



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Optimización del adiestramiento a nivel Bn/Gr
con el empleo de simuladores

Autor

Fernando Ortiz García

Director/es

Director académico: Jorge Martín Morales

Director militar: Alberto Bonilla Bartrolí

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2017

AGRADECIMIENTOS

He de agradecer en primer lugar, al director militar y el director académico el compromiso y esfuerzo que han dedicado a este trabajo. También es preciso mencionar a la unidad en la que he hecho efectivas mis prácticas externas, el Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12 encuadrado en el Regimiento "Farnesio" N° 12 y en especial al 2º Escuadrón. Así mismo destaco la ayuda mostrada en todo momento por el personal de simulación de esta unidad que proporcionó los datos necesarios relativos a los simuladores. Finalmente, agradecer también al Grupo de Caballería Acorazado "Calatrava" II/16 y al Batallón de Carros de Combate "Mérida" I/16 por brindarme la posibilidad de asistir a un ejercicio CPX del que se obtuvieron los datos empíricos.

[Página intencionadamente en blanco]

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
ABREVIATURAS	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VII
1 Introducción	1
1.1 Objetivos y alcance	1
1.2 Ámbito de aplicación	1
1.3 Justificación del proyecto	1
1.4 Estructura de la memoria	2
1.5 Diseño metodológico	2
2. La simulación como apoyo a la IA	3
3 Simuladores	5
3.1 Steel Beasts	5
3.1.1 Capacidades	5
3.1.2 Editores	6
3.1.3 Análisis post-ejecución	6
3.2 VBS2.....	6
3.2.1 Capacidades	6
3.2.2 Editores	7
3.2.3 Análisis post-ejecución	8
4 Análisis de SB y VBS2	8
4.1 SB.....	8
4.2 VBS2.....	9
5. Aula de simulación	10
5.1 Organización.....	11
5.2 Gestión de licencias	12
5.3 Posibilidades de empleo.....	13
6. Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación	14
6.1 Línea temporal del planeamiento y programación.....	16

7 Propuesta de optimización del adiestramiento.....	17
7.1 Aspectos comunes.....	17
7.1.1 Aula de simulación	17
7.1.2 SIAE	18
7.2 Nivel sección/escuadrón	19
7.3 Nivel grupo/batallón: CPX	21
8. Conclusiones	24
Bibliografía	26
Fuentes de imágenes	27
Fuentes de Tablas.....	28
ANEXO A: DAFO de la simulación como método de apoyo a la IA.....	32
ANEXO B: Tipos de simulación.	34
ANEXO C: Réplica de mandos de Steel Beasts.....	36
1. Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería, VRCC.....	36
2. Carro de Combate “Leopardo”	37
ANEXO D: Organigramas.	40
ANEXO E: Ejercicio CPX entidad grupo o batallón.....	42
1. Generalidades.....	42
2. Estructura	42
3. Fases.....	43
4. Layout	44
ANEXO F: Ejercicio de colaboración con la Brigada “Extremadura” XI.....	46
1. Generalidades del ejercicio	46
2. Configuración del ejercicio.....	46
2.1 Células de respuesta.....	46
2.2 Puesto de mando	47
3. Análisis del ejercicio.....	48

ABREVIATURAS

AAR	<i>After Action Review</i>
AMP	Ametralladora Pesada
AT	Tirador
BMS	<i>Battle Management System</i>
Bn	Batallón
CASIOPEA	Conjunto de Aplicaciones de Simulación para Operaciones
CC	Carro de Combate
CD	Cargador
CECOM	Centro de Comunicación
CENAD	Centro Nacional de Adiestramiento
C-IED	Contra IED
CISPOC	<i>Communications & Information Systems Person of Contact</i>
CPX	<i>Command Post Exercise</i>
CR	Célula de Respuesta
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades
DIREX	Director de Ejercicio
DIRMIL	Director Militar
DIS	<i>Distributed Interactive Simulation</i>
EPLMS	Escuadrón de Plana Mayor y Servicios
ET	Ejército de Tierra
EXCON	<i>Exercise Controller</i>
FSE	<i>Fire Support Element</i>
GIUACO	Grupo de Instrucción de Unidades Acorazadas
GPS	<i>Global Positioning System</i>
Gr	Grupo
HICON	<i>Higher Control</i>
HK USP	<i>Heckler & Koch Universelle Selbstladepistole</i>
HLA	<i>High Level Architecture</i>
HWU	<i>Hot Wash Up</i>
IA	Instrucción y Adiestramiento
IED	<i>Improvised Explosive Device</i>
JCISAT	Jefatura CIS de Asistencia Técnica
JING	Jefe de Ingenieros
JV	Jefe de Vehículo
LCP	Lista de Cometidos Principales
LCPA	Lista de Cometidos Principales a Adiestrar

LVC	<i>Live Virtual Constructive</i>
MA	Misiones de Adiestramiento
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
MEDEVAC	<i>Medical Evacuation</i>
MEL	Main Event List
MG-4	<i>Machine Gun</i>
MIL	<i>Main Incident List</i>
NBQ	Nuclear, Biológico y Químico
OA	Objetivos de Adiestramiento
OME	<i>Offline Mission Editor</i>
OPFOR	<i>Opposite Force</i>
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PAP	Plan Anual de Preparación
PC	<i>Personal Computer</i>
PD	Publicación Doctrinal
PLMM	Plana Mayor de Mando
PMP	Pelotón de Morteros Pesados
PTA	<i>Principal Target Audience</i>
REC	Recuperación
RTE	<i>Real Time Editor</i>
SAETA	Simuladores de Adiestramiento para el Ejército de Tierra
SB	<i>Steel Beasts</i>
SDD	Simulador de Duelo Láser
SEV	Sección de Vigilancia
SIAE	Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
SITCEN	Centro Situacional
SLAC	Sección Ligera Acorazada
SPT	Simulador de Puntería y Tiro
STA	<i>Secondary Target Audience</i>
STO	Simulador de Torre
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctica
VBR	Vehículo Blindado de Ruedas
VBS	<i>Virtual Battle Space</i>
VEC	Vehículo de Exploración de Caballería
VERT	Vehículo de Exploración y Reconocimiento Táctico
VRCC	Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería
W-LAN	<i>Wireless Local Area Network</i>

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer una serie de acciones que permitan mejorar el proceso del adiestramiento con el uso de simuladores hasta nivel batallón o grupo. Para ello, se ha procedido a estudiar las capacidades que ofrecen los simuladores Steel Beasts y Virtual Battle Space 2, y el aula de simulación. Posteriormente, se analiza el Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación, (SIAE), para evaluar qué momento es óptimo para introducir la simulación como complemento a las actividades reales. Finalmente, se plantean diversas posibilidades de optimización tanto de carácter general para todos los niveles de mando como para cada uno de ellos específicamente.

ABSTRACT

The proposed project has as objective to obtain diverse options that would improve the training process with the use of simulators. Therefore, it has been have studied the capacities offered by the Steel Beasts and Virtual Battle Space 2 simulators and the simulation room. Afterwards, we analyse the SIAE in order to estimate which is the optimal stage to introduce simulation as a complement of training activities. Finally, several optimization possibilities of general character are posed for all the command levels and specifically for each one.

Palabras clave: SB, VBS2, simulador, IA, optimización.

Key words: SB, VBS2, simulator, training, optimization.

1 Introducción

1.1 Objetivos y alcance

El trabajo propuesto tiene como objetivo optimizar el adiestramiento de las unidades del Ejército de Tierra hasta nivel grupo o batallón con el empleo de los simuladores Steel Beasts, (SB), y Virtual Battle Space 2, (VBS2), para alcanzar los Objetivos de Adiestramiento, (OA), marcados en los planes de preparación anuales de una forma más eficaz. Para ello, se han propuesto una serie de medidas acciones, fruto del análisis del sistema de la simulación, durante el planeamiento y ejecución de los ejercicios de simulación que permitan lograr dicha optimización.

Consecuentemente, los objetivos específicos del trabajo son:

- Realizar un estudio de las características y capacidades de los simuladores SB y VBS2 para determinar sus posibilidades de empleo acordes a las entidades de sección, escuadrón/compañía y grupo/batallón.
- Llevar a cabo un estudio de las aulas de simulación con el propósito de obtener la estructuración idónea de la misma, el personal necesario junto con los requerimientos que precisan para ejercer como instructores o responsables de simulación, y la cantidad de medios informáticos óptima para realizar la totalidad de ejercicios que ofrecen los simuladores SB y VBS2 conforme a las entidades de unidad previamente mencionadas.
- Analizar el SIAE a fin de argumentar cuándo debe ser empleada la simulación y donde debe ser introducida dentro del planeamiento de la Instrucción y Adiestramiento, (IA), de la unidad.
- Determinar las acciones de optimización del adiestramiento, en primer lugar aquellas que son comunes en todos los niveles de mando y posteriormente aquellas particulares para cada uno de dichos niveles.

El alcance se materializa con el análisis del empleo de los simuladores y propuesta de acciones y medidas de optimización hasta nivel grupo o batallón, esto es, en orden creciente de tamaño, sección, escuadrón/compañía y grupo/batallón. El presente trabajo constituye una continuación del trabajo de fin de grado de la Teniente Laura Hergueta Esteban "*Implementación del simulador Virtual Battle Space 2 (VBS) en el adiestramiento de pequeñas unidades de Caballería*" [1] en lo que a simulación como apoyo a la instrucción y adiestramiento se refiere, por lo que no se contemplan los niveles inferiores de mando al haber sido ya estudiados, y, además, conforma una base previa para aplicar las propuestas de mejora del adiestramiento ya que presenta una guía básica de empleo del VBS2 y un programa de IA que capacitan a los usuarios a emplear los simuladores desde nivel sección o superior.

1.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación primordial son todas aquellas unidades de Caballería o Infantería con medios acorazados o mecanizados que disponen de sala SB y/o VBS2. Más aún, se centra en los Grupos de Caballería de Reconocimiento y sus unidades subordinadas, dado que este es el ámbito en el que se desarrollaron las prácticas externas. Igualmente, se puede ampliar para aquellas unidades de diferentes especialidades fundamentales que dispongan de dichos simuladores.

1.3 Justificación del proyecto

En la actualidad, la evolución de la tecnología supone una alteración del campo de batalla actual y del futuro debiendo responder de forma más rápida y precisa a un número cada vez mayor de nuevos escenarios y amenazas, lo que hace sentir una mayor necesidad de aptitudes del personal en participaciones en misiones internacionales. La simulación ofrece un medio de instruir y adiestrar a las unidades ante estas situaciones con el mínimo gasto y la máxima flexibilidad.

El empleo de la simulación permite mejorar el grado de instrucción y adiestramiento de las unidades mediante la complementación de los ejercicios reales con ejercicios de simulación, logrando alcanzar los Objetivos de Adiestramiento marcados por la unidad superior de manera más eficaz. Sin embargo, estas ventajas que proporciona la simulación solo se obtendrán con un uso adecuado y correctamente gestionado de la misma, y este aspecto constituye el marco teórico del presente trabajo: la propuesta de acciones y medidas de optimización para alcanzar una utilización coordinada y eficaz de los simuladores como apoyo a la IA.

1.4 Estructura de la memoria

La memoria se encuentra estructurada en capítulos siguiendo un orden lógico, se parte de una idea general de simulación, se estudian los componentes de la misma, y finalmente se exponen una serie de pautas para mejorar el proceso del adiestramiento.

La simulación como apoyo a la IA es tratada en el punto 2, en el que se parte desde la idea del surgimiento de la simulación por ordenador y su posterior evolución, a continuación se traslada al ámbito militar exponiendo las causas por las que la simulación ha podido ser integrada con facilidad, las cuales se encuentran desarrolladas en el DAFO, Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades, reflejado en el Anexo A. Posteriormente, en el punto 3 y 4 se analizan los simuladores SB y VBS2, exponiendo sus características y las posibilidades de empleo que ofrece cada uno en los diferentes niveles de mando. En tercer lugar, se estudia el aula de simulación correspondiente al punto 5 en el que se tratan los medios materiales y humanos necesarios para explotar en su totalidad los simuladores instalados, así como la configuración y funcionamiento de la misma. Seguidamente, el punto 6 recoge el estudio del SIAE con el fin de introducir la simulación en el planeamiento de las actividades anuales de una unidad para que complementen con anterioridad a las actividades programadas. Finalmente, tras el estudio de todos los factores anteriores, y sirviendo su resultado como base, en el punto 7 se proponen una serie de acciones a llevar a cabo en los niveles de sección, escuadrón/compañía y grupo/batallón para optimizar el proceso de adiestramiento con medios de simulación.

1.5 Diseño metodológico

El presente trabajo se ha realizado mediante la recopilación de información y posterior análisis de la misma de cada uno de los apartados que figuran en la estructura de la memoria, para constituir subsiguientemente el listado de acciones de optimización.

Inicialmente se requiere analizar los simuladores SB y VBS2, por lo que mediante los diferentes manuales que posee el Ejército de Tierra, (ET), proporcionados por el personal de simulación y el Director Militar, (DIRMIL) se obtuvo la información oportuna. En cuanto a la información referente al aula de simulación se recopiló mediante el análisis de la misma y con las entrevistas a los instructores de SB y de VBS2.

Es preciso investigar los programas de IA de las unidades para introducir la simulación como un elemento más que sea necesario para alcanzar el grado óptimo de adiestramiento, viendo en que momentos sería óptimo incluir ventanas de simulación que apoyen a la preparación de ejercicios reales. Para ello se analizan diferentes manuales relativos al adiestramiento de escuadrón y grupo, y del SIAE, complementando la información con entrevistas a personal destinado en la Plana Mayor de Mando, (PLMM), órgano encargado del planeamiento del adiestramiento del grupo.

Para conocer el modo de empleo de los simuladores, posibilidades y aspectos a mejorar se ha podido contar con la colaboración y experiencia del personal de simulación del Regimiento de Caballería "Farnesio" Nº12 que estuvo presente en un *Command Post Exercise*, (CPX), del Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12 del pasado año y con la asistencia al ejercicio CPX llevado a cabo por la Brigada "Extremadura" XI en septiembre del presente año, obteniendo así datos empíricos del uso de los simuladores a nivel grupo, junto con los adquiridos a nivel sección y escuadrón por la asistencia a ejercicios de dichos niveles de mando.

