la llegada de muchas de sus estaciones a las unidades y en vista de la mejora de servicios y capacidades que ofrece, ha creado la necesidad de modernizar y actualizar las estaciones obsoletas de la RBA. El Plan MC3 ya introduce entre sus estaciones la modernización del MERCURIO 2000, y en este proyecto se ha llevado a cabo una investigación sobre la modernización del RIOJA para poder así trabajar con tecnología IP. Tras las pruebas realizadas con este RIOJA IP, se ha concluido que utilizando esta tecnología se proporciona un mayor ancho de banda, lo que permite aumentar la velocidad de transmisión de información y ofrecer servicios que antes era imposible de ofertar como videoconferencias y telefonía IP. Por otro lado, la composición de los CTPCs ha cambiado de tal manera que existe una menor variedad de estaciones y un menor número de ellas, permitiendo el montaje de centros más sencillos. A pesar de requerir un menor número de estaciones, en los centros de mayor entidad el número total de personal necesario para mantener las estaciones operativas ha aumentado. Esto se ha visto reflejado en el coste de personal asociado

al mantenimiento operativo de las estaciones de los centros, que para los centros de gran extensión el coste ha aumentado y en cambio para los centros de menor extensión ha disminuido.

Existen una serie de riesgos como consecuencia de implantar el Plan MC3 en un batallón de Transmisiones. Entre todos los riesgos que se analizan en este proyecto destacar el más importante de ellos que es la falta de cualificación del personal. Para el manejo del nuevo material del Plan MC3 se requieren unos conceptos informáticos complejos como saber configurar routers o cifradores IP, lo que mucho personal desconoce. Por ello se sugiere la realización de un curso básico sobre tecnología IP para aprender el funcionamiento del material del Plan MC3 y poder poner en marcha sus estaciones.

En este proyecto se ha estudiado las consecuencias de la implantación del Plan MC3 en el BTCN II/21, pero también son aplicables al resto de batallones de Transmisiones del ejército, ya que la orgánica entre ellos no difiere mucho y los materiales del Plan MC3 que se van incorporar son los mismos.

# Referencias

- [1] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Táctica y Logística II, 2017.
- [2] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Sistemas de Información y Telecomunicación (CIS) desplegables, 2018.
- [3] Estado Mayor del Ejército, Plan MC3 "Concepto de empleo de los medios Satélite", 2012.
- [4] Estado Mayor del Ejército, PLAN MC3 "Plan de modernización de los sistemas de mando, control y comunicaciones del Ejército de Tierra", 2015.
- [5] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Establecimiento y empleo de SIMACET, 2009.
- [6] Estado Mayor del Ejército, Plan de Transición al MC3, 2017.
- [7] SDG GESPRO, «Plan MC3 de DGAM "Presentación propuesta solución técnica"», 2019.
- [8] Estado Mayor del Ejército, Criterios Operativos "Módulos de Capacidades CIS Plan MC3 de las Unidades de Transmisiones", 2015.
- [9] MATTRANS, Libro de Organización del Batallón de Transmisiones de Centro Nodales II/21 (BTCN II/21), 2020.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Empleo de la Red Básica de Área, 2005.
- [11] S-1 BTCN II/21, Plantilla Orgánica de Personal, 2020.
- [12] S-4 BTCN II/21, Plantilla Orgánica de Material, 2020.
- [13] AUME, Retribuciones Fuerzas Armadas, 2020.
- [14] J. Luque Ordóñez, Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico, 2017.
- [15] Dirección General de Armamento y Material, Plan Directos de Sistemas Espaciales, 2016.
- [16] F. Davara Rodríguez, Sistemas espaciales: aplicaciones y servicios, 2015.
- [17] J. M. Lopera López, Redes de Ordenadores I, 2019.

# Apéndice A. Estaciones RBA

Estación	Función	Personal necesario (oficial/suboficial/tropa)
NAVARRA	Estación de Comutación de Nodo de Acceso. Proporciona los servicios que requieren los abonados del Puesto de Mando.	0/1/5
MERCURIO 2000	Vehículo de comunicaciones que proporciona servicio radio de banda estrecha a los Centros de Transmisiones de los Puestos de Mando.	0/1/4
CANARIAS	Estación de Centro Nodal. Contribuye a establecer una red mallada a la que acceden los Centros de Transmisiones de los Puestos de Mando de GUs y PUs.	0/1/4
RIOJA	Estación que dispone de los radioenlaces que enlazan los Centros Nodales (CANARIAS) y Nodos de Acceso (NAVARRA)	0/1/3
REPETIDOR	Cumplen con la función de prolongar el vano radio cuando dos estaciones no pueden enlazar directamente	0/0/3
GALICIA	Estación de Grupo de Abonados. Proporciona los servicios que requieren los abonados del Puesto de Mando de la PU.	0/1/4
BALEARES	Estación de Acceso a la Red de Área Española. Despliega en Puestos de Mando de las PUs y enlaza vía radioenlace con un Centro Nodal	0/1/3
ARAGÓN	Estación de Punto de Acceso de Radio Móvil. Permite la integración de las estaciones VHF y enlaza con un Centro Nodal vía radioenlace.	0/1/4

ASTURIAS-B	Estación de Acceso a Satélite de Brigada. Contribuye a la red mallada enlazando con otro terminal satélite. Permite la integración en la Red Estratégica y redes permanentes civiles.	0/1/4
ASTURIAS-D	Estación de Acceso a Satélite de División. Contribuye a la red mallada enlazando con hasta cuatro terminales satélite. Permite la integración en la Red Estratégica y redes permanentes civiles.	0/1/4
EXTREMADURA-N	Estación que proporciona los enlaces exteriores terrestres con otras Redes y que tienen en dotación unidades que no despliegan fuera del territorio nacional.	0/1/3
EXTREMADURA-C	Estación que proporciona los enlaces exteriores con otras redes y que tienen en dotación las unidades que pueden desplegar fuera del territorio nacional.	0/1/3
MURCIA	Estación desde la que se realiza el mando de la Red de Área. Contienen herramientas para el planeamiento de la maniobra de la red y para el control de la misma.	0/1/4
ANDALUCIA	Estación de acceso a datos de alta velocidad y de conmutación de los nodos de acceso.	0/1/3
PAMPLONA	Estación de plataforma de acceso a multiservicio portátil que se asigna a los Centros de Transmisiones de Puestos de Mando de las GUs.	0/1/3
CUENCA	Estación que se asigna Centros de Transmisiones de Puestos de Mando de las Gus que deben disponer de los servicios de información NATO SECRET Y NATO UNCLASS y extenderlos a otros Puestos de Mando.	0/1/4

VALENCIA	Estación que dispone de la unidad de conmutación de videoconferencia táctica.	0/1/3
MADRID I	Junto con el MADRID II, forma el módulo de despliegue rápido (EARLY ENTRY) que proporciona el enlace a las unidades que primero despliegan en Zona de Operaciones.	0/1/4
MADRID II	Junto con el MADRID I, forma el módulo de despliegue rápido (EARLY ENTRY) que proporciona el enlace a las unidades que primero despliegan en Zona de Operaciones.	0/1/4
SIMACET EE	Proporciona los servicios de SIMACET a un Puesto de Mando de Entrada Inicial	0/1/3
SIMACET GU	Proporciona los servicios de SIMACET a un Puesto de Mando de Gran Unidad.	0/1/5
SIMACET PU	Proporciona los servicios de SIMACET a un Puesto de Mando de Pequeña Unidad.	0/1/4
TRITÓN 2000	Estación encargada de la parte de explotación de un Centro de Transmisiones. Asegura la recepción, transmisión y entrega a sus destinatarios de los mensajes y documentos.	0/1/4
SUPERTRITÓN 2000	Se utiliza para la tramitación de los mensajes del Puesto de Mando al cual presta servicio.	0/1/4
SUPERMINERVA 2000	Realiza los cometidos relacionados con los elementos de regulación/cifra y registro/archivo del centro de mensajes del Puesto de Mando al cual presta servicio.	0/1/4
TLX-50	Terminal satélite analógico que dispone de 4 canales de voz y 4 de datos hasta 256 Kbps.	0/0/3

---

TLX-5	Terminal satélite analógico que tiene una capacidad de transmisión de 64 Kbps y dispone de 1 canal de voz o datos	0/0/3
-------	---	-------

**Tabla 10. Función de las estaciones RBA. Fuente: [10]**

## Apéndice B. Estación SANTANDER

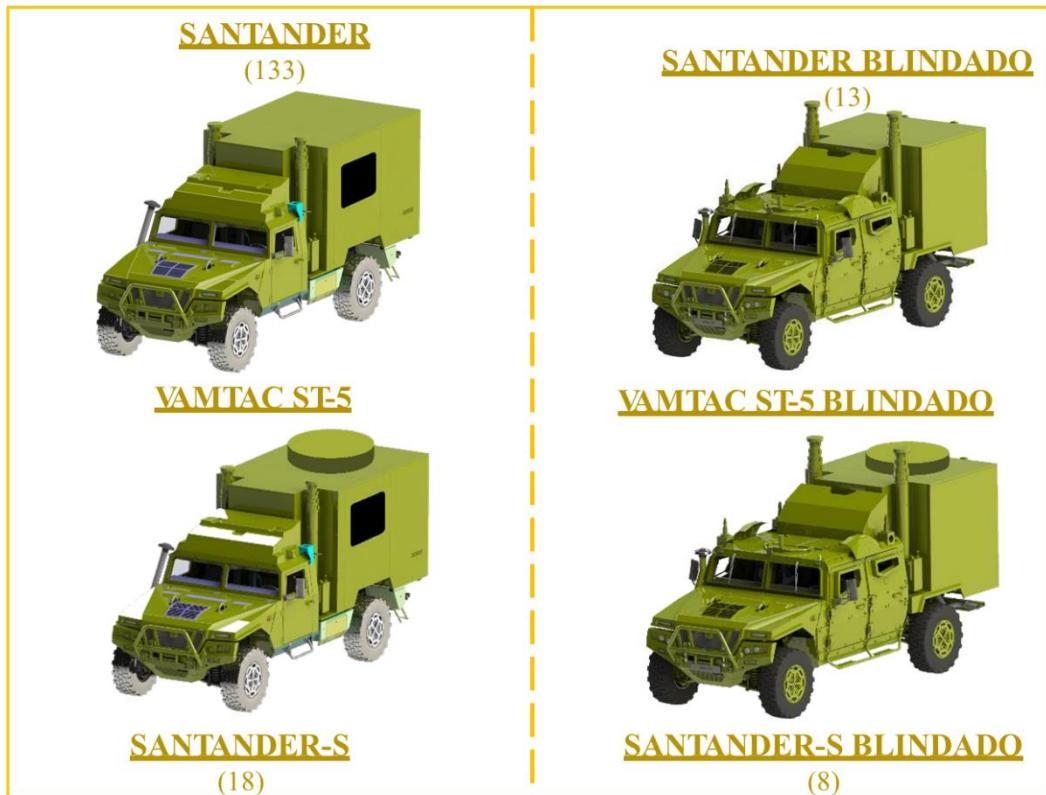


Figura 10. Tipos de estaciones SANTANDER. Fuente: [7]