Con los resultados de los análisis apartados posteriores y lecciones aprendidas de los ejercicios presenciales de simulación, finalmente, se deduce la propuesta de optimización a nivel sección, escuadrón/compañía y grupo/batallón.

2. La simulación como apoyo a la IA

La simulación, y en concreto aquella que es llevada a cabo por medios informáticos, ha evolucionado de forma constante y paralela a la tecnología hasta alcanzar unos niveles de precisión y realismo sin precedentes. Podemos trasladarnos a la Segunda Guerra Mundial para hallar los primeros simuladores informáticos, cuando los matemáticos Neuman y Ulam desarrollaron el “método Montecarlo”¹ para dar solución a un problema atómico, cuya resolución mediante ensayos de prueba y error eran inviables debido a su elevado coste. [2]

Durante la Guerra Fría, el uso de la simulación se intensificó especialmente en materia militar, por ejemplo con simuladores de guiado de misiles, funcionamiento de satélites, etc. Pero no se circunscribió únicamente a este ámbito, si no que los métodos de simulación fueron extendiéndose al terreno civil para dar solución a las complicaciones que surgían principalmente en campos científicos, como la ingeniería para la reducción de riesgos de los pilotos de aeronaves [3] o la medicina con el origen de los maniqués Resusci-Anne para la práctica de obstrucciones aéreas [4].

Esta mejora continua ha convertido a los simuladores en una herramienta imprescindible para apoyar la IA de las unidades del ET. Una de las razones por la que la simulación ha ido cobrando importancia es el aspecto económico, ya que constituye una solución a la carencia de recursos, reduciendo el coste de la IA debido a que no hay consumo de munición ni de carburante o desgaste del armamento y del material. Así mismo, los simuladores muestran una escasa siniestralidad en su utilización, la posibilidad ser empleados en cualquier momento y en cualquier circunstancia meteorológica, y favorecen tanto el juicio crítico posterior a la ejecución de un ejercicio, *After Action Review*, (AAR), como el *Hot Wash-Up*², (HWU). [5]

Debido a las ventajas que proporcionan y a la necesidad de optimizar los recursos, en los últimos años se ha promovido un mayor uso de los medios de simulación, fundamentalmente en las unidades acorazadas o mecanizadas, ya que su coste por actividad de IA es mucho mayor que en cualquier otro tipo de unidades. Los medios de simulación los que dispone el ET cubren un amplio espectro, desde la instrucción individual hasta el adiestramiento de PLMM³ de grupos. A continuación se describen los principales medios y sus posibilidades [6]:

- Simulador de torre Leopardo 2E (STO): permite instruirse a cada usuario de puesto táctico del carro de combate, de manera conjunta e individual.
- Simulador de puntería y tiro (SPT): localizado únicamente en el Grupo de Instrucción de Unidades Acorazadas, (GIUACO), Zaragoza, consiste en cuatro contenedores que simulan los puestos tácticos del carro Leopardo permitiendo realizar ejercicios de tiro y ejercicios tácticos hasta nivel sección.
- Simulador de duelo láser (SDD): mediante la instalación de una serie de sensores en los vehículos acorazados, permite simular las condiciones de combate de forma fidedigna con la actuación de *Opposite Force*, (OPFOR), y representación de bajas, daños o impactos.
- VICTRIX: mediante el uso de un fusil modificado capaz de proyectar información a la pantalla principal, permite realizar toda clase de ejercicios de tiro a pie con el fusil HK G-36, la

¹ Es un método estadístico usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar. Su desarrollo data de 1944 en el Laboratorio Nacional de los Álamos en Estados Unidos cuando fue empleado para el desarrollo de la bomba atómica.

² Reunión de los participantes del ejercicio inmediatamente posterior al ejercicio para analizar la ejecución del mismo.

³ Órgano de apoyo al jefe de unidad. Ver Anexo D.

ametralladora MG-4 y la pistola HK USP.

- SB: es un simulador por ordenador que permite tanto una instrucción y adiestramiento de nivel grupo o batallón, hasta la realización de ejercicios propios del puesto táctico, a pesar de que en este último caso se aleje más de la realidad que el STO.
- VBS2: similar al SB en cuanto a funcionamiento e idea fundamental, ofrece también la posibilidad de llevar a cabo una coordinación entre el elemento de combate a pie y en vehículo.
- Conjunto de Aplicaciones de Simulación para Operaciones, (CASIOPEA): permite el adiestramiento de Estados Mayores y Planas mayores recreando cualquier situación táctica.
- Simuladores de Adiestramiento para el Ejército de Tierra, (SAETA): posee la misma función que el CASIOPEA con la diferencia de que el simulador SAETA sustituye al CASIOPEA debido a la incorporación de los últimos avances tecnológicos en el campo de la simulación.

El ET se apoya en la pirámide de simulación para organizar y coordinar los medios de simulación y obtener el mayor provecho posible. En los niveles inferiores⁴ se trabaja la instrucción individual del combatiente, pudiendo complementarse con el VICTRIX o el STO. Posteriormente, se alcanza el nivel sección y escuadrón, por lo que se precisaría del SDD o de los simuladores por ordenador como el SB o el VBS2. Por último, los niveles superiores están orientados al adiestramiento de puestos de mando, llegando a alcanzar la óptima integración de las funciones de combate en una operación. Para ello, se ha sustituido el simulador CASIOPEA por el nuevo SAETA, el cual permite realizar ejercicios para Planas Mayores de grupo o brigada. [7]

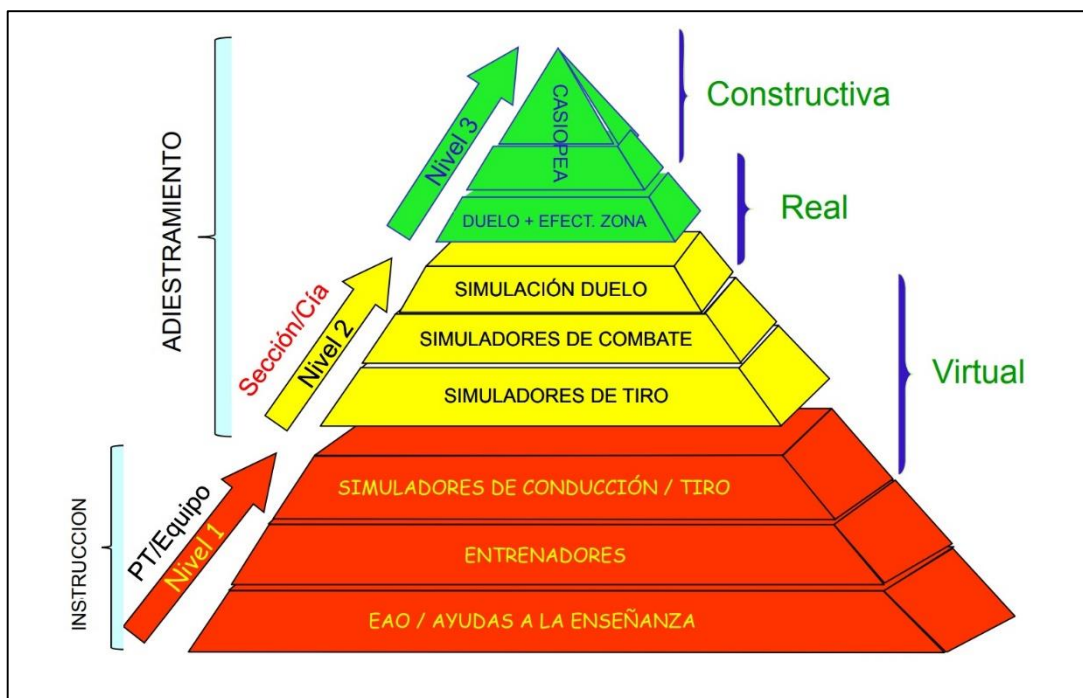


Figura 1.1: Pirámide de la simulación

⁴ Ver anexo B para la explicación de los tipos de simulación.

3 Simuladores

Los simuladores de empleo en el ámbito de los *serious games* en unidades acorazadas y mecanizadas son el SB y el VBS2. Para el desarrollo y explicación del simulador SB se ha empleado el Manual Steel Beasts Pro para Instructores [8] y mientras que para el simulador VBS2 se han utilizado el White Paper VBS2 [9], el Manual de Administrador [10] y el Manual de Usuario [11].

3.1 Steel Beasts

El SB es un simulador creado por la empresa EsimGames que se encuentra dentro de la categoría de los *serious games*. Fundamentalmente ha sido diseñado para la IA de las unidades del ET acorazadas o mecanizadas. Permite instruir desde el nivel de puesto táctico hasta la realización de ejercicios a nivel grupo/batallón, trabajando de manera individual o multiusuario conectados por red.

Para iniciar el SB es preciso el uso de licencias, generando un ahorro en costes, puesto que no se paga por el número total de instalaciones sino por el uso simultáneo del software. Esto es posible ya que se sigue la premisa de que nunca se usarán de forma simultánea todos los puestos a nivel nacional, siendo menor el número de licencias al de puestos de simulador. Esto obliga a que un servidor controle y distribuya estas licencias.

Además el simulador no queda aislado del resto de *softwares* del campo de la simulación, a través del *Live Virtual Constructive*⁵, (LVC) le permite conectarse con otros sistemas de mando y control y simulación, pudiendo llegar a crear ejercicios de mayor entidad y facilitar el adiestramiento, mediando el protocolo *High Level Architecture*, (HLA), o *Distributed Interactive Simulation*, (DIS)⁶.

3.1.1 Capacidades

- Entorno:

El SB, gracias a la importación y creación de mapas, nos permite obtener un entorno muy similar al real, lo que facilita en gran medida la IA para futuras zonas de operaciones o aquellos campos de maniobras en los que se vaya a trabajar. También se pueden recrear diferentes condiciones meteorológicas, cauces de agua o escenarios nocturnos, pudiendo adiestrar a las unidades en todo el espectro de posibilidades.

- Puesto táctico:

El simulador proporciona al usuario únicamente una vista en primera persona del puesto táctico en el vehículo, haciendo que se reduzca la diferencia entre el simulador y la realidad, siendo así más fructífera la instrucción que se efectúa en el simulador. Una vez está en el puesto del jefe de vehículo, (JV), tirador, (AT), conductor, (CD) o radio-cargador (RC), el usuario puede interactuar con el vehículo, siendo esto un requisito imprescindible pues de lo contrario el vehículo no funcionaría como lo haría en la realidad.

Se ha de mencionar también la posibilidad de interactuar con diferentes tipos de armamentos individuales y del uso de la mayoría de los vehículos que posee el ET, los cuales son perfeccionados en dos actualizaciones anuales contratadas por el Ministerio de Defensa.

- Inteligencia artificial:

El potencial de la inteligencia artificial radica en que no es preciso que se controlen cada uno de los vehículos para poder realizar un ejercicio, lo que nos permite situar sobre el terreno unidades enemigas, aliadas o neutrales. Al tener la capacidad de mandar sobre las unidades propias controladas por la inteligencia artificial, nos permite realizar ejercicios de mayor entidad o paliar las ausencias de personal. Además, es posible variar dificultad de la inteligencia artificial, dicha variación supone que reaccionen con

⁵ Es uno de los programas que conectan SB con otros simuladores o con sistemas de Mando y Control.

⁶ Son protocolos informáticos que permite la comunicación entre programas de simulación diferentes y cada uno de los ordenadores que se encuentran en la misma red.

diferente velocidad y manera a los órdenes o eventos.

3.1.2 Editores

- Editor de mapas:

Se trata de una aplicación sencilla que tiene como fin importar, modificar o crear mapas que estén en formato original, los cuales podrán ser utilizados posteriormente en los ejercicios. Permite generar puentes para aquellas zonas de agua que deban cruzarse, introducir las condiciones climatológicas, vegetación, objetos, estructuras que condicionarán el espacio, etc.

- Editor de misiones:

El editor de misiones nos permite configurar una misión determinada, así como todos los factores que la condicionan. Se determinan los apoyos, obstáculos, condiciones de acción a las unidades (velocidad, táctica, formación, control de fuego, etc.), puntuación en función del cumplimiento de objetivos, o el control lógico de la inteligencia artificial.

Al igual que una operación militar, este editor se fracciona en tres grandes bloques que ayudan a determinar la misión en sí: fase de diseño, fase de planeamiento y fase de ejecución.

3.1.3 Análisis post-ejecución

Una vez que ha finalizado el ejercicio, mediante el AAR podemos realizar un juicio crítico del mismo. Esta herramienta nos permite contemplar el ejercicio desde una vista en tres dimensiones o desde el mapa, así como un modo vídeo. Además muestra aquellos datos relevantes que han ido surgiendo en el transcurso de la operación como impactos o bajas. Todo ello facilita la revisión y permite comprobar si la misión se ha llevado a cabo correctamente.

3.2 VBS2

El VBS2 es uno de los simuladores de los que dispone el ET que nació tras el desarrollo de un juego comercial clasificado en los *seriuos games*, que tras varias actualizaciones y adaptaciones se convirtió en una herramienta militar de simulación. El simulador consiste en un espacio tridimensional completamente interactivo que permite realizar numerosas tareas para llevar a cabo una instrucción militar tanto vehicular como a pie, siendo esta la característica diferenciadora respecto al resto de simuladores.

De la misma forma que el SB, mediante el LVC nos permite conectarnos a otros simuladores o sistemas de mando y control. Para poder emplearlo se requiere el uso de licencias, al igual que el SB, de compra inicial y mantenimiento anual, que son distribuidas mediante el dispositivo HASP⁷. Con esta modalidad de licencias se requiere de un servidor que controle y distribuya dichas licencias para poder utilizar el simulador.