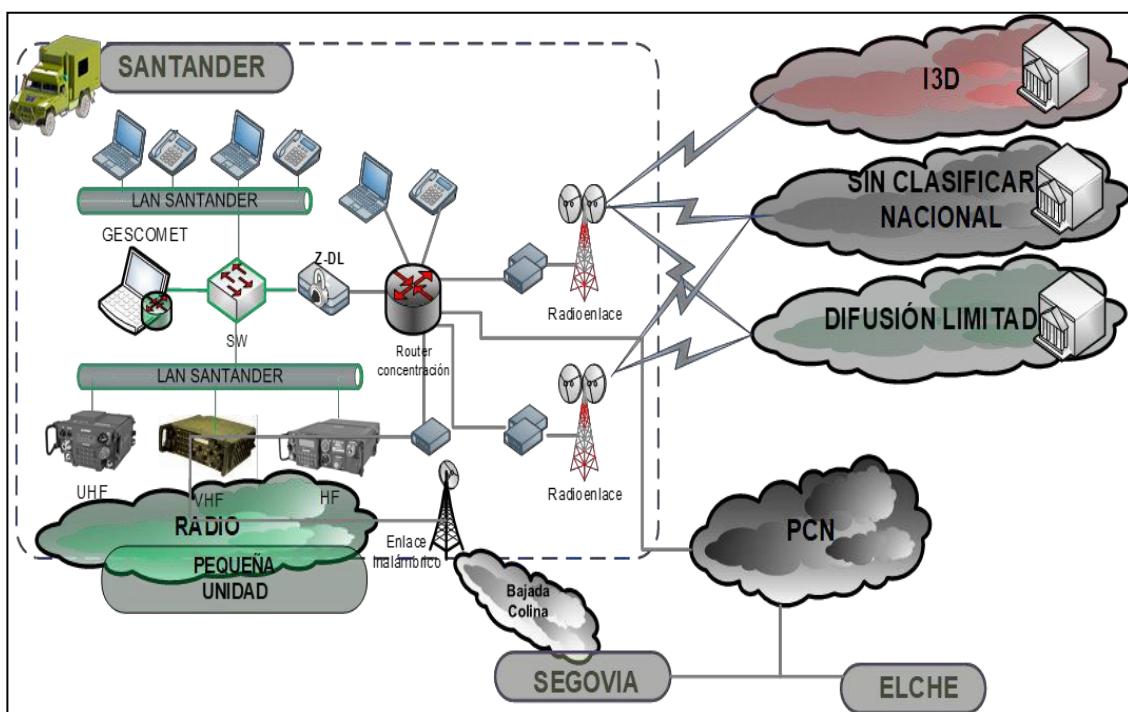


Figura 11. Estructura de red de la estación SANTANDER. Fuente: [7]

# Apéndice C. Estación SEGOVIA



Figura 12. Tipos de estaciones SEGOVIA. Fuente: [7]

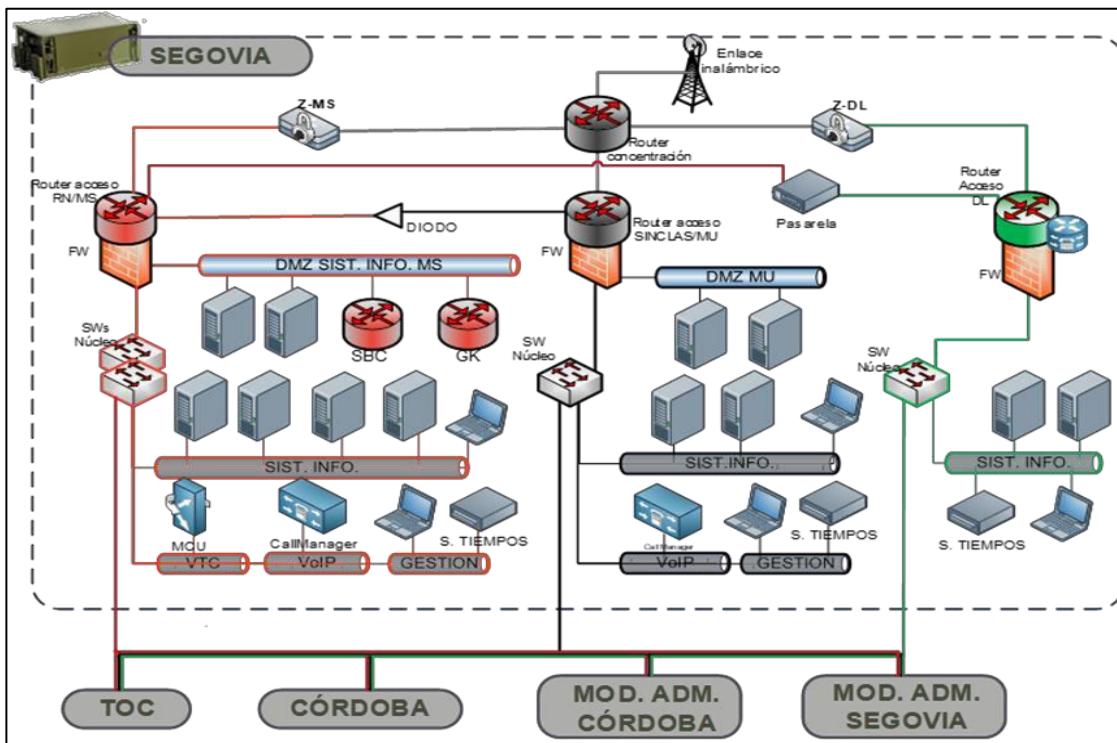


Figura 13. Estructura de red de la estación SEGOVIA. Fuente: [7]

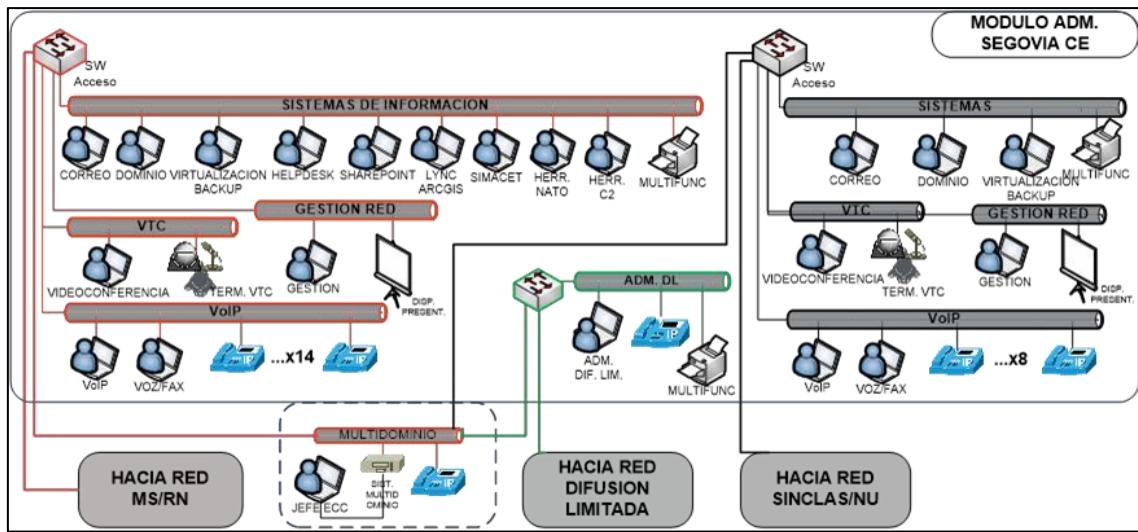


Figura 14. Configuración del módulo de administradores de la estación SEGOVIA. Fuente: [7]

CUERPO DE EJERCITO		SEGOVIA		Dominio RN / MS										Dominio DL/MR	Dominio SINCLAS / MU						
				CONTROL		SISTEMAS DE INFORMACIÓN					SERVICIOS DE EXPLOTACIÓN			ADMIN. PU	SISTEMAS DE INFORMACIÓN			EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS			SEG. INF.
						CORE		SICIFB*		SICFE*	RED	VTC	VoIP		CORE		OTROS	RED	VTC	VoIP	
CUERPO DE EJERCITO	DIVISIÓN	SEGOVIA	22 Administradores	1	JEFE CENTRO DE TRANSMISIÓN S	1	JEFE CENTRO TRANSMISIÓN S	1	CORREO	CORREO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
CUERPO DE EJERCITO	BRIGADA	SEGOVIA	12 Administradores	1	JEFE CENTRO DE TRANSMISIÓN S	1	DOMINIO	1	VIRTUALIZACIÓN BACKUP	VIRTUALIZACIÓN BACKUP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
CUERPO DE EJERCITO	BRIGADA	SEGOVIA	6 Administradores	1	JEFE CENTRO DE TRANSMISIÓN S	1	DOMINIO	1	VIRTUALIZACIÓN BACKUP	VIRTUALIZACIÓN BACKUP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Figura 15. Administradores de la estación SEGOVIA. Fuente: [7]

## Apéndice D. Estación CÓRDOBA



Figura 16. Tipos de estaciones CÓRDOBA. Fuente: [7]

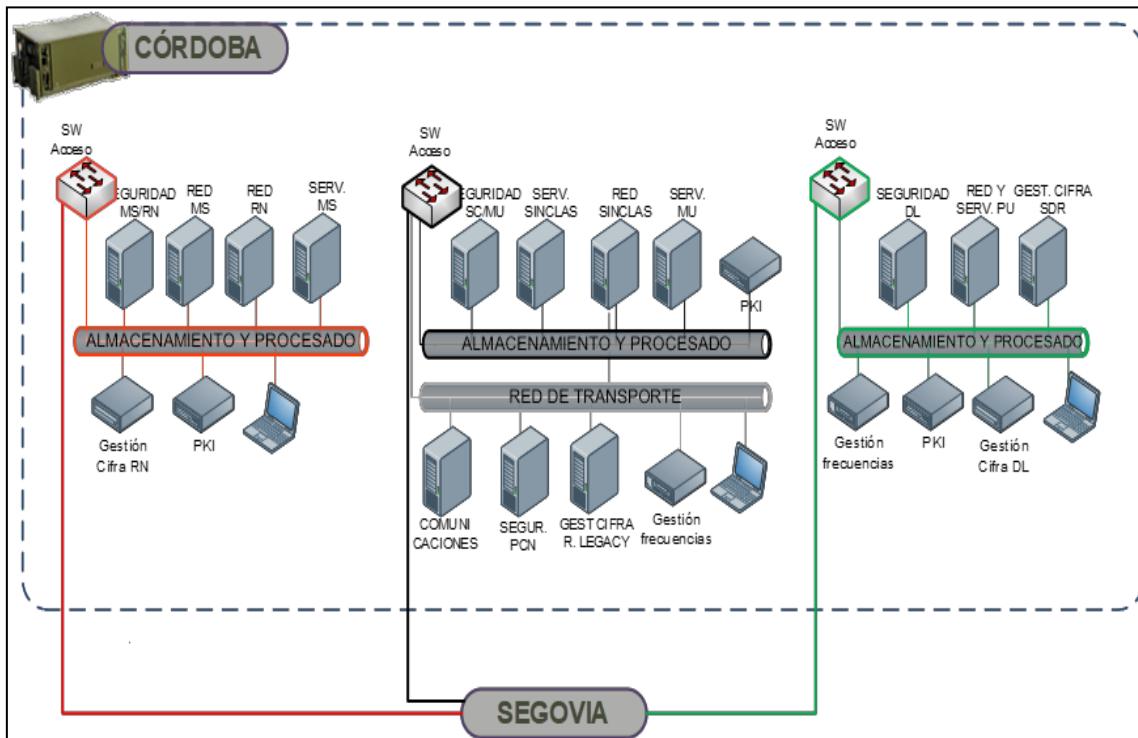


Figura 17. Estructura de red de la estación CÓRDOBA. Fuente: [7]

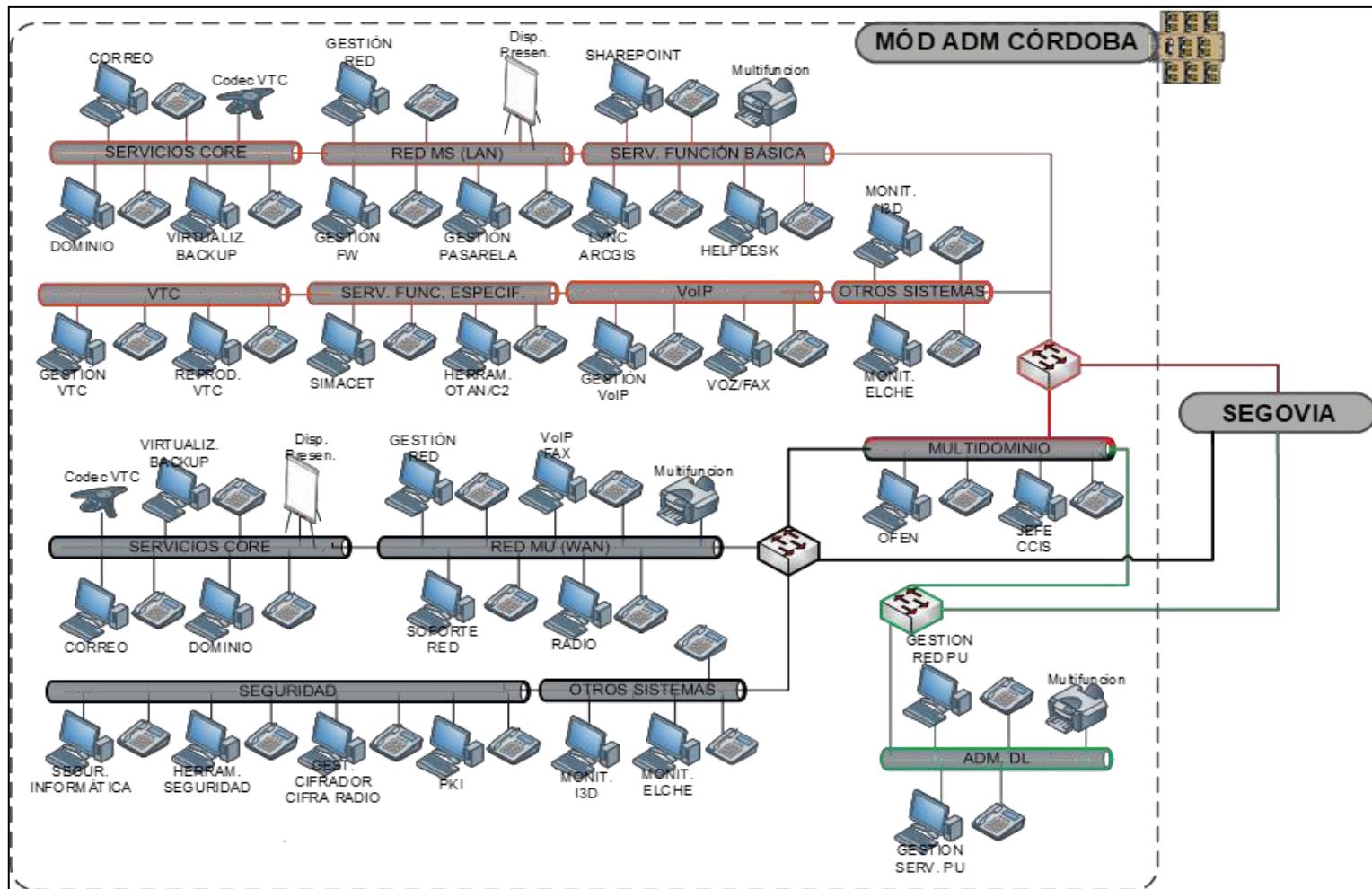


Figura 18. Configuración del módulo de administradores de la estación CÓRDOBA. Fuente: [7]

			Dominio RN / MS												Dominio DL/MR	Dominio SINCLAS / MU																	
CUERPO DE EJÉRCITO	CÓRDOBA	34 Controladores / Coordinadores (CISCC)	CONTROL		SISTEMAS DE INFORMACIÓN						SERVICIOS DE EXPLOTACIÓN			ADMIN. PU	SISTEMAS DE INFORMACIÓN			EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS			SEGURIDAD INFORMATICA												
			CISCC	CISCC	OPEN	OPEN	CORREO	CORREO	DOMINIO	VIRTUALIZACIÓN	VIRTUALIZACIÓN	BACKUP	BACKUP		SHAREPOINT	LYNC / ARCGIS	LYNC / ARCGIS	SICFB <sup>1</sup>	SICFE <sup>2</sup>	RED	VTC	VoIP	RED	VTC	VoIP	RED	VTC	VoIP					
DIVISIÓN	CÓRDOBA	18 Controladores / Coordinadores (CISCC)	CISCC	1	0	OPEN	CORREO	DOMINIO	VIRTUALIZACIÓN	VIRTUALIZACIÓN	BACKUP	BACKUP	SHAREPOINT	LYNC / ARCGIS	LYNC / ARCGIS	HELPDESK	HELPDESK	SIMACET	SIMACET	GESTIÓN RED	PASARELA / DIODO	FIREWALL	VTC	VoIP	VOZ/FAX	GESTIÓN RED	PASARELA / DIODO	FIREWALL	VTC	VoIP	VOZ/FAX		
BRIGADA	CÓRDOBA	7 Controladores / Coordinadores (CISCC)	CISCC	1	0	OPEN	CORREO	DOMINIO	VIRTUALIZACIÓN	VIRTUALIZACIÓN	BACKUP	BACKUP	SHAREPOINT	LYNC / ARCGIS	LYNC / ARCGIS	HELPDESK	HELPDESK	SIMACET	SIMACET	HERRAMIENTAS NATO Y C2	HERRAMIENTAS NATO Y C2	GESTIÓN RED LAN	PASARELA / DIODO	FIREWALL	VTC	VoIP	VOZ/FAX	GESTIÓN RED LAN	PASARELA / DIODO	FIREWALL	VTC	VoIP	VOZ/FAX

Figura 19. Administradores de la estación CÓRDOBA. Fuente: [7]

## Apéndice E. Estación ELCHE

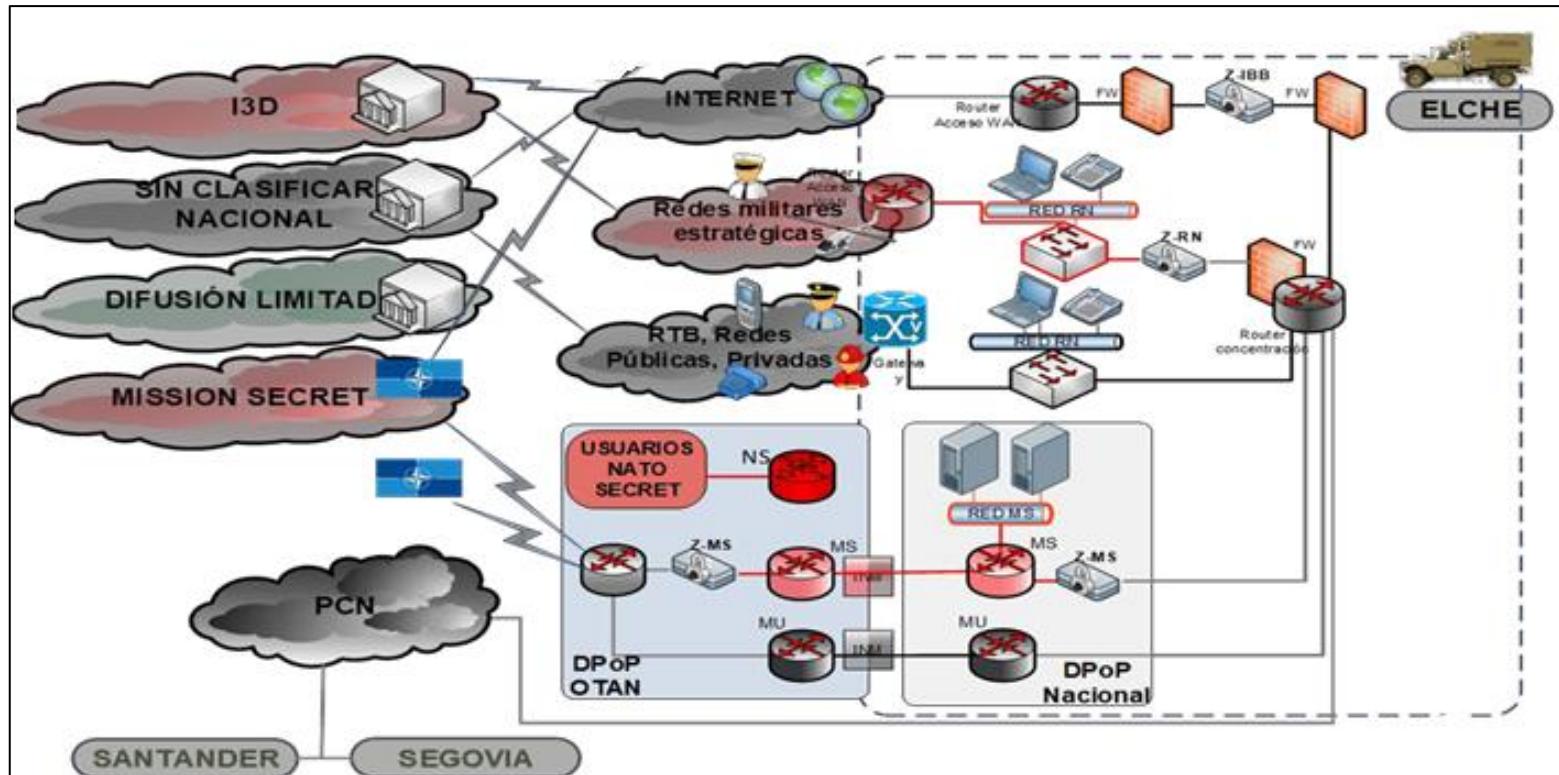


Figura 20. Estructura de red de la estación ELCHE. Fuente: [7]

## Apéndice F. Resumen estaciones Plan MC3

	Estación	Función	Personal necesario (oficial/suboficial/tropa)	
Estaciones incorporadas	PCBON	Permite ejercer el mando y control, tanto en estático como en movimiento proporcionando enlaces a las unidades superiores, colaterales y subordinadas.	0/1/4	
	ATQH	Proporciona tres enlaces satélites SECOMSAT simultáneos, configurando parte de la capa de telecomunicaciones de la red.	0/1/4	
	MERCURIO 2000 IP	Permite realizar el mando y control del batallón en cualquier situación, disponiendo de medios radios IP.	0/1/4	
	TLB- 50 IP	Terminal satélite ligero bi-banda que tiene capacidad para establecer dos enlaces satélites.	0/1/3	
	SOTM	Elemento de telecomunicaciones que facilita el Mando y Control de PUs para situaciones de movimiento y en ZO.	0/1/4	
Estaciones pendientes de incorporación	SANTANDER	Establece el soporte de telecomunicaciones de la red proporcionando la interconexión de los diferentes Centros de Transmisiones.	0/1/4	
	SEGOVIA	Proporciona acceso a los servicios CIS de voz y datos, tanto de Red de Misión Clasificada y No Clasificada, como de Red NATO SECRET y NATO UNCLASS.	CE	0/2/20
			Div	0/1/11
			Bri	0/1/5
CÓRDOBA	CÓRDOBA	Permite el control de las redes CIS que se establezcan. Ofrece visibilidad sobre el estado de la Red de Telecomunicaciones y los Sistemas de Información que se implementen.	CE	0/4/30
			Div	0/2/16
			Bri	0/1/5