3.2.1 Capacidades

- Entorno:

El entorno que nos presenta el VBS2 es dinámico, pues sufre diferentes deformidades en función de la magnitud de las explosiones, de la misma forma las estructuras muestran desperfectos o zonas destruidas si es alcanzado por un disparo o explosión. También es posible interactuar con el entorno, ya que existen puertas u objetos que pueden ser utilizados por el usuario.

Además, las condiciones meteorológicas producen efectos en avatares y vehículos, variando la velocidad y forma de avanzar. Se representan también sonidos propios de la naturaleza. Pero no queda todo únicamente en el ámbito terrestre, sino que nos ofrece además la posibilidad marítima, donde se simula el

⁷ Dispositivo USB encargado de la verificación de licencias.

oleaje, las mareas y los estados del mar. Por último se incluyen también las sombras, pues son importantes desde un punto de vista táctico a la hora de realizar un ejercicio táctico, pudiendo detectar a un enemigo o permitiéndonos ocultarnos.

- Avatar:

El usuario tiene la posibilidad de controlar un avatar en primera persona, por lo que puede instruir todas aquellas funciones y cometido que desempeñe en la unidad, ya sea como miembro de una tripulación en un vehículo o sea un elemento de combate a pie, siendo este último aspecto el diferenciador respecto al SB. Existe una libertad total de movimiento e interacción con el entorno (equipo, vehículos, explosivos, armamento, etc). Consecuentemente se pueden llevar a cabo misiones como lucha contra IED, (C-IED)⁸, *check-points*, NBQ, *medical evacuation* (MEDEVAC), reconocimientos, combate en zona urbana, observación e identificación de medios, etc.

- Inteligencia artificial:

La inteligencia artificial permite al sistema controlar un avatar de forma independiente sin necesidad de un usuario. De esta manera pueden llegar a realizarse ejercicios de mayor entidad al no disponer de ordenadores, licencias o de personal. Permite contralar la actitud interna (moral, daños, munición) o la externa (actitud ante el enemigo, reacción ante las órdenes recibidas).

Podemos establecer previo al comienzo del ejercicio la forma de actuación de los avatares controlados por inteligencia artificial gracias al *Offline Mission Editor*, (OME). Si fuera preciso cambiar los parámetros sería mediante el *Real Time Editor*, (RTE) el que lo hiciera posible. Es así que el administrador o editor introduce los *waypoints*⁹ necesarios para que el avatar pueda moverse, atacar o realizar cualquier otra acción por su cuenta. De esta manera pueden llegar a crearse escenarios de mayor realismo pues aparecen en el escenario tráfico y personal civil junto con las actividades cotidianas que se les marquen.

3.2.2 Editores

- OME

Se trata de un editor de misiones fuera de línea que nos permite generar un interfaz en dos y tres dimensiones de acuerdo a las necesidades de IA que tenga la unidad en ese momento. Además de generar el terreno en sí, permite situar en el entorno los distintos elementos que afecten a la misión distintos elementos en el entorno que afecten a la misión y con los que podrán interactuar los usuarios.

También dota a estos elementos o entidades un comportamiento determinado, generando diferentes acontecimientos e incidencias que se tendrán que solventar durante el ejercicio. Este escenario complejo con modificación del comportamiento y desencadenamiento de sucesos es posible gracias a los a herramientas como los *waypoints* o los *triggers*¹⁰.

- RTE

Este editor permite realizar modificaciones al escenario en cualquier momento durante la ejecución del ejercicio, en función de las necesidades del adiestramiento. Puede modificar el comportamiento de la AI, cambios e interacción con el entorno virtual y administrar distintas funciones.

⁸ Conjunto de normas y actividades encaminadas a proporcionar al individuo los modos de actuación frente a un artefacto explosivo improvisado.

⁹ Punto georeferenciado en el mapa utilizado para la navegación basada en el sistema GPS.

¹⁰ Define una acción recogida en la base de datos que se ejecuta cuando se produce un suceso relacionado con la misma.

3.2.3 Análisis post-ejecución

El AAR nos permite revisar el transcurso del ejercicio para poder llevar a cabo un juicio crítico sobre el mismo. Nos puede mostrar el ejercicio en vistas tanto en dos como en tres dimensiones. Nos muestra además todo tipo de información durante el transcurso del ejercicio como movimientos, disparos, bajas, posición, orientación o comunicaciones que se han producido. De esta manera podemos llegar a comprobar la efectividad y calidad del ejercicio

4 Análisis de SB y VBS2

4.1 SB

El SB ha sido concebido con el objetivo de apoyar la Instrucción y el Adiestramiento de aquellas unidades cuyos medios principales sean acorazados y mecanizados. Esto se debe a que cada usuario es capaz de interactuar con todas las capacidades y posibilidades que ofrece el vehículo en cada puesto táctico, puesto que se recrea el interior y exterior del vehículo en su totalidad. El simulador permite instruir y adiestrar a las unidades desde los niveles inferiores de puesto táctico hasta la instrucción tanto del grupo de Caballería como de su PLMM.

- Instrucción individual: es la de nivel inferior, en ella cada individuo debe de adquirir las competencias básicas para ejecutar las misiones propias de la especialidad correspondiente y de la unidad a la que pertenezca. Para ello, el SB puede apoyar dicha instrucción mediante la realización de los siguientes ejercicios:
 - Adaptación al puesto táctico: debido a que se recrea el interior del vehículo tal y como es, el individuo puede llevar a cabo cualquier procedimiento propio de su puesto táctico, siendo ésta la base para poder ejecutar ejercicio de mayor dificultad.
 - Conducción: aquel que ejerza las funciones de conductor puede instruirse en el manejo del vehículo con las mismas prestaciones que ofrece en la realidad. Pueden plantearse diferentes ejercicios de conducción tales como: conducción en asfalto, caminos, pista con obstáculos o en condiciones adversas.
- Instrucción de tripulación: la tripulación está compuesta por un grupo de individuos especializados integrados en un vehículo, por lo que la cohesión entre ellos debe ser esencial para garantizar el correcto funcionamiento del vehículo. Para alcanzar dicha cohesión se pueden efectuar los siguientes ejercicios:
 - Ejercicio de tiro: es un tipo de instrucción para la tripulación del vehículo al completo. El SB está preparado para recrear las condiciones balísticas reales, facilitando así la instrucción en el tiro. Además, el simulador ofrece una amplia gama de ejercicios con dificultad ascendente como con blancos estáticos, móviles o blindados enemigos.
 - Movimiento de vehículo: de esta manera cada individuo de la tripulación ejerce su función, movimiento del vehículo, vigilancia de sectores, etc. En todo momento debe de existir un flujo de información entre ellos.
 - Identificación de medios: consiste en un ejercicio en el que los componentes de la tripulación, en especial el tirador y el jefe de vehículo gracias los medios de visión que poseen, tratan de inquirir cual o cuales son los vehículos que se les muestran. Todo ello con el objetivo de proporcionar inteligencia al escalón superior de las fuerzas enemigas, aliadas o neutrales.
- Instrucción de sección: está enfocada hacia los cuadros de mandos de la sección, Teniente jefe de sección y Sargentos jefe de pelotón y vehículo.
 - Movimiento de sección: se trata de coordinar el desplazamiento de todos los vehículos de

la sección, adaptándose al terreno y situación del entorno, pudiendo variar los despliegues, actitud de los vehículos o velocidad.

- Ejercicios tácticos: se trata de una operación de combate en la que participa la sección, a la cual se le asigna una misión determinada. Implica un mayor nivel de dificultad de instrucción, pudiendo variar ésta en función del tipo de misión o entidad del enemigo.
- Adiestramiento de escuadrón: los ejercicios de adiestramiento para el escuadrón están orientados a alcanzar la coordinación necesaria entre las secciones al mando del jefe de escuadrón.
 - Ejercicios tácticos: se pueden plantear ejercicios tácticos de esta entidad con el empleo de las secciones de combate y vigilancia que conforman el escuadrón.
- Adiestramiento de grupo: son llevadas a cabo con baja frecuencia y están enfocadas al adiestramiento de los órganos de apoyo del grupo.
 - CPX: se trata de ejercicios de simulación donde se adiestra principalmente el puesto de mando de la plana mayor del grupo y en el que las unidades subordinadas pueden participar también realizando un ejercicio táctico de un nivel de mando inferior que es coordinado por el puesto de mando. El SB ofrece un salto cualitativo en la ejecución de estos ejercicios, ya que anteriormente las incidencias eran inyectadas con fichas sobre el mapa o con llamadas telefónicas, y ahora, las incidencias se producen en el campo de batalla virtual, siendo informadas por la cadena orgánica hasta la recepción de la información por parte del jefe de grupo.¹¹

4.2 VBS2

En lo referente al VBS2, éste no posee ni los vehículos en dotación en el ET ni la recreación de los interiores, por lo que su uso para las unidades acorazadas o mecanizadas no es la ideal. Sin embargo, ofrece un mayor potencial para aquellas unidades que puedan instruirse a pie u organizar colaboraciones entre unidades acorazadas y mecanizadas con elementos de combate a pie, ya que cada usuario controla un avatar diferente que puede ir pie a tierra e interactuar con el entorno. A continuación se muestran aquellas posibilidades propias del VBS2 que difieren del SB.

- Instrucción individual: para el caso del VBS2 este tipo de instrucción está más enfocada hacia el elemento de combate a pie, pues es en este aspecto donde el simulador ofrece mayor potencial.
 - Ejercicios de tiro: permite instruir al individuo con armamento individual en un gran abanico de ejercicios.
- Instrucción de tripulación
 - Instrucción del pelotón de exploradores: es viable al poder controlar avatares que pueden ser desplegados a pie, sirviendo de apoyo al vehículo y llevando a cabo tareas de reconocimiento, ocupación de puestos de observación, etc. De esta manera se instruye al completo la tripulación de un vehículo de reconocimiento.
- Instrucción de sección
 - Instrucción de sección a pie: no solo existe la posibilidad de desplegar sobre el terreno o hacer ejercicios de tiro, si no que debido a la gran capacidad de interacción con el entorno, las posibilidades de instrucción y adiestramiento se incrementan ampliamente pudiendo realizar combate en población, ejercicios C-IED, *check points*, colaboraciones con unidades acorazadas o mecanizadas, etc.

¹¹ Configuración de CPX de grupo o batallón según Anexo F.

5. Aula de simulación

El aula es un elemento esencial de la simulación, pues es en ella donde se realizan casi la totalidad de los ejercicios que se pueden efectuar en este ámbito. Puede definirse como un “sistema de sistemas” de la simulación que tienen la finalidad última de apoyar a la IA de la unidad.

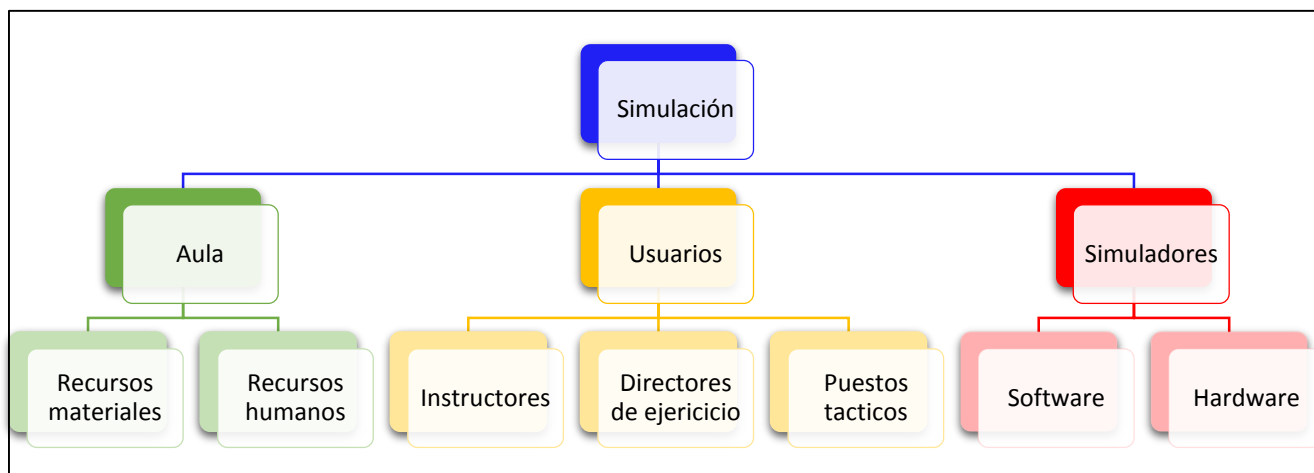


Figura 5.1: Sistema de la simulación

Los medios materiales que conforman el aula son los siguientes:

- Medios informáticos, *personal computer*, (PC), tanto de nivel usuario como de instructor.
- Un PC de uso exclusivo como servidor para aquellos ejercicios que sean de una entidad tal que los medios informáticos de los instructores no sean suficientes para que el ejercicio funcione correctamente.
- Mandos específicos de los vehículos del ET¹². El SB es el único de los simuladores que dispone de dichos mandos que recrean los existentes en los vehículos. En contraposición, el VBS2 posee mandos genéricos comerciales.
- Un proyector, útil para el seguimiento de la misión y para llevar a cabo el AAR

Los medios humanos de los que debe disponer un aula son:

- Responsable de simulación: es el elemento principal encargado de la coordinación de las actividades del aula y del personal de la misma. Puede ejercer de instructor de simulación.
- Instructores de simulación: poseen los conocimientos necesarios relativos a los simuladores para su correcto funcionamiento y son los responsables de lanzar los ejercicios y de la supervisión de los mismos.
- Personal auxiliar: colabora en tareas de mantenimiento o ejecución de los ejercicios.

La tendencia actual en el entorno de la simulación militar en el ET son las aulas duales. Esto se debe a que muchas de las unidades poseen aulas de SB y de VBS2. El hecho de tener un aula dual permite usar cualquiera de los dos *softwares* con sus respectivos *hardwares*, independientemente de que el aula originalmente fuera configurada para un programa de simulación concreto. Esto hace que se incremente el rendimiento de trabajo al ofrecer los medios informáticos y mandos de ambas aulas, por lo que se pueden llegar a ejecutar ejercicios de mayor entidad.

¹² Para ver los mandos específicos consultar Anexo C.