	MÁLAGA	Permite el acceso a redes de enlaces tácticos y reenvío de información según estándares OTAN.	0/1/4
	ELCHE	Permite la interconexión de las redes CIS que se establezcan a otras redes externas militares y/o civiles.	0/1/3

Tabla 11. Resumen estaciones Plan MC3. Fuente: Elaboración propia

## Apéndice G. Estructura Orgánica BTCN II/21

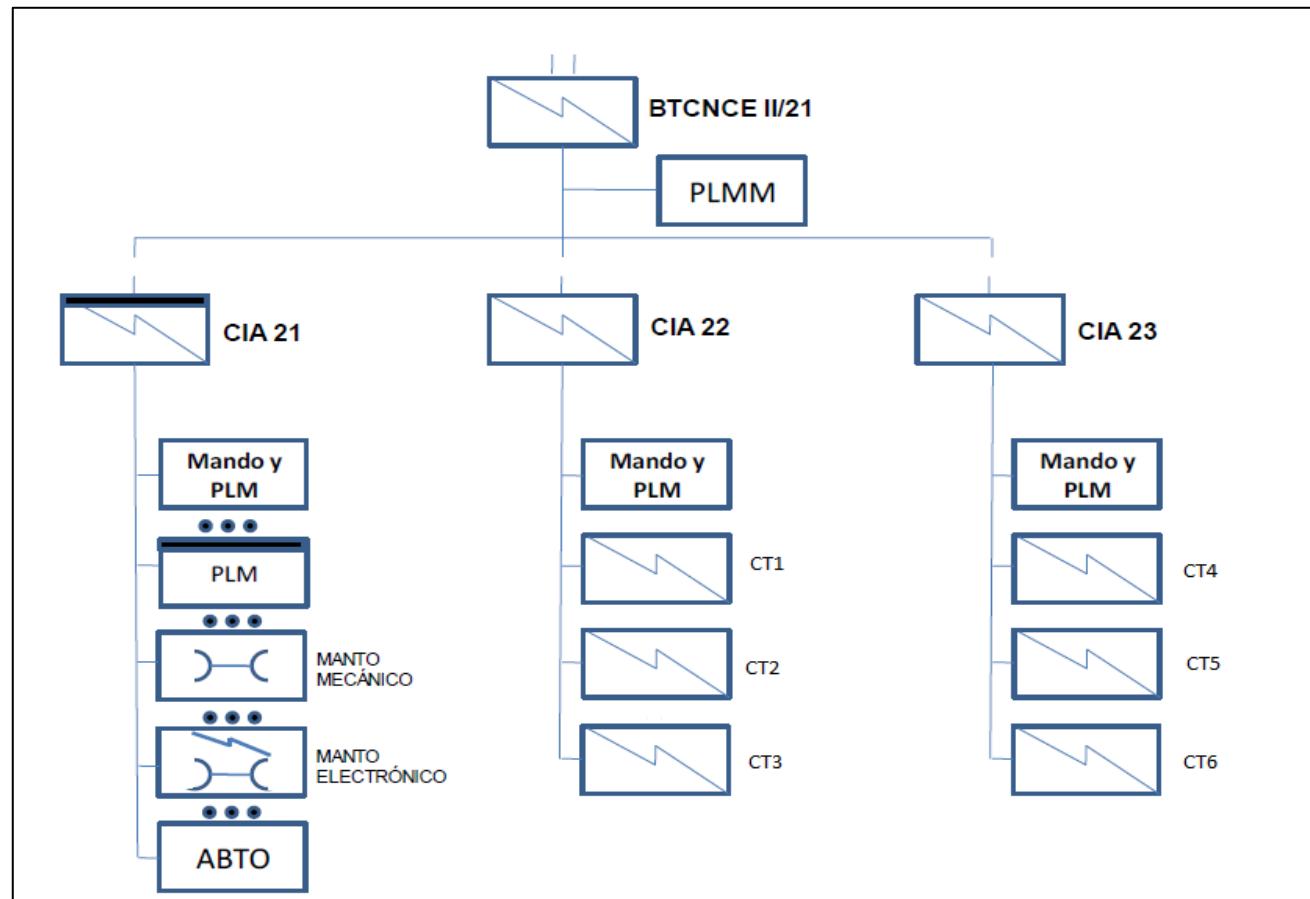


Figura 21. Estructura Orgánica del BTCN II/21. Fuente: [9]

# Apéndice H. Plantilla Orgánica

## H.1. Plantilla Orgánica de personal

Empleo	PO	LR	LR			
			M Y PLMM	CIA 21	CIA 22	CIA 23
GB	0	0	0	0	0	0
COR	0	0	0	0	0	0
TCOL	1	1	1	0	0	0
CTE	1	0	0	0	0	0
CAP	6	5	2	1	1	1
TTE	9	6	0	0	3	3
<b>TOTAL OFICIALES</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
SBMY	0	0	0	0	0	0
STTE	3	3	1	2	0	0
BG	9	6	4	2	0	0
SGT1º	11	22	5	5	6	6
SGTO	24	32	0	6	14	12
<b>TOTAL SUBOF</b>	<b>47</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>18</b>
<b>TOTAL CUMAS</b>	<b>64</b>	<b>75</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>22</b>
CBMY	3	3	0	2	1	0
CB1º	25	22	0	17	3	2
CBO	23	24	0	15	4	5
SDO	171	129	0	35	46	48
<b>TOTAL TROPA</b>	<b>222</b>	<b>178</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>54</b>	<b>55</b>
<b>TOTAL RPM</b>	<b>286</b>	<b>253</b>	<b>13</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>77</b>

Tabla 12. Plantilla Orgánica de personal. Fuente: [11]

## H.2. Plantilla Orgánica de material

BTCN II/21		PLANTILLA REAL			
MATERIALES		CIA 21	CIA 22	CIA 23	TOTAL
Medios satélites	BIBANDA	0	0	1	1
	ASTURIAS DIV	0	0	1	1
	ASTURIAS BRI	0	0	1	1
	TLB-50	0	1	0	1
	TLB-50 IP	0	3	0	3
	ATQH	0	0	2	2
	TLX-50	0	3	0	3
	TLX-5	0	3	0	3
Medios de Sistemas de Información	SIMACET V5 GU BRI	0	1	0	1
	SIMACET GU DIV	0	0	1	1
	SIMACET EE	0	1	0	1
	SIMACET PU	0	2	0	2
	CUENCA	0	0	1	1
Medios Radio y Tetrapol	MERCURIO 2000	0	5	2	7
	MERCURIO 2000 IP	0	0	2	2
	MADRID I	0	0	2	2
	MADRID II	0	0	2	2
	SHELTER ACE III TETRAPOL IP ET 12 CANALES	0	1	0	1
	SHELTER ACE II TETRAPOL IP ET 8 CANALES	0	1	0	1
	SISTEMA PTN BASICO (TETRAPOL IP)	0	1	0	1
Medios RBA	RIOJA	0	10	9	19
	CANARIAS	0	6	5	11
	NAVARRA	0	0	1	1
	EXTREMADURA	0	1	1	2
	PAMPLONA	0	2	1	3

---

	ARAGON	0	1	0	1
	RIOJA REPETIDOR	0	1	1	2
	TRITÓN 2000	0	10	0	10

Tabla 13. Plantilla Orgánica de material. Fuente: [12]

# Apéndice I. Distribución de personal y material actual

## I.1. Distribución de personal

	EMPLEO	22 CIA					23 CIA				
		A1	A2	A3	A4	TOTAL	A1	A2	A3	A4	TOTAL
CT1	SGT1º			1		1	1			1	2
	SGTO	1	1	1	1	4	1	1	2	1	5
	CB1º		1			1		1			1
	CBO			1		1					0
	SDO	4	4	3	4	15	4	6	5	2	17
	TOTAL	5	6	6	5	22	6	8	7	4	25
CT2	SGT1º			1	1	2			1		1
	SGTO	1	1	1	2	5	1	1	1	1	4
	CB1º		1			1		1			1
	CBO			1		1			1	1	2
	SDO	4	4	3	3	14	2	4	4	2	12
	TOTAL	5	6	6	6	23	3	6	7	4	20
CT3	SGT1º			1		1	1		1		2
	SGTO	1	1	1	1	4	1	1	1		3
	CB1º		1			1					0
	CBO					0					0
	SDO	3	4	3	3	13	5	3	5		13
	TOTAL	4	6	5	4	19	7	4	7	0	18
		TOTAL 22 CIA			64		TOTAL 23 CIA			63	

Tabla 14. Distribución de personal actual de los CTs de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

Empleo	PLM 22 CIA				PLM 23 CIA			
	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL
SGT1º	1		1	2			1	1
SGTO		1		1				0
CMYR	1			1				0
CB1º				0				0
CBO		1	1	2	1	1	1	3
SDO	1	1	2	4	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

Tabla 15. Distribución de personal actual de la PLM de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

## I.2. Distribución de material

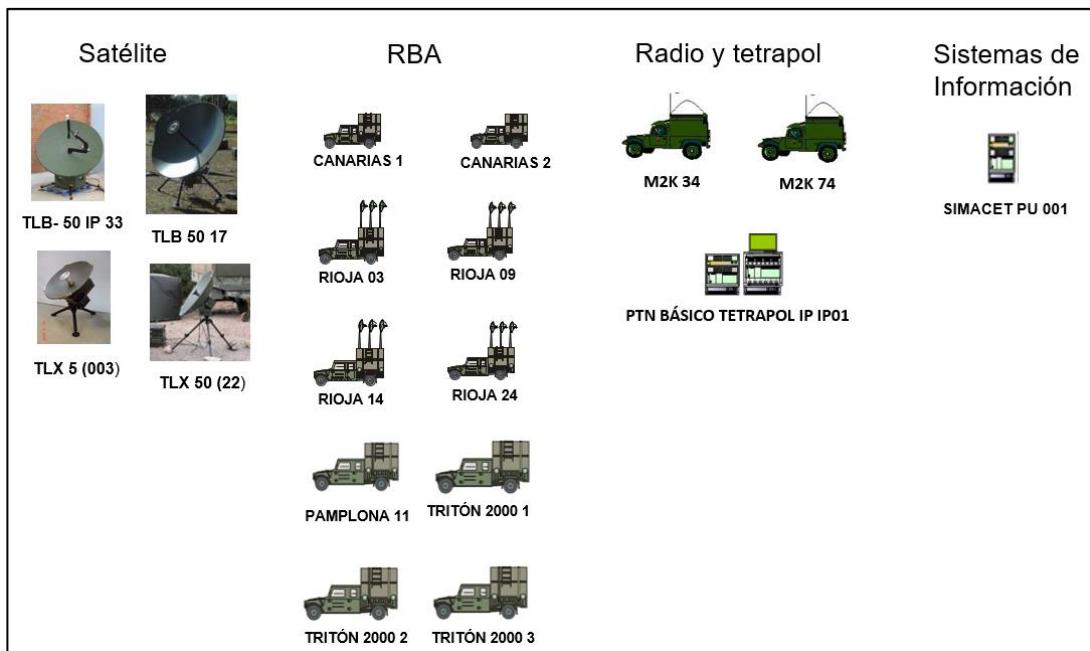


Figura 22. Distribución de material actual del CT1 de la 22 Cia. Fuente: Elaboración propia