5.1 Organización

A modo de exposición, las aulas de simulación que posee el Regimiento de Caballería “Farnesio” nº 12 se estructuran de la siguiente manera:

- Aula de SB
 - 21 PC de usuario para puesto táctico para JV, AT y CD con replica de mandos.
 - 1 PC para el instructor.
- Aula de VBS2
 - 24 PC de usuario para puesto táctico JV, AT y CD con mandos genéricos comerciales.
 - 1 PC para el instructor.
 - 1 PC que actúa como un servidor adicional para ejercicios de gran entidad, al ser aulas duales puede ser empleado en ambas salas indistintamente
- Sala de proyección. Cuenta con el proyector para la exposición de ejercicios o efectuar el AAR una vez éste haya finalizado.

Una vez que el aula dispone de los medios necesarios para su funcionamiento es preciso configurarla acorde a los requerimientos de funcionamiento en red local de los simuladores.

La primera configuración para ejercicios en red que existe para el aula es en base al instructor, que es quien controla la totalidad del ejercicio. El servidor del aula actúa como puente de conexión entre el Centro Nacional de Adiestramiento, (CENAD), y los PC de los usuarios, que finalmente reciben la licencia de uso del software concreto, siendo entonces posible comenzar el ejercicio, estando en todo momento supeditados al PC del instructor.

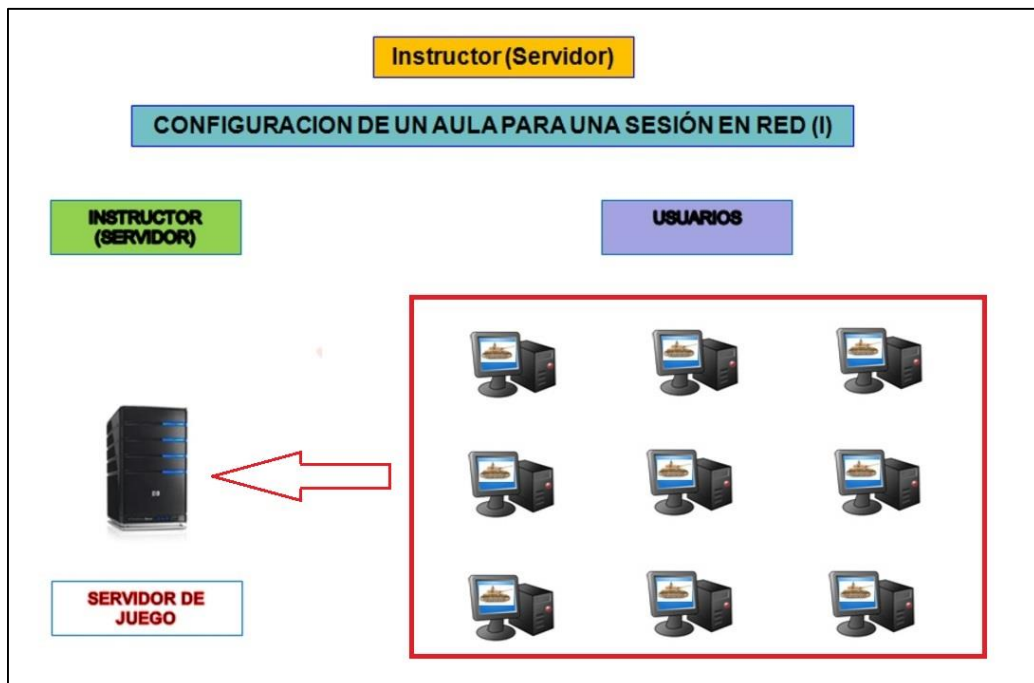


Figura 5.2: Configuración de instructor

La segunda configuración en red es en base al director de ejercicio. El sistema de recepción de licencias es idéntico a la configuración de instructor, la diferencia radica en que existe en escalón intermedio entre el instructor y los usuarios, el director del ejercicio. Este director puede ser un mando de la unidad que va a adiestrarse en el simulador, y como tal, precisa de una serie de privilegios para controlar y supervisar que el ejercicio se desarrolla correctamente. Puede introducirse en la vista de cualquier usuario, tener una vista de águila que le permite visualizar todo el terreno, un mapa con las posiciones de las fuerzas propias, etc. Las únicas funciones que le son negadas son las de revivir a un usuario o de la reparar un vehículo dañado.

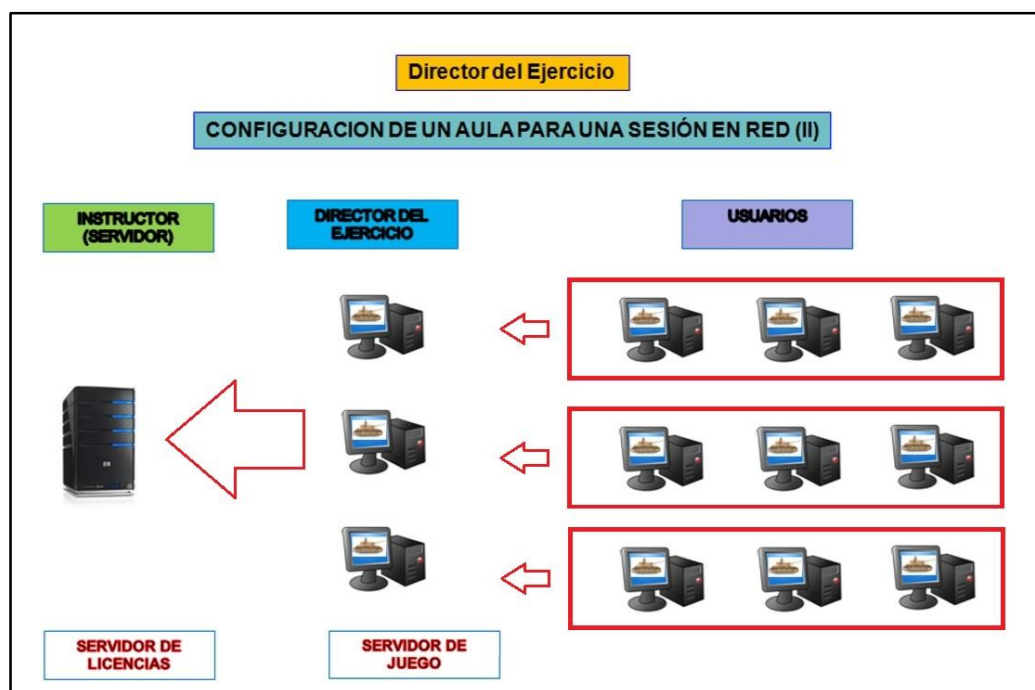


Figura 5.3: Configuración de director de ejercicio

5.2 Gestión de licencias

Para explotar el SB y el VBS2, los medios informáticos en los que estén instalados estos *softwares* precisan de licencias de uso. Para ello, cada aula requiere un servidor que administre las licencias.

Las licencias son gestionadas a nivel Ejército por el Mando de Adiestramiento y Doctrina, (MADOC), a través del CENAD San Gregorio, donde se encuentran almacenadas. Para que una unidad pueda disponer de ellas, mediante la herramienta “Acceso a reserva de licencias en simuladores *serious games*” de Lotus¹³, se puede reservar la cantidad de licencias necesarias, estableciendo un nivel de prioridad en caso de saturación el día que se haya designado, ya que se dispone de un número limitado de licencias. Una vez que se disponga de la reserva es preciso que los PC de la sala de simulación tengan conexión con el CENAD para que recepcionen las licencias. Esto es posible gracias a dos software, el Sentinel para el VBS2 y el Codemeter para el SB. Ambos programas actúan como plataforma de conexión entre los PC de simulación y el gestor de licencias del CENAD.

¹³ Software de mensajería y comunicación empleado por el Ejército de Tierra.

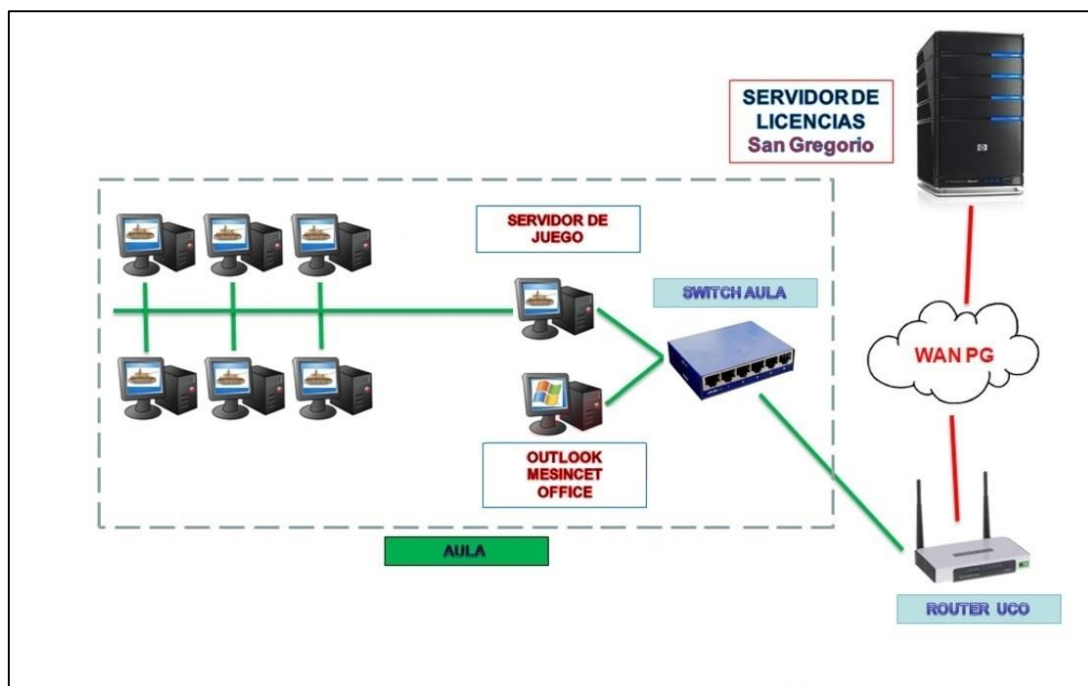


Figura 5.4: Configuración del aula

5.3 Posibilidades de empleo

La posibilidad de tener aulas duales proporciona un incremento de la cantidad de usuarios que pueden participar en un ejercicio, aumentando así las posibilidades de empleo del simulador. A continuación se muestra la relación de medios informáticos acorde a la orgánica de un escuadrón.

Entidad de la unidad	Número mínimo de puestos	Número máximo de puestos
Sección de combate	1 tripulante (JV) por vehículo = 4 puestos	3 tripulantes (JV,AT,CD) por vehículo = 12 puestos
Sección de vigilancia¹⁴	1 tripulante (JV) por vehículo= 5 puestos	3 tripulantes (JV,AT,CD) por vehículo = 15 puestos
Pelotón de morteros	1 tripulante (JV) por vehículo= 3 puestos	3 tripulantes (JV,AT,CD) por vehículo = 9 puestos
Escuadrón¹⁵	3 secciones de combate + 1 sección de vigilancia + 1 pelotón de morteros pesados + 1 vehículo de mando = 21 puestos	3 secciones de combate + 1 sección de vigilancia + 1 pelotón de morteros + 1 vehículo de mando = 72 puestos

Tabla 5.1: Relación de puestos

De los resultados de la tabla pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- El número de puestos para poder adiestrar por completo al escuadrón sería de 72 más dos puestos

¹⁴ Tiene una frecuencia de uso del simulador muy inferior a las unidades acorazadas o mecanizadas al tener vehículos ligeros cuyo uso y mantenimiento es más barato.

¹⁵ Ver anexo D, orgánica del escuadrón.

más para los instructores de cada aula, generando un total de 74 puestos, que sería muy improbable que fueran ocupados de manera simultánea. Esto supondría un gasto exorbitado para la unidad de recursos disponibles. Inviabile por falta de recursos

- La cantidad óptima de medios informáticos en las aulas de simulación sería de 47¹⁶ (incluyendo dos de instructor, uno por sala, y el servidor adicional). Estas cantidades cubren un amplio abanico de posibilidades, ofertando ejercicios desde los niveles inferiores de tripulación hasta nivel grupo.
- Ejercicios de entidad sección y pelotón de morteros: las unidades de entidad sección y pelotón de morteros pueden instruirse al completo en todos los ejercicios que ofrecen los simuladores.
- Ejercicios de tiro de entidad escuadrón¹⁷: las tres secciones de combate pueden instruirse al completo de forma simultánea.
- Ejercicio táctico de escuadrón¹⁸: debido a la gran cantidad de vehículos desplegados existen varias opciones:
 - Participación única de los jefe de sección, pelotón y de vehículo, permitiendo desplegar las tres secciones de combate, la sección de vigilancia y al pelotón de morteros pesados, haciendo uso de un total de 20 usuarios. La función del tirador y del radio-cargador son automatizadas por el simulador, mientras que la del conductor es obrada por el usuario.
 - En la segunda posibilidad intervendrían las tripulaciones de las secciones de combate al completo, mientras que en la sección de vigilancia y en el pelotón de morteros pesados los jefes de vehículos serían los participantes. En total 44 puestos serían ocupados.
 - La última opción planteada estaría enfocada a una instrucción más homogénea de todas las secciones y del pelotón de morteros en la que la tripulación de cada vehículo estaría compuesta por el jefe de vehículo y el tirador, precisando un total de 40
- CPX de grupo¹⁹: ejercicios enfocados al adiestramiento del puesto de mando de la PLMM del grupo²⁰. Existen dos elementos diferenciados, los elementos de combate y el puesto de mando. Los elementos de combate, los dos escuadrones que conforman el grupo, estarían distribuidos en las aulas de simulación, mientras que el puesto de mando se encontraría en una dependencia diferente coordinando a los dos escuadrones durante el desarrollo de la misión. Para este tipo de ejercicios se emplearía la primera modalidad planteada para los ejercicios tácticos del escuadrón, por lo que se precisarían un total de 21 puestos por escuadrón, más un PC más que sería emplazado en el puesto de mando para el seguimiento del ejercicio, lo que hace un total de 43 PC.

6. Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación

La organización de la IA de cualquier unidad del ET se basa en el SIAE, que comprende el conjunto de personal, organización, doctrina, medios, métodos y procedimientos, implicados en la Instrucción y Adiestramiento. Tiene por finalidad conseguir que todas las Unidades del Ejército estén en condiciones de cumplir sus misiones con la máxima eficacia posible, en función de su grado de disponibilidad. [12]

Uno de sus principales procesos es la gestión del adiestramiento que, a su vez, se compone de las fases de análisis de la misión, valoración, programación, ejecución y validación, y cuya finalidad es alcanzar el nivel de adiestramiento óptimo, racionalizando los recursos y el tiempo disponible.

¹⁶ Cantidad obtenida a partir de las entrevistas al personal de simulación.

¹⁷ No se incluyen a la sección de vigilancia ni pelotón de morteros al no existir ejercicios específicos de tiro en consonancia a los medios que poseen.

¹⁸ El capitán jefe de escuadrón actúa como director de ejercicio.

¹⁹ Los Capitanes jefe de escuadrón se incluyen como usuarios corrientes ocupando su puesto táctico.

²⁰ Ver anexo D, orgánica de grupo.



Figura 6.1: Proceso de gestión del adiestramiento

En primer lugar se lleva a cabo el análisis de la misión establecida, en el que el jefe de unidad ejecuta su estudio obteniendo una serie de cometidos explícitos e implícitos y selecciona de estos los significativos para el cumplimiento de la misión, los cometidos fundamentales, tras lo cual se confecciona la Lista de Cometidos Principales, (LCP).

Posteriormente, comienza la valoración, en la que el jefe de unidad obtiene aquellos cometidos que deben ser adiestrados bien porque que la unidad no los ejecuta correctamente o porque el jefe de unidad considera que hay que mantener su adiestramiento. Los cometidos así decretados son los que componen la Lista de Cometidos Principales a Adiestrar, (LCPA), que debe ser aprobada por el jefe de la unidad superior, y que deben de conocer las unidades subordinadas. Posteriormente, los cometidos contenidos en la LCPA le son asignados unas condiciones de ejecución y unos requisitos a alcanzar, pasando a denominarse OA.

La siguiente fase es el planeamiento y programación en la que se gestionan y distribuyen temporalmente las acciones, apoyos y recursos necesarios para capacitar tanto a los individuos en su puesto táctico como a las unidades en su conjunto para el cumplimiento de la misión. Para llevar a cabo estas acciones se emplean tres tipos de programaciones:

- Programación anual, conformada esencialmente por: Misiones de Adiestramiento, (MA), de las unidades propias, LCPA, OA, MA de las unidades subordinadas, matrices de adiestramiento y el calendario.
- Programación derivada anual: Está enfocada para periodos concretos del año (semestres, trimestres o meses) y es donde se detallan aquellas actividades anuales de IA.
- Programación semanal: Es llevada a cabo a nivel grupo y escuadrón. Tiene como objetivo desarrollar en detalle las actividades propuestas.

Tras el planeamiento viene la ejecución que es la fase donde se materializa la IA de la unidad y está constituida en tres etapas:

- Preparación: se perfecciona la planificación inicial de la IA y se remite un plan específico para cada ejercicio de la IA.
- Conducción: comprende las acciones necesarias para ejecutar el concepto de adiestramiento del

- Finalización: implica la consumación de la actividad de IA, por lo que se deberá a la devolución de material, revistas, y análisis post-ejecución, siendo estos últimos la operación clave de esta fase.

La última fase del proceso es la validación, la cual consiste en verificar el grado de cumplimiento de los objetivos de adiestramiento. Este proceso debe paralelo a la ejecución para tener capacidad de reacción en caso de que exista la necesidad de aplicar cambios en la programación.

La simulación como apoyo a la IA debe de incluirse en la fase de planeamiento y programación de la gestión del adiestramiento, ya que es en esta fase donde se distribuyen los apoyos y actividades de IA, de esta manera la simulación se convierte en una herramienta de complementación a las actividades contenidas en la matriz de adiestramiento, permitiendo alcanzar con mayor eficacia los OA establecidos por la unidad superior.

6.1 Línea temporal del planeamiento y programación

El planeamiento y la programación de la IA para un año concreto (A) debe comenzar el año anterior (A-1), de manera que cuando éste comience todas las actividades, apoyos y recursos estén dispuestos temporalmente de la forma más adecuada para optimizar los medios disponibles. En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo de planeamiento de la IA de un grupo de Caballería que depende de una brigada. [13] [14]

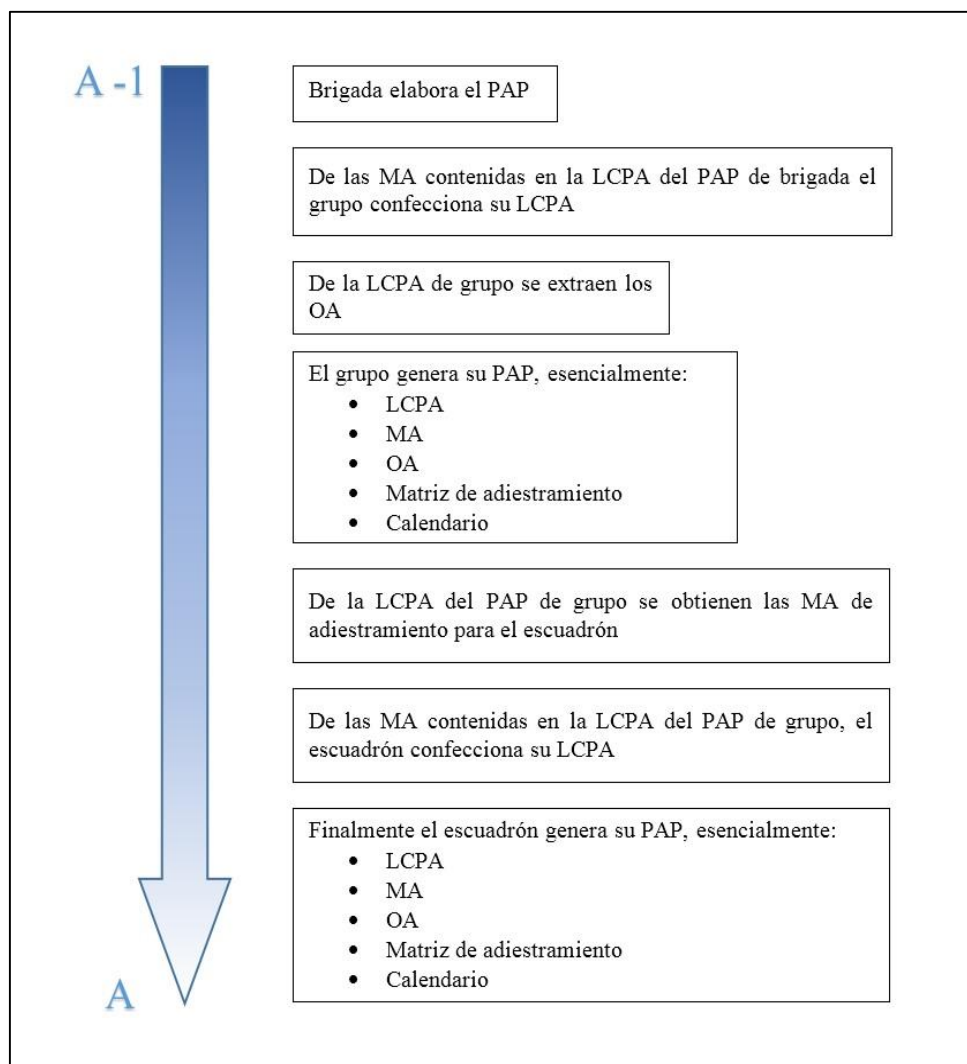


Figura 6.2 Línea temporal de planificación

7 Propuesta de optimización del adiestramiento

Para proceder a instruir o adiestrar una unidad se precisan gran cantidad de recursos materiales, económicos y humanos, así como de considerables actividades de planeamiento, ejecución y apoyo. Debido a la circunstancias de este proceso, se debe coordinar y distribuir todos estos esfuerzos de manera eficaz y eficiente, no solo para racionalizar estos recursos, sino también para alcanzar el mayor nivel de instrucción y adiestramiento posible.

Una de las herramientas de las que dispone el Ejército para adiestrar sus unidades es la simulación, que tal y como se muestra en el DAFO²¹, ofrece gran cantidad de posibilidades, si bien un uso inadecuado de ésta puede convertirla en ineficaz, haciendo así necesario extender el concepto de optimización a este ámbito.

Tras el estudio y análisis efectuado de los *softwares* de simulación, del aula con sus respectivos recursos materiales y humanos, y de la programación de la instrucción y adiestramiento, se han obtenido una serie de resultados que contribuyen, de forma positiva, a la mejora del adiestramiento con medios de simulación y que conforman la base de este proceso. En los siguientes apartados se muestran los aspectos comunes y específicos para perfeccionar el adiestramiento en cada nivel de mando.

7.1 Aspectos comunes

Para proceder a mejorar el rendimiento del adiestramiento de cada una de las tripulaciones y unidades que conforman un grupo se tienen que tener en cuenta en primer lugar aquellos aspectos de simulación que sean comunes para todas las unidades y optimizables por sus medios propios, los cuales son: aula, personal y programación de la instrucción y adiestramiento.

7.1.1 Aula de simulación

Tras el estudio realizado en el punto 5, relativo al aula de simulación y a sus posibilidades de empleo, se han obtenido las siguientes propuestas de optimización relativas al personal y a la distribución de la misma.

➤ Estructuración idónea del aula.

La organización de la zona de simulación para mejorar la eficacia y eficiencia durante el empleo de los simuladores sería la siguiente:

- Disposición separada de aulas de SB y de VBS2 debido a que los dos *softwares* poseen requerimientos de funcionamiento dispares, lo que propicia que el hardware para cada simulador no sea el mismo. Además, sería preciso que en cada una de las aulas hubiera un puesto de instructor para agilizar la solvencia de las incidencias durante los ejercicios.
- Sala de proyección para exponer la misión a las unidades que van a ejecutarla, asimismo será utilizada para realizar el AAR.

En lo referente a la distribución de los medios informáticos, sería conveniente agrupar los PC con sus respectivos mandos de control en grupos de tres²², jefe de vehículo, tirador y conductor, haciendo que cada uno de estos packs conforme la tripulación de un vehículo, recreando la cercanía y el contacto de los puestos táctico entre sí. Así mismo, cada uno de estos equipos estaría aislado de los restantes por una serie de paneles que incrementen la diferenciación de las tripulaciones.

➤ Personal

²¹ Ver anexo A

²² No se ha incluido el radio-cargador de la tripulación debido a que la instrucción de este puesto táctico no es provechosa por la escasez de acciones que puede desempeñar en el simulador en comparación a la instrucción real.

Las aulas de simulación, al igual que el resto de instalaciones militares, requieren personal para garantizar su correcto funcionamiento y llevar a cabo el mantenimiento del material localizado en éstas. Debido a las características del material, todo aquel personal que esté destinado en esta área pasa a convertirse en un recurso crítico de las unidades, pues deberá de tener una formación especializada en medios informáticos y en *softwares* de simulación.

A continuación se exponen las necesidades de personal destinado en simulación:

- Suboficial responsable de simulación: este individuo es el responsable de la actividad del aula y coordinador tanto del personal allí destinado como de todas las actividades que las unidades precisen para su instrucción y adiestramiento.
- Suboficial especialista de informática: es el recurso crítico por excelencia puesto que es el especialista quien posee mayores conocimientos informáticos y se precisa de su acción para el mantenimiento del material y solvencia de averías que sean incapaz de solventar el primer escalón del aula.
- Suboficiales/Tropa instructores de SB y VBS2: es la figura encargada del funcionamiento de un software de simulación concreto, lanzado de ejercicios y supervisión de los mismos. En caso de que el acuartelamiento posea aulas duales, se necesitará un instructor en cada una de ellas. Esta labor del instructor puede ser suplida en caso de carencia de recursos humanos por el responsable de simulación.

Aparte de las características individuales de cada uno de los puestos del aula, hay requisito común que deben disfrutar: la asistencia a seminarios de simulación. La carencia de un curso publicado en el Boletín Oficial de Defensa para simulación es suplida por los seminarios que imparte MADOC en Granada. Consisten en una serie de jornadas impartidas por personal especializado en este campo, cuya duración es de una semana, en las que los participantes adquieren los conocimientos necesarios para ejercer de instructor de SB o de VBS2.

Por último, como aspecto de mejora de las actividades de simulación en lo referente a coordinación y funcionamiento, sería óptimo que el responsable del aula estuviera integrado en la S-3²³ de la PLMM del grupo. Esto facilitaría la coordinación y gestión de todas las peticiones y del material necesario para los ejercicios por parte de las unidades, ya que al tener al responsable de simulación en el órgano encargado del apoyo al planeamiento al jefe de unidad, éste recibiría toda la información concerniente a simulación de manera más rápida y fluida evitando la demora de la transmisión de peticiones de ejercicios y consignas de confección de los mismos.

➤ **Número de medios informáticos**

Tras estudiar las posibilidades de empleo expuestas en el punto 5.3, el número óptimo obtenido de medios informáticos para un aula de simulación sería de 47 (44 de usuario, 2 de instructor y 1 de dedicación exclusiva de servidor), pudiendo así ofertar todos los ejercicios, expuestos en el punto 4, realizables en los simuladores SB y VBS2 hasta nivel grupo.

7.1.2 SIAE

Una vez que la unidad ha definido los objetivos a alcanzar, ésta debe planear las actividades concretas para conseguirlos, así como la distribución de las mismas durante el año, en función del calendario asignado por la unidad superior. Del estudio de actividades de IA a realizar en función de los objetivos y su distribución en las ventanas de tiempo disponible surge la matriz de adiestramiento.