Satélite	RBA	Radio y tetrapol	Sistemas de Información
 TLB- 50 IP 35	 TLX 5 (51)	 CANARIAS 3  CANARIAS 4	 M2K 31  M2K 37
 TLX 50 (30)	 RIOJA 01  RIOJA 02	 SHELTER ACE TETRAPOL IP 12 CANALES	 SIMACET PU 002
	 RIOJA 04  RIOJA REPETIDOR 3		 NODO SIMACET V5 GU BRI 001
	 PAMPLONA 01  TRITÓN 2000 5		
	 TRITÓN 2000 6  TRITÓN 2000 7		

Figura 23. Distribución de material actual del CT2 de la 22 Cia. Fuente: Elaboración propia

Satélite	RBA	Radio y tetrapol	Sistemas de Información
 TLB- 50 IP 98	 TLX 5 (57)	 CANARIAS 5  CANARIAS 8	 M2K 38
 TLX 50 (38)	 RIOJA 06  RIOJA 07	 SHELTER TETRAPOL IP 8 CANALES 001	 SIMACET EE
	 RIOJA 12  ARAGON 1		
	 EXTREMADURA 01  TRITÓN 2000 8		
	 TRITÓN 2000 14  TRITÓN 2000 20		
	 TRITÓN 2000 27		

Figura 24. Distribución de material actual del CT3 de la 22 Cia. Fuente: Elaboración propia

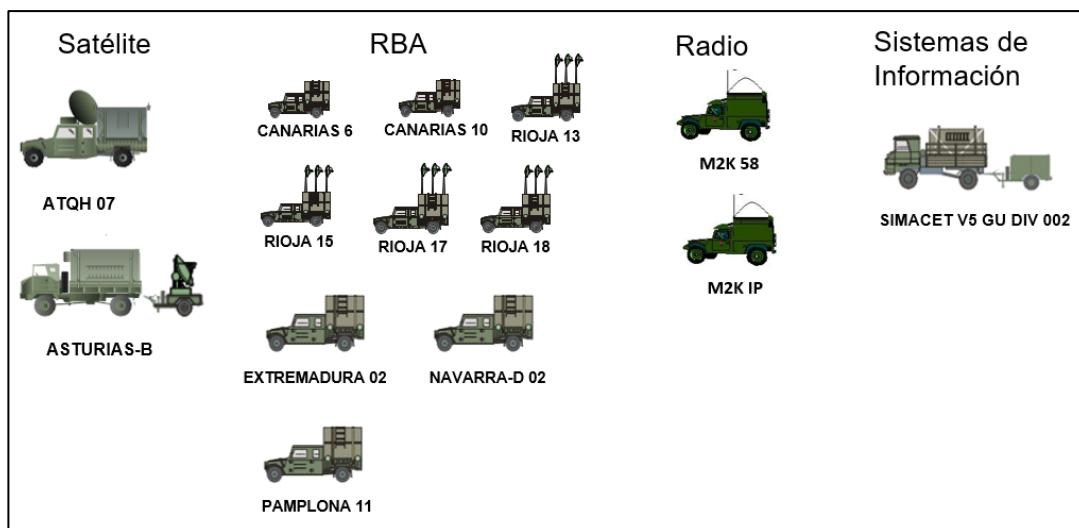


Figura 25. Distribución de material actual del CT1 de la 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

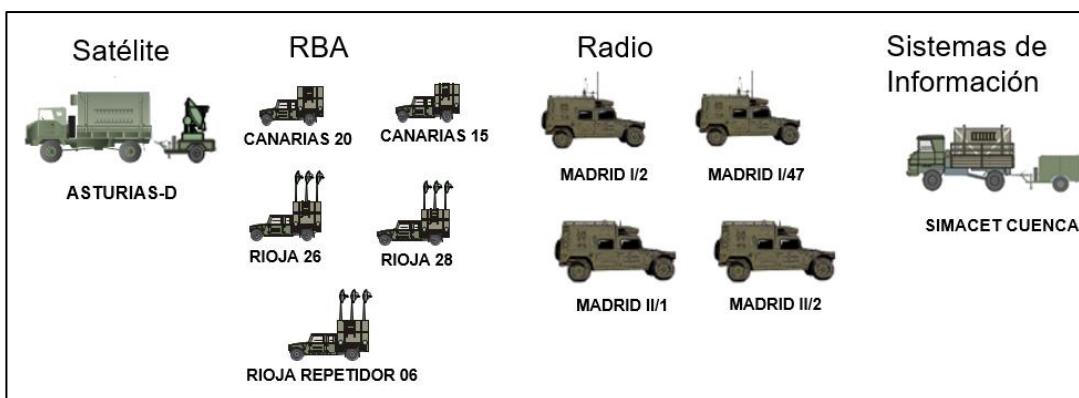


Figura 26. Distribución de material actual del CT2 de la 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

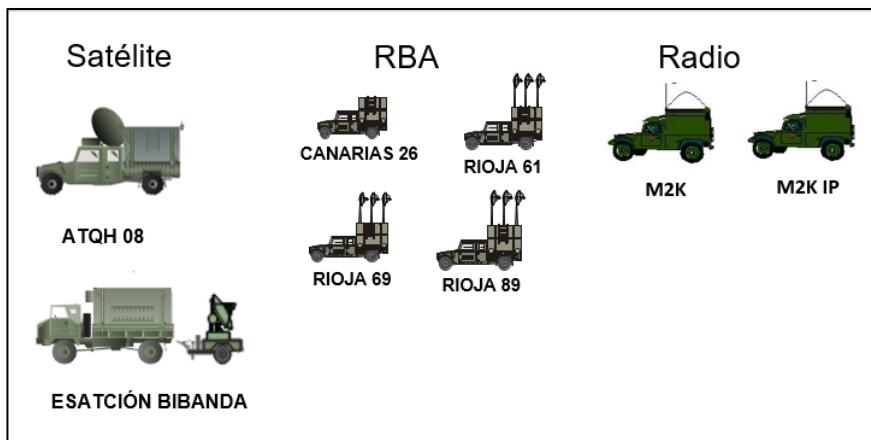


Figura 27. Distribución de material actual del CT3 de la 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

## Apéndice J. Estaciones Plan MC3 asignadas al BTCN II/21

Material Plan MC3	Unidades
SEGOVIA CE/DIV	6
SEGOVIA BRI	2
MÓDULO ADMIN. SEGOVIA CE/DIV	6
MÓDULO ADMIN. SEGOVIA BRI	2
SANTANDER	14
SANTANDER-S	2
CÓRDOBA CE	2
MÓDULO ADMIN CÓRDOBA CE	2
ELCHE	2
MÁLAGA	1
TLB-50 IP	5
MERCURIO 2000 IP	9
ATQH	7
SOTM	3

Tabla 16. Estaciones del Plan MC3 asignadas al BTCN II/21. Fuente: [8]

## Apéndice K. Distribución ideal de personal con el Plan MC3

Empleo	22 CIA				23 CIA			
	CT1	CT2	CT3	TOTAL	CT1	CT2	CT3	TOTAL
SGT1°	2	1	2	5	2	1	2	5
SGTO	4	4	4	12	4	4	4	12
CB1°	1	1	1	3	1	1	1	3
CBO	6	3	2	11	6	3	2	11
SDO	28	10	20	58	28	10	20	58
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>89</b>	<b>41</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>89</b>

Tabla 17. Distribución de personal ideal de los CTs de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

Empleo	PLM 22 CIA				PLM 23 CIA			
	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL	Oficina	Parque	Garaje	TOTAL
SGT1°			1	1			1	1
SGTO		1		1		1		1
CMYR	1			1				
CB1°								
CBO			1	1	1		1	2
SDO	2	2	2	6	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

Tabla 18. Distribución de personal ideal de la PLM de la 22 y 23 Cia. Fuente: Elaboración propia

# Apéndice L. Cuestionario servicios y capacidades Plan MC3

El siguiente cuestionario se ha realizado con el objeto de estudiar los servicios y capacidades que ofrece el Plan MC3. En él se recogen los resultados globales obtenidos en base a las respuestas del personal destinado en el BTCN II/21. El cuestionario se ha respondido conforme al siguiente criterio:

5 : Mucho

4 : Bastante

3 : Suficiente

2 : Poco

1 : Muy poco

N/C: No contesta

1. ¿Le parecen suficientes los servicios ofrecidos hasta el momento con medios RBA?

5	4	3	2	1	N/C
		8%	26%	66%	

2. ¿Es conocedor del Plan MC3?

5	4	3	2	1	N/C
80%	14%	6%			

3. ¿Ha utilizado estaciones del Plan MC3 como ATQH, TLB-50 IP, MERCURIO 2000 IP, SOTM o PCBON?

5	4	3	2	1	N/C
92%	8%				

4. ¿Cree usted que suponen una mejora en cuanto a servicios y capacidades?

5	4	3	2	1	N/C
82%	18%				

5. ¿La comunicación vía satélite mediante la tecnología IP del Plan MC3 supone un gran avance en las telecomunicaciones?

5	4	3	2	1	N/C
74%	16%	10%			

6. ¿Es de difícil compresión el manejo de las estaciones del Plan MC3?

5	4	3	2	1	N/C
6%	16%	50%	28%		

7. ¿Mediante el empleo de estaciones del Plan MC3 se pueden ofrecer más servicios a un mayor número de usuarios?

5	4	3	2	1	N/C
82%	8%				10%

8. Una vez se hayan incorporado todas las estaciones del Plan MC3, ¿cree usted que se volverá a necesitar en algún momento RBA?

5	4	3	2	1	N/C
		2%	44%	54%	

9. Respecto a la comodidad en los despliegues, ¿es mayor con el uso de material perteneciente al Plan MC3?

5	4	3	2	1	N/C
76%	12%	8%			4%

10. A la hora de desplegar y replegar un Centro de Transmisiones de Puesto Mando, ¿cree usted que es más rápido con el Plan MC3 y lo será más cuando esté completamente incorporado?

5	4	3	2	1	N/C
68%	22%	10%			

11. A la hora de poner en marcha una estación y levantar servicios, ¿la incorporación de las estaciones del Plan MC3 lo agiliza?

5	4	3	2	1	N/C
44%	52%	2%	2%		

12. ¿Ofrece mayor seguridad en las telecomunicaciones los protocolos usados por las estaciones del Plan MC3?

5	4	3	2	1	N/C
86%	2%				12%

13. ¿La evolución a la tecnología IP ofrece una mayor capacidad en la velocidad de transmisión de datos?

5	4	3	2	1	N/C
80%	6%	4%			10%

---

14. ¿El ejercicio de mando y control ejercido por los jefes de unidad desde las nuevas estaciones será más eficaz con el uso de estaciones como SEGOVIA?

5	4	3	2	1	N/C
56%	12%	12%	2%		18%

15. ¿La integración de todas las tecnologías con el uso del GESCOM supone una mayor comodidad en los enlaces entre escalones?

5	4	3	2	1	N/C
92%	6%				2%

16. ¿Los alcances en las telecomunicaciones son mayores con estaciones del Plan MC3?

5	4	3	2	1	N/C
60%	24%	8%			8%

17. ¿Los errores con estos nuevos materiales son fáciles de encontrar y reparar?

5	4	3	2	1	N/C
		8%	28%	42%	22%

18. ¿El flujo de información entre Puestos de Mandos es más seguro, rápido y con mayor capacidad de ancho de banda?

5	4	3	2	1	N/C
84%	10%				6%

19. ¿La interoperabilidad entre SIMACET y BMS ofrecida por el Plan MC3 es considerado una necesidad primordial?

5	4	3	2	1	N/C
18%	28%	38%	10%	6%	

20. ¿Con la incorporación del Plan MC3 se reduce el número de estaciones necesarias para la realización de una maniobra?

5	4	3	2	1	N/C
70%	14%	10%			6%

# Apéndice M. Entrevistas Plan MC3

Las siguientes entrevistas se realizaron con el objeto de contar con la opinión personal de oficiales del ET que han trabajado con materiales del Plan MC3 y que son conocedores de hasta el mínimo detalle de este plan, para así poder analizar los servicios y capacidades que ofrece.

## Entrevista 1

Se escoge al Capitán D. Jaime Lapuente Bru, destinado en la PLMM del BTCN II/21 y tutor militar de este proyecto, debido a su amplia experiencia en el campo de las Transmisiones y a sus estudios y presencias en diferentes charlas sobre la incorporación del Plan MC3 en el ET.

1. ¿Qué servicios ofrecen las nuevas estaciones del Plan MC3 en relación a la comunicación vía satélite?

Los nuevos terminales satélites militares del Plan MC3 dotados de tecnología IP, como es el caso de los ATQH, permiten además de realizar enlaces punto a punto con estaciones de anclaje o intra-Teatro, ofrecer la capacidad de establecer enlaces de acceso bajo demanda o de gestión del ancho de banda, lo que permite el empleo óptimo del ancho de banda en las comunicaciones. Este empleo óptimo del ancho de banda permite realizar enlaces con mayor ancho de banda para ofrecer una mayor calidad de servicio a aquellos servicios CIS que tengan una gran demanda por parte de los usuarios. En los escalones de Cuerpo de Ejército y División, debido al gran volumen de información que manejan, el soporte principal del enlace satélite son los ATQH, ya que permiten realizar hasta tres enlaces simultáneos. En escalones de Brigada suelen utilizarse los TLB-50 IP con capacidad de realizar hasta dos enlaces o los SOTM para enlazar vía satélite en movimiento. El enlace en movimiento es un nuevo servicio que ha posibilitado el Plan MC3 con la incorporación de la estación SOTM, que, a diferencia de los anteriores terminales satélites, como los TLX-50, no ofrecían esta capacidad. La incorporación de la tecnología IP en estos nuevos terminales satélites ha aumentado las capacidades considerablemente y permite ofrecer servicios de voz como Telefonía IP y de datos como WAN PG entre otras.

2. ¿Cómo ha evolucionado la seguridad y que servicios ofrece con la incorporación del Plan MC3?

La incorporación del Plan MC3 ha creado la necesidad de evolucionar la seguridad de tal forma que sea compatible con la tecnología IP, introduciendo en el ejército cifradores IP. Además, se han identificado tres dominios de seguridad donde se implementan los CIS desplegables. Estos dominios de red son RESERVADO NACIONAL, SINCLAS y DIFUSIÓN LIMITADA. Cada uno de ellos ofrece unos servicios según el nivel de seguridad requerido para su uso. La incorporación de la estación SEGOVIA del Plan MC3 permite la interconexión entre estos dominios ya que se requiere unos dispositivos de interconexión certificados por el CCN, por lo que esta estación del Plan MC3 ofrece la capacidad de interconexión entre usuarios de diferentes dominios de red.

3. En términos de comodidad, organización y rapidez en los despliegues de un Centro de Transmisiones, ¿cómo ha afectado la incorporación del Plan MC3?

Anterior a la incorporación del Plan MC3, los Centros de Transmisiones se componían tan solo de estaciones RBA. Con la incorporación de parte de las estaciones del Plan MC3, tanto la comodidad, como la organización, como la rapidez han mejorado considerablemente. Por lo que una vez se hayan incorporado el resto de estaciones, las mejoras en estos ámbitos serán todavía

---

mayores. Bajo experiencia propia, he concluido que con la incorporación del Plan MC3 son necesarias menos estaciones para montar un Centro de Transmisiones de Puesto de Mando, por lo tanto, tanto la comodidad como la rapidez aumentan. Respecto a la organización, al necesitar menos estaciones, la organización de convoyes suele ser más sencilla y el despliegue en el campo de maniobras suele ser más reducido, por lo que todo suele estar más centralizado y permite facilitar el ejercicio de mando y control al jefe.

4. En el ámbito de Sistemas de Información, ¿qué nuevos servicios y capacidades se ofrecen con la implantación del Plan MC3?

La incorporación del Plan MC3 ha aumentado las capacidades relacionadas con la gestión de mando y control. La estación SEGOVIA es la gran novedad relacionada con los sistemas de información, ya que es capaz de ofrecer más servicios a un mayor número de usuarios. Los nodos SIMACET utilizados hasta ahora desaparecerían con la incorporación de esta estación. También incorpora la capacidad de hacer compatibles los sistemas BMS y SIMACET para crear un único sistema de sistemas donde se puede ejercer el mando y control desde los escalones superiores hasta los más bajos. Entre los servicios que se ofrecen se encuentran: aplicaciones de mensajería, correo, telefonía IP, helpdesk y videoconferencias entre otras.

5. ¿Cómo ha variado la gestión de las telecomunicaciones tras la incorporación del Plan MC3 y que nuevos servicios ofrece?

Uno de los elementos más importantes encargado de la gestión de las telecomunicaciones que ha introducido el Plan MC3 es el GESCOM, que se encuentra en las estaciones SOTM, PCBON y MERCURIO 2000 IP. El GESCOM se encarga de integrar en una misma red IP todos los soportes radio, de tal forma que asigna una dirección IP a cada elemento de comunicación y gestiona de forma automática el tráfico de voz y datos escogiendo la manera más óptima de comunicación. Unos de los servicios más novedosos en cuanto a las telecomunicaciones es la evolución de la telefonía analógica a la telefonía IP y el servicio de videoconferencias, ambos disponibles en las estaciones del Plan MC3. Con la futura incorporación de la estación SANTANDER se potenciarán estos servicios, ya que ofrecerá la capacidad de realizar radioenlaces IP que aumentan considerablemente el ancho de banda y el alcance, además de ofrecer la posibilidad de enlazar vía satélite.

## **Entrevista 2**

Se escoge al Teniente D. Rafael López Robles, jefe de sección de un Centro de Transmisiones de la 22 Cia del BTCN II/21, debido a su reciente estudio de las estaciones que incorpora el Plan MC3 y a su experiencia en el campo de las telecomunicaciones IP.

1. ¿Qué servicios ofrecen las nuevas estaciones del Plan MC3 en relación a la comunicación vía satélite?

La incorporación de nuevos terminales satélites del Plan MC3 ha permitido aumentar los servicios y capacidades. Entre estas capacidades destacar que el ancho de banda total se comparte entre los servicios que se quieran dar pudiendo ofrecer mayor calidad a algún servicio en especial, en vez de tener circuitos de ancho de banda fijos sin posibilidad de modificación. Además, estos nuevos terminales satélites permiten que se les conecte un router negro a ellos, lo que permite que se puedan conectar más terminales satélites a ellos y así aumentar el ancho de banda total. A través de la estación SOTM, estación del Plan MC3, se permite realizar comunicaciones vía satélite en movimiento, cosa que era imposible con los antiguos medios. La comunicación vía satélite con

---

la incorporación del Plan MC3 ha permitido introducir nuevas técnicas de enlace como son el DAMA, donde el sistema asigna los canales en función de la demanda existente y técnicas de gestión dinámica del ancho de banda, permitiendo escoger el servicio en el cual se quiere aumentar la calidad. Estos terminales satélites han permitido ofrecer servicios de telefonía IP que han sustituido a la telefonía analógica. Servicio de WAN PG para proporcionar servicios CIS logísticos como SIGLE, mensajería interpersonal y acceso a internet entre otras. Servicios de moral y bienestar, que suele darse en zona de operaciones para que el personal tenga acceso a Internet y puedan realizar comunicaciones telefónicas con familiares. Servicios SIM, que proporcionan servicios seguros de mando y control como mensajería y videoconferencias.

2. ¿Cómo ha evolucionado la seguridad y que servicios ofrece con la incorporación del Plan MC3?

La seguridad siempre ha sido necesaria para cifrar las comunicaciones en el ejército. La incorporación del Plan MC3 establece una red IP cifrada, denominada Protected Core Network, que está compuesta por cifradores IP en cada uno de los diferentes dominios de seguridad. Esta red cifrada IP permite la interconexión con otras redes cifradas de fuerzas terrestres de otros países. Además, este plan establece el procedimiento de wifi seguro que permite el montaje de un Puesto de Mando sin utilizar cable físico.

3. En términos de comodidad, organización y rapidez en los despliegues de un Centro de Transmisiones, ¿cómo ha afectado la incorporación del Plan MC3?

En los despliegues de un Centro de Transmisiones, el levantamiento de servicios suele ser lo que más tarda, pero gracias a la incorporación de satélites IP como ATQH, que se apuntan automáticamente sin necesidad de apuntarlos manualmente, los servicios pueden facilitarse antes. En cuanto a los repliegues también son más rápidos ya que el satélite ATQH se encuentra encima del vehículo y no hay que montarlo fuera del vehículo, lo que resultaría una pérdida de tiempo. Estos nuevos medios del Plan MC3 fallan mucho menos que los antiguos, pero la localización del fallo y su reparación es mucho más laboriosa. Con la futura incorporación de las nuevas estaciones del Plan MC3, como SEGOVIA o CÓRDOBA, aumentará la comodidad ya que estas estaciones son mucho más modernas y su distribución interna es más organizada, de tal forma que los operadores que trabajen en ella estarán más espaciados.

4. En el ámbito de Sistemas de Información, ¿qué nuevos servicios y capacidades se ofrecen con la implantación del Plan MC3?

Los sistemas de información están constantemente en actualización por lo que la implantación del Plan MC3 ha sido necesaria para aumentar las capacidades de estos sistemas. La estación SEGOVIA permite aumentar la capacidad de usuarios llegando a un máximo de 500 usuarios para la red de RESERVADO NACIONAL, 60 usuarios para la red SINCLAS y 2 usuarios para la red de DIFUSIÓN LIMITADA. Además, esta estación incorpora la versión 6 SIMACET que permite la integración e interoperabilidad entre BMS y SIMACET, proporcionando un sistema de mando y control desde nivel Cuerpo de Ejército hasta combatiente. También proporciona servicios de correo, virtualización, sharepoint, videoconferencias, voz sobre IP y diferentes herramientas OTAN. El BMS es otra de las actualizaciones que ha propuesto el Plan MC3 con la incorporación de la estación PCBON. Esta estación incorpora la última versión de BMS permitiendo la integración de los combatientes en el sistema de mando y control.

---

5. ¿Cómo ha variado la gestión de las telecomunicaciones tras la incorporación del Plan MC3 y que nuevos servicios ofrece?

Las telecomunicaciones han pasado de ser analógicas ofreciendo los servicios mínimos, a utilizar tecnología IP que aumenta de manera considerable las capacidades de comunicación. El Plan MC3 incorpora la estación SANTANDER encargada del soporte de las telecomunicaciones de red. En esta estación se ofrecen servicios de telefonía IP y cuentan con radioenlaces IP que proporcionan un ancho de banda mayor de 34 Mbps y una distancia de enlace mayor de 40 km. Además, incorpora el GESCOM encargado de integrar todos los elementos de comunicación en una misma red IP y seleccionar la forma más optima de comunicación entre dos usuarios. Debido a la demora en la entrega de estaciones SANTANDER, el Plan MC3 introdujo en su lista de estaciones la modernización del MERCURIO. Esta modernización consistía en dotar de radios IP y GESCOM a esta estación para poder ofrecer los servicios que permite la tecnología IP y así aumentar tanto el ancho de banda como el alcance en las comunicaciones.