Todas estas actividades: jornadas de instrucción continuadas, maniobras de entidad escuadrón (tipo

²³ La tercera sección, o S-3, es la encargada de todo lo relacionado con la organización instrucción y adiestramiento del grupo y de las acciones tácticas. Ver anexo D, orgánica de EPLMS.

alfa), de nivel grupo (beta), o superior (gamma), ciclos de instrucción, etc, están relacionadas con uno o varios objetivos de adiestramiento. Para cumplimentar con garantías los objetivos marcados, la simulación debe emplearse con anterioridad a cada una de estas actividades, reservando periodos de tiempo concretos para la simulación en la matriz de adiestramiento, dichos periodos son denominados ventanas de simulación.

Estas ventanas de simulación deben de situarse temporalmente acordes a las actividades que pretenden complementar y teniendo en cuenta que dichos ejercicios de simulación no deben plantearse de forma aislada, sino que a su vez pueden complementan a otros de mayor entidad, siendo conveniente que exista un distanciamiento temporal entre ellos para poder optimizar las condiciones de ejecución de estos ejercicios.

A continuación se muestran unas relaciones temporales entre las actividades marcadas en la matriz de adiestramiento y los ejercicios de simulación que las complementan:

- Maniobras tipo alfa: como norma general tienen una duración semanal y en la que se abarcan varios objetivos de adiestramiento. Debido a la duración y cantidad de objetivos, el tiempo de preparación de la unidad será elevado, consecuentemente la simulación deberá estar más separada en el tiempo para poder situar los ejercicio sin perjuicio de la preparación.
 - Simulación nivel sección: dos semanas antes del ejercicio. Permite afianzar los conocimientos de la sección y respetar en tiempo los ejercicios de escuadrón.
 - Simulación nivel escuadrón: una semana antes del ejercicio. Adiestra por completo la unidad con tiempo suficiente para efectuarlo en la realidad

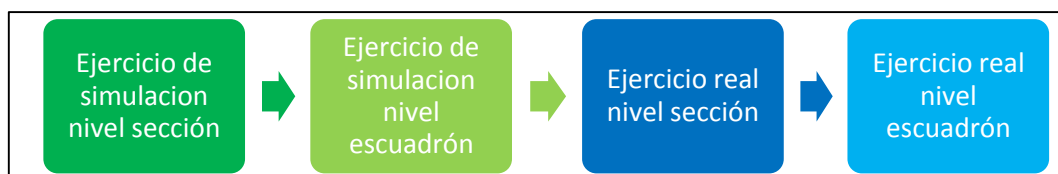


Figura 7.1: Proceso de apoyo de la simulación

- Jornadas continuadas: poseen una duración entre uno y dos días, haciendo que la cantidad de objetivos de adiestramiento que abarcan y preparación sea menor, por lo que los ejercicios de simulación puede acercarse en el calendario.
 - Simulación nivel sección/escuadrón: se pueden llevar a cabo una semana antes, siendo en primer lugar la simulación de sección, posteriormente se situará la simulación de escuadrón, siempre y cuando la jornada continuada tenga planeados ejercicios de esta entidad.
- Ejercicio de tiro (escuadrón/sección): dos días antes de la ejecución del ejercicio, empleando el día previo para el acondicionamiento del material y coordinación del mismo.

7.2 Nivel sección/escuadrón

- Programación
 - Planeamiento del ejercicio: el jefe de unidad debe planear con tiempo suficiente los ejercicios que quiere llevar a cabo durante la estancia en el aula en función de los objetivos de adiestramientos y las actividades programadas en la matriz de adiestramiento para ese periodo de tiempo.
 - Organización del escuadrón: el jefe de escuadrón tiene que estructurar su unidad según las

posibilidades que ofrece el aula, acorde a los resultados del punto 5.3 posibilidades de empleo, y en función de los medios informáticos disponibles para el ejercicio en caso de averías del material o concurrencia con otra unidad.

- Comprobación de asistencia: el jefe de unidad debe asegurarse de que va a contar con el personal a su cargo necesario para realizar el ejercicio evitando ausencias por permisos, bajas, servicios, etc.
 - Reserva del aula: una vez que el ejercicio se haya planeado, el jefe de escuadrón debe tramitar la petición de reserva del aula al personal de simulación con una antelación de un mes²⁴. Además se debe comprobar si es posible la asistencia en caso de coincidir con otras unidades por ocupación de los medios informáticos o de los mandos específicos.
 - Distribución del personal: el personal tiene que estar organizado en función del ejercicio a realizar y ser notificado la distribución para evitar pérdidas de tiempo durante la acomodación.
- Ejecución
 - Empleo del sistema multiescalón: el personal que no participe, que esencialmente serán los radio-cargadores, se les marcarán actividades diferentes tales como identificación de medios en el aula de simulación, mantenimiento de vehículos, manejo de radios, etc. para aprovechar los períodos de tiempo en los que la unidad se esté instruyendo en el simulador.
 - Explicación del ejercicio: es esencial que los subordinados conozcan la misión y el propósito del mando, por ello previamente el jefe de escudaron o sección explicará el ejercicio, de la misma forma que se realizaría en una operación real. En caso de ser un ejercicio táctico, habrá una reunión previa para que los mandos de las unidades subordinadas lleven a cabo el planeamiento necesario.
 - Juicio crítico: una vez que haya finaliza el ejercicio, a través del AAR, se mostrará cómo se ha ejecutado y los fallos cometidos para obtener lecciones aprendidas.
 - Lecciones aprendidas
 - Conocimiento de medios: el personal que vaya a utilizar el simulador debe conocer previamente los medios que vayan a ser simulados para que hagan un uso correcto de los mismos. Por esta razón, antes de realizar el ejercicio, el jefe de sección debe asegurarse que sus subordinados saben emplear y conocen las capacidades del armamento, munición y vehículos.
 - Empleo de simulador: para realizar ejercicios de nivel sección se tiene que haber superado la instrucción tanto individual como de pelotón, evitando así retrasos en los ejercicios por faltas de conocimiento relativas al simulador. Para ello se toma como base el trabajo realizado por la Teniente Laura Hergueta Esteban, donde se capacita al personal a emplear los simuladores hasta nivel pelotón. [1]
 - Descansos: es recomendable contemplar pausas de 10 minutos cada 60 minutos de uso del simulador para evitar la fatiga física y visual de los usuarios. [15]
 - Cascos de interfonía: actualmente las salas de simulación poseen audífonos comerciales genéricos para comunicarse internamente con la tripulación y externamente con el resto de unidades. Sería óptimo implementar los mismos cascos de interfonía de los vehículos para

²⁴ En la programación mensual se establecen los ejercicios de simulación a realizar, y consiguientemente se efectúa la reserva del aula.

comunicarse interna y externamente en las mismas condiciones que en la realidad.

7.3 Nivel grupo/batallón: CPX

- Programación
 - Planeamiento del ejercicio: el jefe de grupo y su PLMM planearán el ejercicio, con un mes de antelación²⁵, en función de los objetivos de adiestramientos y las actividades programadas en la matriz de adiestramiento para ese periodo de tiempo.
 - Selección de modalidad de ejercicio: se deberá decidir el lugar donde se va a adiestrar el puesto de mando (aulas de simulación o en campo de maniobras) y el modo de transmisión de información (vía radio o conexión por cable).
 - Dimensionamiento del puesto de mando: Jefe de la Sección de Mando y Transmisiones del Escuadrón de Plana Mayor y Servicios, en función de las peticiones de la PLMM, tendrá planeado la organización del puesto de mando y cada una de las células que lo conforman.
 - Concepción de la estructura del sistema de comunicación: *Communications & Information Systems Person of Contact*, (CISPOC)²⁶, junto con la sección de transmisiones de la PLMM, conciben la estructura en función de la modalidad escogida del ejercicio.
 - Reserva del aula: una vez que el ejercicio se haya planeado, S-3 debe tramitar la petición de reserva del aula al personal de simulación con una antelación de un mes²⁷. Además se debe comprobar si es posible la asistencia en caso de coincidir con otras unidades.
 - Entrega de ejercicios: el personal de simulación debe recibir con una antelación mínima de diez días²⁸ para que dispongan de tiempo suficiente para crear y cargar en el sistema los ejercicios que se hayan solicitado.
 - Reunión de células de respuesta: un representante de cada una de ellas acudirá al aula de simulación para comprobar que su unidad ha sido emplazada en el mapa correctamente y dispone de todos los medios solicitados. Tendrá lugar dos días antes del ejercicio.
- Ejecución
 - Explicación del ejercicio: adquiere mayor importancia debido al aumento de elementos a coordinar. En primer lugar el jefe de grupo expondrá el ejercicio a los jefes de sus unidades subordinadas, puesto de mando y escuadrones, las cuales a su vez deberán presentar a sus propias unidades la misión encomendada.
 - Despliegue del puesto de mando: es preferible que el puesto de mando despliegue sobre el terreno del campo de maniobras, realizando los saltos en función del avance de la maniobra para adiestrarse en las mismas condiciones que en un ejercicio real, mientras que las unidades de combate se encuentran en las aulas de simulación.
 - Juicio crítico: una vez que haya finaliza el ejercicio se procede a realizar un análisis post-

²⁵ Tiempo empleado por el Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12 y el Batallón de Carros de Combate "Mérida" I/16 para el planeamiento de sus últimos ejercicios CPX, por lo que dicho periodo podría establecerse como referencia para siguientes ejercicios.

²⁶ Es el encargado de los sistemas informáticos de la unidad y de su establecimiento, así como el enlace entre la unidad y el Órgano de Apoyo CIS al Emplazamiento (CECOM).

²⁷ En la programación mensual se establecen los ejercicios de simulación a realizar, y consiguientemente se efectúa la reserva del aula.

²⁸ Período de tiempo obtenido por los requerimientos marcados por el Responsable de simulación durante la entrevista.

ejecución de como se ha desarrollado y de los fallos cometidos para obtener las lecciones aprendidas, apoyándose del AAR para las unidades que ejecutaron el ejercicio en el simulador.

- Lecciones aprendidas

- Minimizar medios: la concepción de la estructura del sistema por parte del CISPOC se debe regir por este precepto con el fin de reducir los errores informáticos, acorde a los resultados obtenidos en el ejercicio Allied Effort VII mostrados en el Anexo G.
- Comprobación de la estructura del sistema de comunicación: se efectuará un día antes del ejercicio por el CISPOC para demostrar el correcto funcionamiento del sistema o reestructurarlo en caso contingencias, acorde a los resultados obtenidos en el ejercicio Allied Effort VII mostrados en el Anexo G.
- Capacidad de enlace: los ejercicios CPX en los que el puesto de mando despliega físicamente sobre el terreno y lleva a cabo la maniobra presentan dificultades de enlace entre las unidades situadas en el simulador y el puesto de mando debido a la distancia entre ellos. Por lo tanto, sería conveniente la instalación de una antena en el aula de simulación para mejorar el alcance de los dispositivos radio y obtener un enlace continuo entre los dos elementos.
- Agotamiento de baterías: las unidades que se encuentran en el simulador utilizan radios portátiles para comunicarse con el puesto de mando. Esto supone un alto gasto de número de baterías debido a la necesidad de un enlace continuo durante un tiempo prolongado, así como la reducción de la vida útil de las mismas a causa del aumento de recargas. La solución sería la instalación de un dispositivo que estuviera conectado a la red eléctrica del aula y que consecuentemente alimentase las radios sin necesidad del uso de baterías.

Al aplicar los factores particulares de optimización para las unidades de entidad sección, escuadrón/compañía y grupo/batallón la eficiencia del empleo de los simuladores aumentaría, puesto que se han tenido en cuenta los elementos que afectan al rendimiento del uso de los simuladores durante las fases de programación y ejecución, y además se proponen una serie aspectos fruto de las lecciones aprendidas durante los ejercicios de simulación. A esto se debe añadir los factores comunes que contribuyen del mismo modo al incremento de la eficiencia tras el estudio del aula de simulación y del SIAE.

[Página intencionadamente en blanco]

8. Conclusiones

1. La simulación es una herramienta de gran utilidad para el apoyo a la instrucción y adiestramiento de las unidades del Ejército de Tierra.

La simulación proporciona una serie de ventajas, mostradas en el Anexo A, que la hacen idónea para complementar los ejercicios reales y alcanzar un mayor nivel en la instrucción y el adiestramiento. Sin embargo, aunque la simulación ofrece una serie de ventajas, ésta actuará como apoyo y nunca como sustituto del adiestramiento real.

2. El SB está enfocado a unidades mecanizadas y acorazadas y el VBS2 a unidades que tengan elementos de combate a pie.

Esta especialización de los simuladores se debe a las capacidades que aporta cada *software*: el SB recrea los vehículos del ET y el interior de los mismos, permitiendo realizar desde la instrucción del puesto táctico hasta el adiestramiento de nivel escuadrón/ compañía o superior en unas condiciones de ejecución similares a la realidad, en cambio el VBS2 no está tan desarrollado en cuanto a vehículos se refiere, es su capacidad de controlar avatares e interacción con todo el entorno lo que lo convierte en el simulador idóneo para adiestrar los elementos de combate a pie.

3. Posibilidad de ejecutar ejercicios interarmas y combinados.

Gracias a la gran cantidad de vehículos y posibilidades que ofrecen los simuladores, se pueden plantear ejercicios interarmas para alcanzar el grado de adiestramiento y cohesión óptimo entre Armas. Así mismo, es posible realizar ejercicios combinados, aquellos en los que se emplean unidades militares pertenecientes a las Fuerzas Armadas de dos o más naciones, siempre que posean los mismos medios de simulación.

4. Dificultad de orientación.

Durante la asistencia a los ejercicios de simulación ejecutados, el personal implicado muestra dificultades para orientarse sobre el terreno debido a los gráficos de los *softwares*. Sería adecuado incrementar la calidad de los gráficos para obtener mayor rendimiento en los ejercicios.

6. Necesidad de conocimientos previos.

Para que el tiempo empleado en el simulador, a partir de nivel sección hasta grupo o batallón, sea fructífero es preciso que el usuario sepa manejarlo correctamente. Por ello, el presente trabajo consiste en una continuación del trabajo de fin de grado realizado por la Teniente Laura Hergueta Esteban "*Implementación del simulador Virtual Battle Space 2 (VBS) en el adiestramiento de pequeñas unidades de Caballería*" en el que se muestran los cursos a realizar por los usuarios para alcanzar el nivel necesario de instrucción en el simulador, y poder así plantear ejercicios de mayor entidad.

7. Apoyo a la Instrucción y Adiestramiento en todos los niveles de mando.

Como se muestra en el análisis de los simuladores, éstos ofrecen una amplia gama de ejercicios para las unidades, pero esencialmente ofrecen muchas ventajas a partir de nivel pelotón.

8. Permite a la Plana Mayor de Mando o Estado Mayor.

No pueden únicamente adiestrarse las unidades de combate, si no que gracias a los ejercicios CPX los órganos de apoyo al mando como Planas Mayores de Mando o Estados Mayores pueden ser adiestrados desplegando en un puesto de mando fijo anexo a la sala de simulación o con un puesto de mando móvil sobre el terreno.

9. Dualidad de las aulas.

Es una característica esencial ya que permite emplear cualquiera de los dos *softwares*, SB o VBS2, indistintamente a pesar de que el aula fuera inicialmente configurada para un simulador concreto. Esto supone tener la posibilidad de ejecutar ejercicios de mayor entidad al incrementar el número de medios informáticos disponibles.

10. Personal de simulación como recurso crítico.

El personal de simulación es calificado como recurso crítico debido a la formación recibida y además su labor es indispensable en cuanto a realización y montaje de ejercicios se refiere. Particularmente, el suboficial especialista informático es el puesto más requerido debido a los conocimientos informáticos que posee, puesto que de tal manera proporciona un mantenimiento de primer escalón, a los medios informáticos, superior al del resto del personal.

11. Número óptimo de medios informáticos.

Tras el estudio de las posibilidades de los simuladores y del aula de simulación, se obtiene el número óptimo de medios informáticos que deben disponer las aulas para proporcionar casi la totalidad de los ejercicios con las plantillas de personal completas. Con un total de 47 PC, el aula permite acoger para su instrucción y adiestramiento unidades desde entidad pelotón hasta nivel grupo o batallón.

12. Implantación de las ventanas de simulación.

Las ventanas de simulación son esenciales para mejorar el adiestramiento de las unidades, son situadas en el calendario previas a los ejercicios reales a los que pretenden complementar, de esta manera la unidad practica dicho ejercicio en las mismas condiciones para obtener mejores resultados en el adiestramiento real.

13. Adaptación al proceso de optimización.

Las propuestas de optimización no pueden ser implantadas de manera instantánea, las unidades deben modificar su forma de proceder en lo que a la simulación se refiere y hacer un uso continuo que conduzca al perfeccionamiento, además puede que sea adquirir diversos recursos materiales o personales para poder llevar a cabo correctamente las propuestas y ejercicios de simulación.

14. Comprobación de mejora.

Todas las propuestas de optimización han sido planteadas de manera teórica con el personal de simulación por lo que se debería contrastar su eficacia en todos los niveles de mando en los que se emplee la simulación como método de apoyo a la instrucción y al adiestramiento.

Bibliografía

- [1] Tte. L. Hergueta, “Implementación del simulador Virtual Battle Space 2 (VBS) en el adiestramiento de pequeñas unidades de Caballería.”, Trabajo de fin de grado, Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, 2016.
- [2] J.I. Illiana, “Métodos Monte Carlo”, Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada, Enero, 2013.
- [3] D. S. Monserrat, “Modelos de análisis orientado a objetos aplicados en el dominio aeronáutico”, Tesis, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática, 2005.
- [4] Dr. R. Rubio-Martínez, “Pasado, presente y futuro de la simulación en Anestesiología”, *Revista Mexicana de Anestesiología*, vol.35, no.3, Septiembre, 2012.
- [5] Contralmirante J. Manrique, “La simulación como herramienta en tiempos de recortes”, *Revista Española de Defensa*, no. 283, pp. 8-13, Abril, 2012.
- [6] Tcol. J. Á. Garrido, “Los retos de la simulación ante los futuros escenarios de actuación para pequeñas unidades acorazadas o mecanizadas”, *Revista Ejército* no. 906, pp. 46-52, Octubre, 2016.
- [7] Col. A. Escámez, “Los simuladores: un medio de apoyo eficiente a la instrucción, en permanente evolución”, *Revista Ejército* no. 881, pp. 38-45, Septiembre, 2014.
- [8] *Manual Steel Beasts Pro para Instructores*, MADOC, Versión 1.0, Marzo, 2015
- [9] *White Paper: VBS2*, Bohemia Interactive Australia Pty Ltd, Enero, 2006.
- [10] *Manual del administrador*, Bohemia Interactive Australia Pty Ltd, Versión 2.12.06, Mayo, 2013.
- [11] *Manual del usuario*, Bohemia Interactive Australia Pty Ltd, Versión 2.12.06, Mayo, 2013.
- [12] *Manual del Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación*, MADOC, 2005.
- [13] *PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de Caballería: los grupos*, MADOC.
- [14] *PD4-2XX (Vol. 2): Empleo de las pequeñas unidades de Caballería: escuadrones y otras unidades*, MADOC.
- [15] S. Nogareda y M. Bestratén, “El descanso en el trabajo (I): pausas”, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, Barcelona, 916, 2011.
- [16] R.N. “Una visión completa del campo de batalla”, *Revista Española de Defensa*, no. 343, p. 55, Octubre, 2017.

Fuentes de imágenes

A continuación se relacionan las fuentes de las que se han extraído las imágenes y figuras empleadas a lo largo de la memoria del presente trabajo:

Figura 1.1: Pirámide de la simulación

Tcol. M. Ballesta, “Introducción a la simulación a la simulación en el ET”, MADOC, Granada, Septiembre, 2013.

Figura 5.1: Sistema de la simulación

Elaboración propia.

Figura 5.2: Configuración de instructor

Manual Steel Beasts Pro para Instructores, MADOC, Marzo, 2015.

Figura 5.3: Configuración de director de ejercicio

Manual Steel Beasts Pro para Instructores, MADOC, Marzo, 2015.

Figura 5.4: Configuración del aula

Manual Steel Beasts Pro para Instructores, MADOC, Marzo, 2015.

Figura 6.1: Proceso de gestión del adiestramiento

Manual del Sistema de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación, MADOC, 2005.

Figura 6.2: Línea temporal de planificación

Elaboración propia.

Figura 7.1: Proceso de apoyo de la simulación

Elaboración propia.

Figura C.1: Alzado del mando del VRCC

Elaboración propia.

Figura C.2: Vista posterior del mando del VRCC

Elaboración propia.

Figura C.3: Alzado del mando del jefe de vehículo del CC Leopardo

Elaboración propia.

Figura C.4: Perfil del mando del jefe del CC Leopardo

Elaboración propia.

Figura C.5: Alzado del mando del tirador del CC Leopardo

Elaboración propia.

Figura C.6: Perfil del mando del tirador del CC Leopardo

Elaboración propia.

Figura D.1: Organigrama de grupo ligero acorazado

PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de caballería: los grupos, MADOC.

Figura D.2: Organigrama del EPLMS

PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de caballería: los grupos, MADOC.

Figura D.3: Organigrama de escuadrón ligero acorazado

PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de caballería: los grupos, MADOC.

Figura D.4: relación de vehículos de un escuadrón ligero acorazado

PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de caballería: los grupos, MADOC.

Figura E.1: Organigrama de un ejercicio CPX entidad grupo/batallón

Proporcionado por el Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12

Figura E.2: Layout de puesto de mando móvil de grupo/batallón

Proporcionado por el Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12

Figura E.3: Layout de dos escuadrón distribuidos en el aula de simulación

Proporcionado por el Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Santiago" I/12

Figura F.1: Estructura de las células de respuesta

Proporcionado por el Batallón de Carros "Mérida" I/16

Figura F.2: Estructura del puesto de mando de batallón de los clientes BMS

Proporcionado por el Batallón de Carros "Mérida" I/16

Figura F.3: Estructura del puesto de mando de batallón

Proporcionado por el Batallón de Carros "Mérida" I/16

Fuentes de Tablas

A continuación se relacionan las tablas de las que se han extraído las imágenes y figuras empleadas a lo largo de la memoria del presente trabajo:

Tabla 5.1: Relación de puestos

Elaboración propia.

Tabla B-1: Tipos de simulación

Col. A. Escámez, "Los simuladores: un medio de apoyo eficiente a la instrucción, en permanente evolución", *Revista Ejército* no. 881, p. 43, Septiembre, 2014.

[Página intencionadamente en blanco]

ANEXOS

[Página intencionadamente en blanco]

ANEXO A: DAFO de la simulación como método de apoyo a la IA.

EL DAFO es una herramienta de análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del objeto del estudio con el fin de estudiar la situación del mismo, en este caso, del uso de simuladores SB y VBS2 para I/A de las unidades.

Debilidades

- Percepción del entorno limitada gráficamente.
- Inexistencia de fatiga muscular.
- Agotamiento visual tras varias horas.
- Ausencia de la totalidad de mandos de los vehículos.
- Imposibilidad de simular todas las variables de manera exacta.
- Incapacidad de evaluar a la unidad únicamente por este medio.

Amenazas

- Falta de motivación, los usuarios pueden no tomarse en serio el ejercicio al ser un “juego”
- Estancamiento técnico por falta de recursos económicos.
- Desplazamiento de la IA por reticencia a los simuladores.

Fortalezas

- Compatible con los métodos de instrucción por fases, demostrativo y multiescalón.
- Facilidad de reiteración de los ejercicios en condiciones idénticas.
- Facilitan los juicios críticos posteriores a la ejecución, AAR, gracias a los medios de grabación que poseen.
- Herramienta útil para el ensayo de misiones en zona de operaciones.
- Apto para la validación y aceptación de nuevos conceptos tácticos y doctrinales.
- Escasa siniestralidad en su empleo
- Ausencia de impacto medioambiental.
- Posibilidad de empleo en cualquier momento y condición meteorológica

Oportunidades

- Incremento de las capacidades técnicas gracias a los avances tecnológicos.
- Ahorro de recursos materiales y económicos.
- Realizar ejercicios con otros ejércitos que posean los mismos simuladores.

[Página intencionadamente en blanco]

ANEXO B: Tipos de simulación.

	FUERZAS PROPIAS	FUERZAS ENEMIGAS	ARMAS Y PLATAFORMAS	MUNICIÓN	ESCENARIO
SIMULACIÓN VIRTUAL	REAL O SIMULADO ²⁹	SIMULADO	REAL O SIMULADO ³⁰	SIMULADO	SIMULADO
SIMULACIÓN REAL	REAL	SIMULADO	REAL	SIMULADA O NO LETAL	REAL
SIMULACION CONSTRUCTIVA	SIMULADO	SIMULADO	SIMULADO	SIMULADO	SIMULADO

Tabla B-1: Tipos de simulación

- Los simuladores virtuales son los que utilizando medios informáticos reproducen armas reales o réplicas, munición y efectos simulados sobre objetivos, terreno y situaciones de apariencia real (VICTRIX)
- Los simuladores reales son aquellos que emplean armas reales o simuladas con munición no letal o láser en escenarios reales (Simulador de duelo láser).
- Los simuladores constructivos son aquellos en los que se reproducen de forma gráfica en sistemas informáticos integrados los sistemas de armas y sus efectos, equipos, terreno y escenarios (SB y VBS2).

²⁹ Son reales todas aquellas unidades que estén controladas por los usuarios, el resto son simuladas.

³⁰ En función del simulador, éste ofrece armas físicas como el VICTRIX o directamente son virtuales como en el VBS2.

[Página intencionadamente en blanco]

ANEXO C: Réplica de mandos de Steel Beasts.

Los mandos específicos del SB propios del Ejército de Tierra disponibles en el Regimiento de Caballería Farnesio N° 12 son:

1. Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería, VRCC.

Las funciones de los botones existentes en el mando son:

- Designación de objetivos: permite al jefe de vehículo llevar al punto que esté visualizando, a través de su periscopio, la óptica del tirador para designarle un objetivo determinado. Esta función es única del puesto de jefe vehículo.
- Predicción: mediante el seguimiento de un vehículo en movimiento el calculador balístico procesa la información y reapunta el cañón para impactar en el objetivo. Esta función es única del puesto del tirador.
- Selección de munición: permite seleccionar el tipo de munición sin tener que acceder al panel del jefe de vehículo o tirador.
- Movimiento: desplaza la óptica del jefe de vehículo o tirador.
- Láser: permite obtener la distancia a la que se encuentra el objetivo.
- Fuego: ejecuta el disparo.
- Toma de carga: es la encargada de dar corriente al resto del mando cuando éste se encuentra accionado.
- Selección de puesto: permite seleccionar el modo de trabajo del mando en función de si es jefe de vehículo o tirador.