## Apéndice N. Despliegue de CTPC con RBA

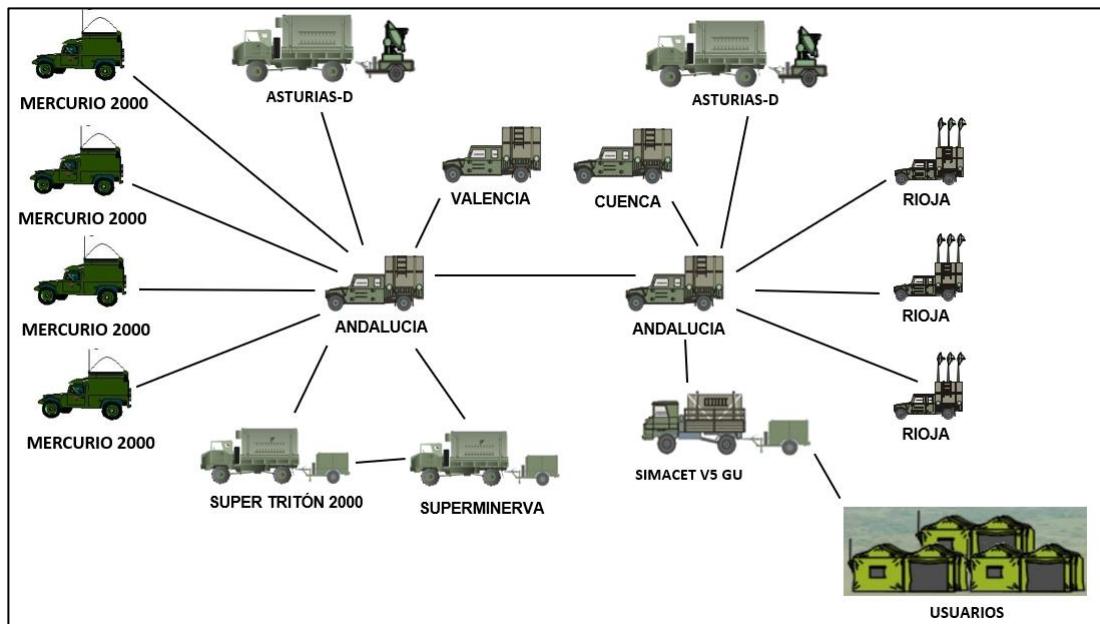


Figura 28. Centro de Transmisiones Principal (RBA). Fuente: Elaboración propia

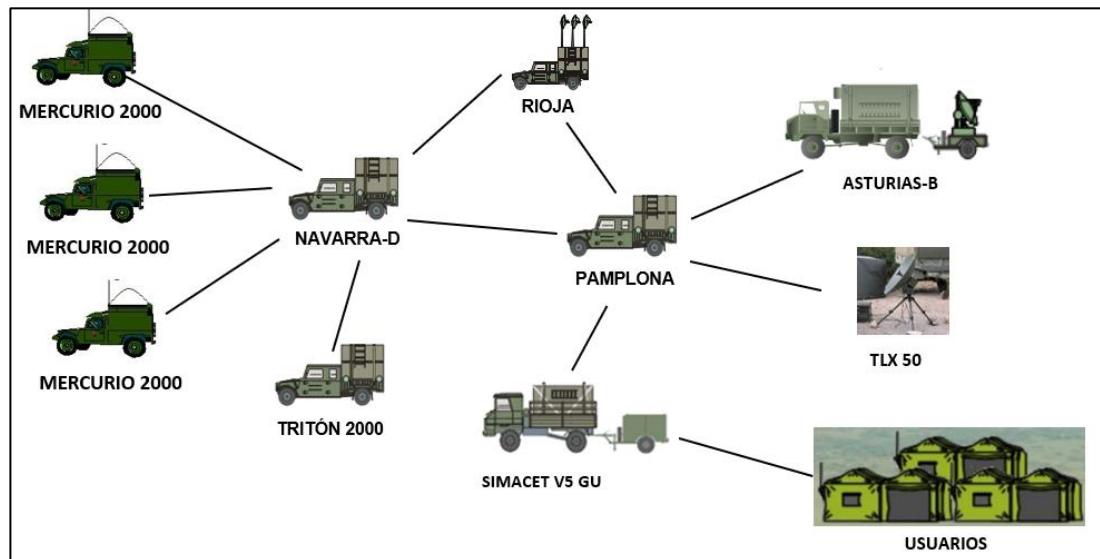


Figura 29. Centro de Transmisiones Táctico (RBA). Fuente: Elaboración propia

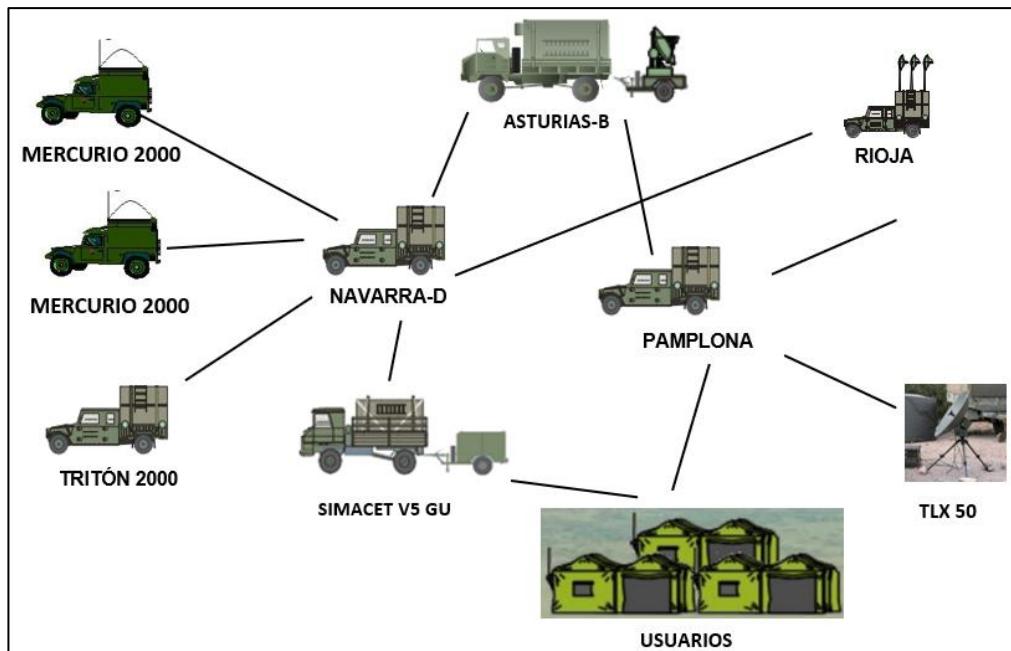


Figura 30. Centro de Transmisiones Destacado (RBA). Fuente: Elaboración propia

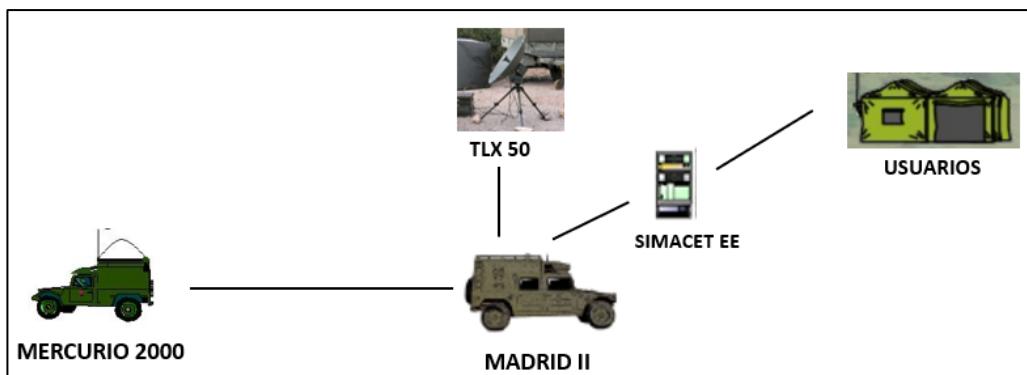


Figura 31. Centro de Transmisiones de Entrada Inicial (RBA). Fuente: Elaboración propia

# Apéndice O. Precio Unitario estaciones Plan MC3

Datos Generales						
NIN	NOC/NPC					
332080370	5895332080370 TERM SAT TACT PORT TLB-50-IP (V1) BIBANDA					
Nombre Aprobado	Nombre Aprobado Inglés					
50287 EQUIPO DE TELECOMUNICACION, SATELITE	COMMUNICATION SET,SATELLITE					
Cabecera						
582028 TERMINAL SAT. BIBANDA						
Grado Identificación	Denominación Reglamentaria					
4 DESCRIPTIVO PARCIAL	TERM SAT TACT PORT TLB-50-IP (V1) BIBANDA					
CF NOC	Frase					
Clase/Subclase	Fam. Apoyo					
0703 C.VII.c MAT. MANDO,CONTROL,COMUNIC., EW	310600 MATERIAL SATELITE Y CIFRA-FAX. PCMMT					
Estado	Estado SICET					
2 NOC ACTIVO. NÚMERO OTAN DE CATÁLOGO	0 IDENTIFICACION ACTIVA					
Sustituto	Documento Adjunto					
	S					
Tipo FACE						
Fecha Últ. Actualización	Tipo Recurso					
06-02-2020	31 TRANSMISIONES					
COA	Voz Colectiva					
5895 EQUIPOS DIVERSOS DE TELECOMUNICACIÓN.	A58202 EQ. AUX. RADIO					
Abastecimiento						
Precio Estándar	Regulado	Canjeable	Consumible	Peticionable	Control Unitario	Control Unitario
323.178	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> N	<input checked="" type="checkbox"/> S	<input checked="" type="checkbox"/> S
Control Unitario Adicional 1				Control Unitario Adicional 2		
					Asociado a Persona	Cant. Asociada
					N	

Figura 32. Datos Generales del TLB-50 IP. Fuente: SIGLE

Datos Generales

NIN	NOCPNC						
33T133735	589533T133735	EST RATT M MERCURIO 2000 IP A/ VAMTAC P/BAJO					
Nombre Aprobado	Nombre Aprobado Inglés						
17362	SISTEMA DE COMUNICACIONES						
Cabecera							
58952M	EST. RADIO HF/VHF DATOS-VAMTAC						
Grado Identificación	Denominación Reglamentaria						
4 DESCRIPTIVO PARCIAL	EST RATT M MERCURIO 2000 IP A/ VAMTAC P/BAJO						
CF NOC	Frase	Cód. Antiguo					
Clase/Subclase	Fam. Apoyo						
0703 C.VII.c MAT. MANDO,CONTROL,COMUNIC., EW	310200 MATERIAL DIVERSO DE TRANSMISIONES. PCMMT						
Estado	Estado SICET						
1 NPC ACTIVO. NÚM.PROVISIONAL DE CATÁLOGO	0 IDENTIFICACION ACTIVA						
Sustituto	Documento Adjunto						
Tipo FACE	Tipo						
	K RESTO DE ARTICULOS EN SIGLE						
Fecha Últ. Actualización	Grupo Estructural						
02-11-2018	0 CUF CON FILACIÓN-ARTÍCULO FINAL						
Tipo Recurso	Voz Colectiva						
31 TRANSMISIONES	A58201 EQ. RADIO						
COA							
5895 EQUIPOS DIVERSOS DE TELECOMUNICACIÓN.							
Abastecimiento							
Precio Estándar	Regulado	Canjeable	Consumible	Peticionable	Control Unitario	Control Unitario	
24.096,12	N	N	N	N	S	S	NUMERO DE SERIE
Control Unitario Adicional 1			Control Unitario Adicional 2			Asociado a Persona	Cant. Asociada

Figura 33. Datos Generales del MERCURIO 2000 IP. Fuente: SIGLE

332109869 5895332109869 EST ENLACE SAT ATQH V2

Nombre Aprobado	Nombre Aprobado Inglés						
50287 EQUIPO DE TELECOMUNICACION, SATELITE	COMMUNICATION SET,SATELLITE						
Cabecera							
582021 TERMINAL COMUNICACION VIA SAT. TAC.							
Grado Identificación	Denominación Reglamentaria						
4 DESCRIPTIVO PARCIAL	EST ENLACE SAT ATQH V2						
CF NOC	Frase	Cód. Antiguo					
Clase/Subclase	Fam. Apoyo						
0703 C.VII.c MAT. MANDO,CONTROL,COMUNIC., EW	310600 MATERIAL SATELITE Y CIFRA-FAX. PCMMT						
Estado	Estado SICET						
2 NOC ACTIVO. NÚMERO OTAN DE CATÁLOGO	0 IDENTIFICACION ACTIVA						
Sustituto	Documento Adjunto						
	N						
Tipo FACE	Tipo						
	K RESTO DE ARTICULOS EN SIGLE						
Fecha Últ. Actualización	Grupo Estructural						
29-07-2020	0 CUF CON FILACIÓN-ARTÍCULO FINAL						
Tipo Recurso	Voz Colectiva						
31 TRANSMISIONES	A58202 EQ. AUX. RADIO						
COA							
5895 EQUIPOS DIVERSOS DE TELECOMUNICACIÓN.							
Abastecimiento							
Precio Estándar	Regulado	Canjeable	Consumible	Peticionable	Control Unitario	Control Unitario	
755.782,75	N	N	N	N	S	S	NUMERO DE SERIE
Control Unitario Adicional 1			Control Unitario Adicional 2			Asociado a Persona	Cant. Asociada
						N	
Clase Contable	Duración Estdar. Gar.		Peticion Compra		Criticó	Criticó Estacional	

Figura 34. Datos Generales del ATQH. Fuente: SIGLE

Datos Generales						
NIN	NOC/NPC					
33T119600	582033T119600 EST ENLACE SAT MVTO SORIA A/ VAMTAC					
Nombre Aprobado	Nombre Aprobado Inglés					
24409 RECEPTOR-TRANSMISOR, RADIO, EQUIPO	RECEIVER-TRANSMITTER SET, RADIO					
Cabecera						
589572 SIST. INFO MANDO Y CONTROL PU						
Grado Identificación	Denominación Reglamentaria					
4 DESCRIPTIVO PARCIAL	EST ENLACE SAT MVTO SORIA A/ VAMTAC					
CF NOC	Frase					
	Cód. Antiguo					
Clase/Subclase	Fam. Apoyo					
0703 C.VII.c MAT. MANDO,CONTROL,COMUNIC., EW	310200 MATERIAL DIVERSO DE TRANSMISIONES. PCMMT					
Estado	Estado SICET					
1 NPC ACTIVO. NÚM. PROVISIONAL DE CATÁLOGO	0 IDENTIFICACION ACTIVA					
Sustituto	Documento Adjunto					
Tipo FACE	Tipo					
	K RESTO DE ARTICULOS EN SIGLE					
Fecha Últ. Actualización	Grupo Estructural					
20-07-2017	0 CUF CON FILACIÓN- ARTÍCULO FINAL					
31 TRANSMISIONES	Voz Colectiva					
COA	A58950 EQ. DE CONTROL					
5820 EQUIPOS DE COMUNICACIONES POR RADIO Y TELEVISIÓN, EXCEPTO DE AERONAVES.						
Abastecimiento						
Precio Estándar	Regulado	Canjeable	Consumible	Peticionable	Control Unitario	Control Unitario
600.000	N	N	N	N	S	S
Control Unitario Adicional 1						
Clase Contable	Duración Estdar. Gar.			Petición Compra	Criticó	Asociado a Persona
						Cant. Asociada
						Criticó Estacional

Figura 35. Datos Generales del SOTM. Fuente: SIGLE

# Apéndice P. Sueldo mensual bruto personal militar

La siguiente tabla muestra el salario mensual bruto por empleos militares según el Real Decreto 1314/2005 del 4 de noviembre donde se aprueba el Reglamento de retribuciones del personal de las Fuerzas Armadas.

EMPLEO FAS	GRUPO	NIVEL	TOTAL FAS (1)
G.E./A.G./G.A.	A1	30	4268,4
T. GENERAL/ALMIRANTE	A1	30	3948,4
G.DIVISION/VICEALMIRANTE	A1	30	3595,6
G.BRIGADA/CONTRALMIRANTE	A1	30	3241,3
CORONEL/C. DE NAVIO	A1	29	2968,6
T.CORONEL/C. DE FRAGATA	A1	28	2730,5
COMANDANTE/ C. DE CORBETA	A1	27	2558,8
CAPITAN/TTE. DE NAVIO	A1	26	2363,0
TENIENTE/ALFEREZ DE NAVIO	A1	24	2114,4
ALFEREZ/ALFEREZ DE FRAGATA	A2	23	1887,6
S.MAYOR	A2	23	2313,4
SUBTENIENTE	A2	22	2159,7
BRIGADA	A2	21	1960,3
SARGENTO 1º	A2	20	1837,3
SARGENTO	A2	19	1726,4
CABO MAYOR	C1	18	1513,4
CABO 1º MILITAR DE CARRERA	C1	17	1404,2
CABO MILITAR DE CARRERA	C1	15	1302,1
SOLD/MAR. MILITAR DE CARRERA	C1	13	1199,0
CABO 1º TEMPORAL	C2	17	1276,0
CABO TEMPORAL	C2	15	1173,9
SOLD/MAR. TEMPORAL	C2	13	1070,8

Tabla 19. Retribuciones del personal de las FAS. Fuente: [13]

## Apéndice Q. EDT

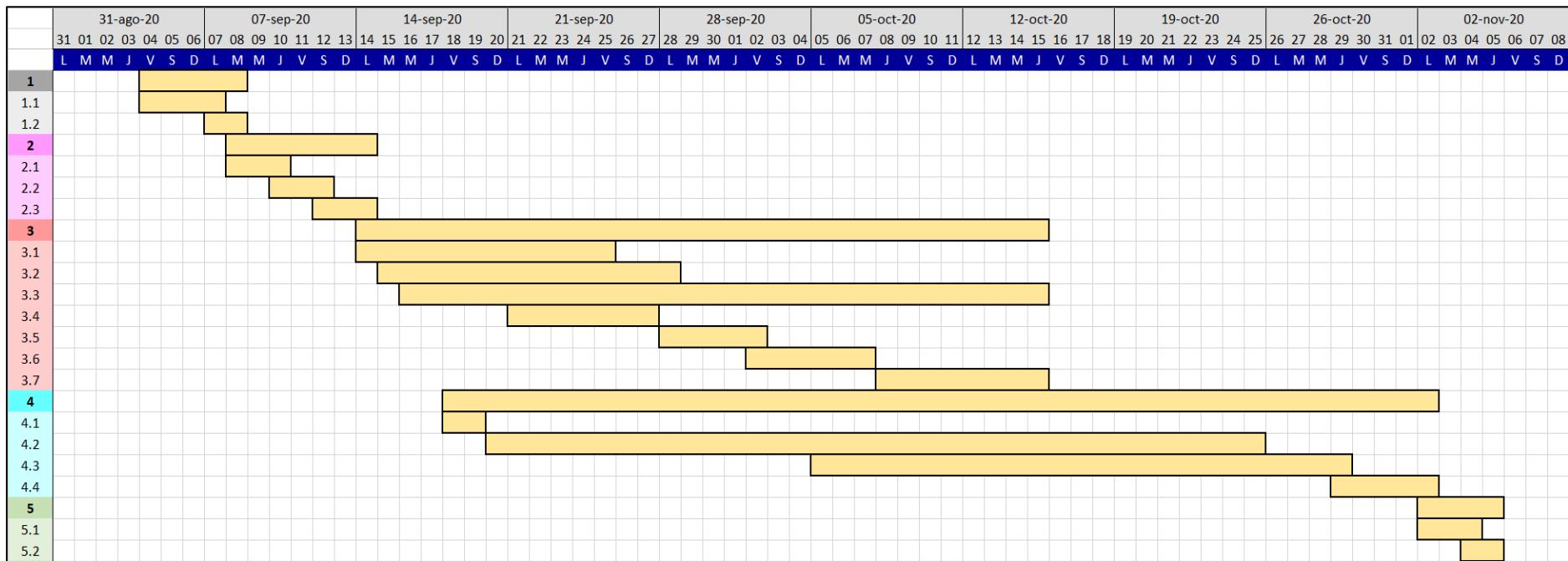
En este Apéndice está reflejada la Estructura de Desglose de Trabajo que muestra la planificación temporal de hitos llevados a cabo para el desarrollo de la memoria.

TAREA	INICIO	FIN
<b>1. Project Kick Off</b>	<b>04/09/2020</b>	<b>08/09/2020</b>
1.1. Generación de la agenda	04/09/2020	07/09/2020
1.2. Presentación y reunión con tutor militar	07/09/2020	08/09/2020
<b>2. Definición estructura de Trabajo</b>	<b>08/09/2020</b>	<b>14/09/2020</b>
2.1. Propuesta de ideas y tema a tratar	08/09/2020	10/09/2020
2.2. Definición objetivos y metodología del trabajo	10/09/2020	12/09/2020
2.3. Propuesta definitiva del TFG	12/09/2020	14/09/2020
<b>3. Recopilación de Información</b>	<b>14/09/2020</b>	<b>15/10/2020</b>
3.1. Estudio situación actual	14/09/2020	25/09/2029
3.2. Consultas tutor militar	15/09/2020	28/09/2020
3.3. Recopilación de información	16/09/2020	15/10/2020
3.4. Estudio de pruebas y actividades a realizar	21/09/2020	27/09/2020
3.5. Realización de maniobra	28/09/2020	02/10/2020
3.6. Reorganización de resultados y datos obtenidos	02/10/2020	06/10/2020
3.7. Reuniones y consultas con personal del Regimiento	08/10/2020	15/10/2020
<b>4. Redacción de la memoria</b>	<b>18/09/2020</b>	<b>02/11/2020</b>
4.1. Formato del trabajo	18/09/2020	19/09/2020
4.2. Desarrollo de capítulos y apéndices	20/09/2020	25/10/2020
4.3. Revisiones y videoconferencia con tutor académico	05/10/2020	29/10/2020
4.4. Corrección de errores	29/10/2020	02/11/2020
<b>5. Finalización y entrega de proyecto</b>	<b>02/11/2020</b>	<b>05/11/2019</b>
5.1. Visto bueno del tutor académico y militar	02/11/2020	04/11/2020
5.2. Depósito del TFG	04/11/2020	05/11/2020

Tabla 20. Estructura de Desglose de Trabajo. Fuente: Elaboración propia

## Apéndice R. Diagrama de Gantt

En la siguiente figura se encuentra el diagrama de Gantt en representación de la EDT (Apéndice Q), que muestra la planificación temporal del proyecto.



**Figura 36. Diagrama de Gantt de la planificación temporal del proyecto. Fuente: Elaboración propia**