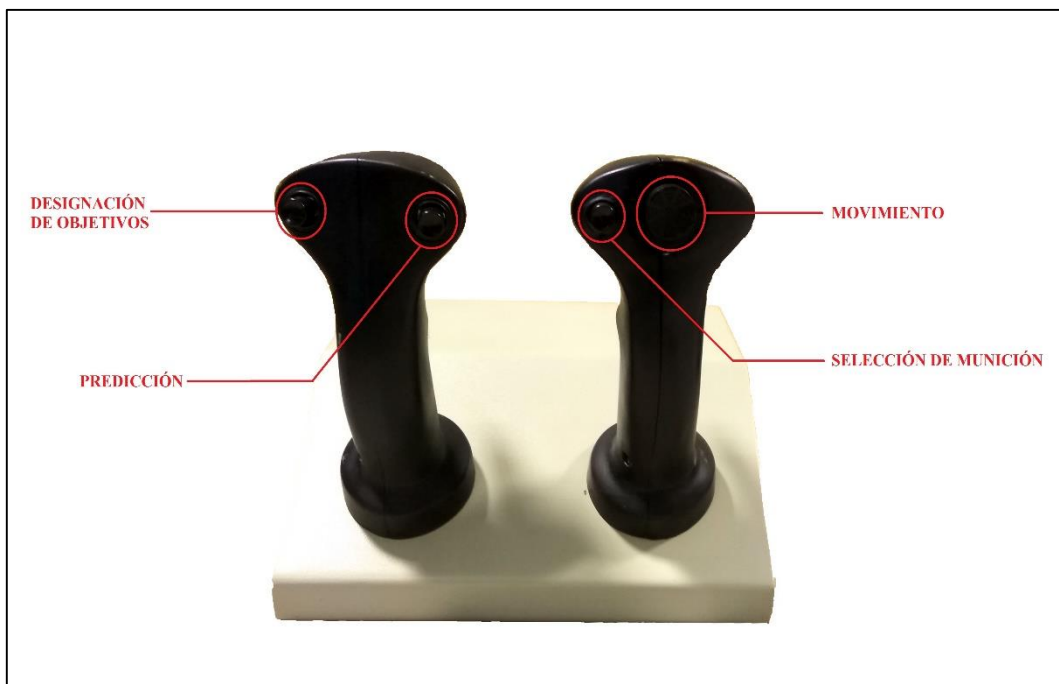


Figura C.1: Alzado del mando del VRCC



Figura C.2: Vista posterior del mando del VRCC

2. Carro de Combate “Leopardo”

Las funciones propias de los botones del mando del jefe de vehículo y tirador del Carro de Combate, (CC), “Leopardo” son iguales que las del VRCC “Centauro” a excepción de:

- Anulación: anula cualquier acción llevada a cabo.
- Control de torre: le da el control de la torre al jefe de vehículo.
- Láser del tirador:
 - Pulsación hacia el interior del mando: el computador balístico selecciona el primer eco del láser para obtener la distancia del objetivo. Se emplea para aquellos casos en los que el objetivo este a una distancia próxima y evitar que se escojan ecos lejanos.
 - Pulsación hacia el exterior del mando: el computador balístico selecciona el último eco del láser para obtener la distancia del objetivo. Se emplea para aquellos casos en los que el objetivo esté alejado y evitar que se escojan ecos próximos.



Figura C.3: Alzado del mando del jefe de vehículo del CC Leopard



Figura C.4: Perfil del mando del jefe de vehículo del CC Leopard

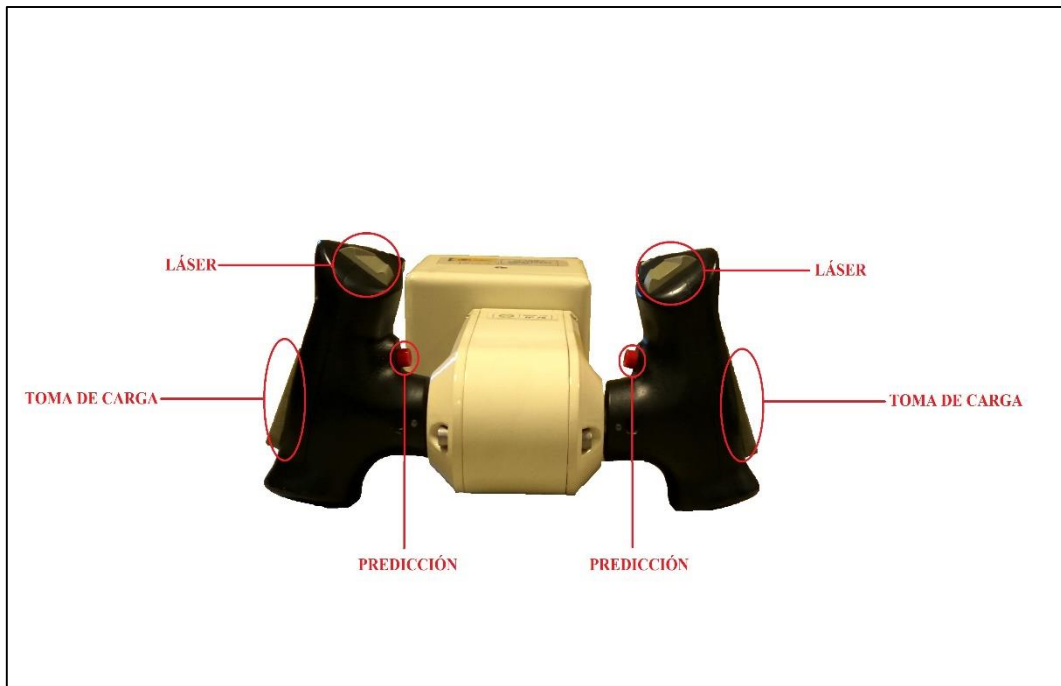


Figura C.5: Alzado del mando del tirador del CC Leopardo

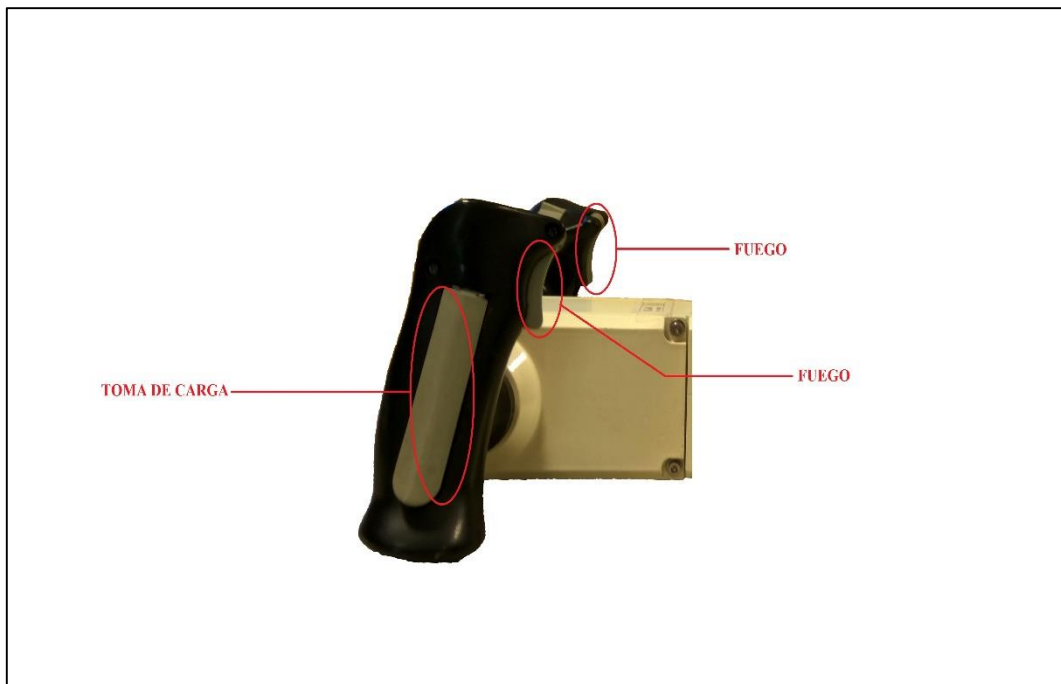


Figura C.6: Perfil del mando del tirador del CC Leopardo

ANEXO D: Organigramas.

La información correspondiente a este anexo procede de la Publicación Doctrinal PD4-2XX (Vol. 1): Empleo de las pequeñas unidades de caballería: los grupos.

- **Orgánica de grupo**

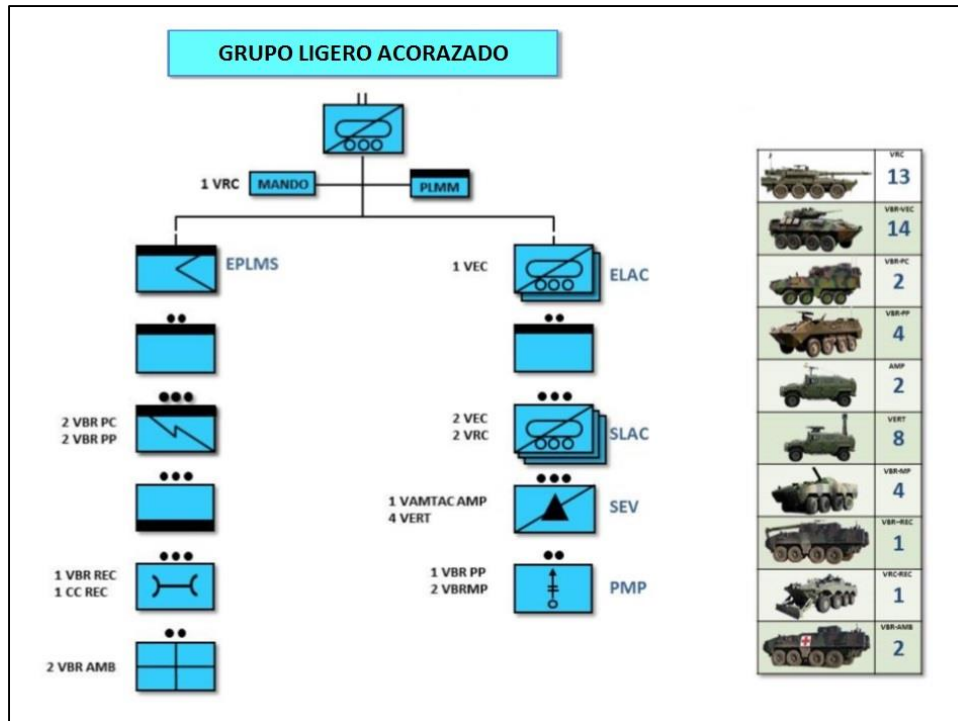


Figura D.1: Organigrama de grupo ligero acorazado

- **Orgánica del Escuadrón de Plana Mayor y Servicios, EPLMS.**

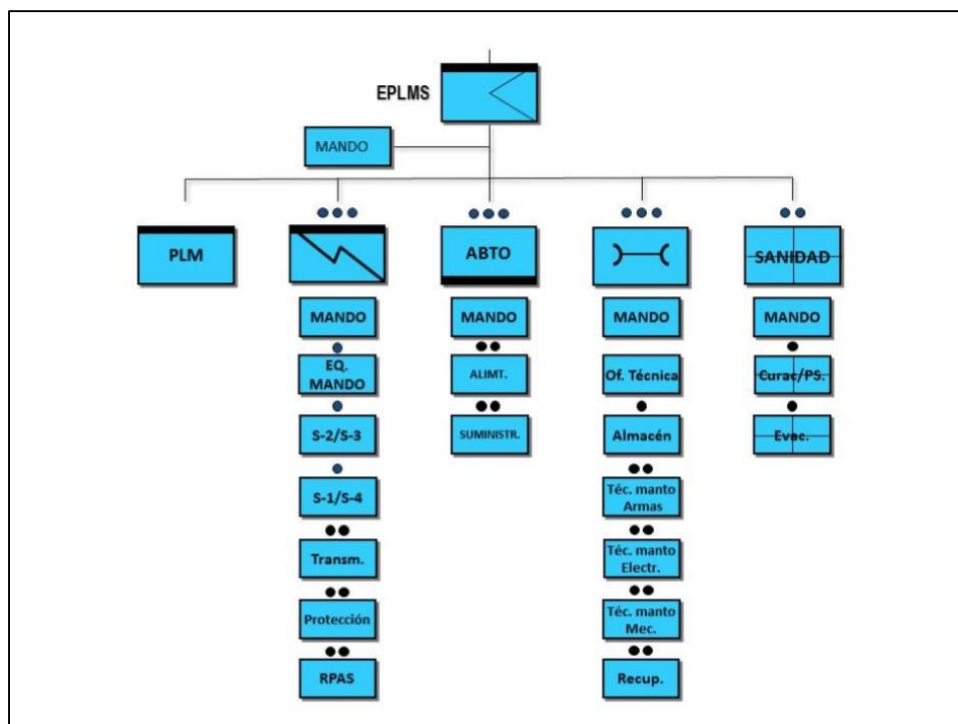


Figura D.2: Organigrama del EPLMS

- **Orgánica de escuadrón**

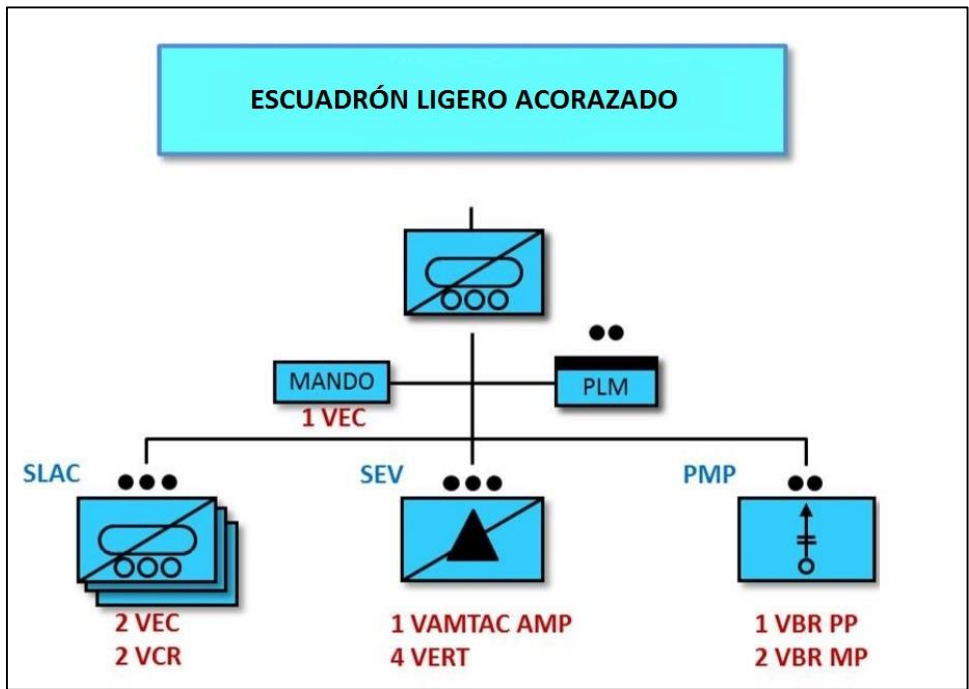


Figura D.3: Organigrama de escuadrón ligero acorazado

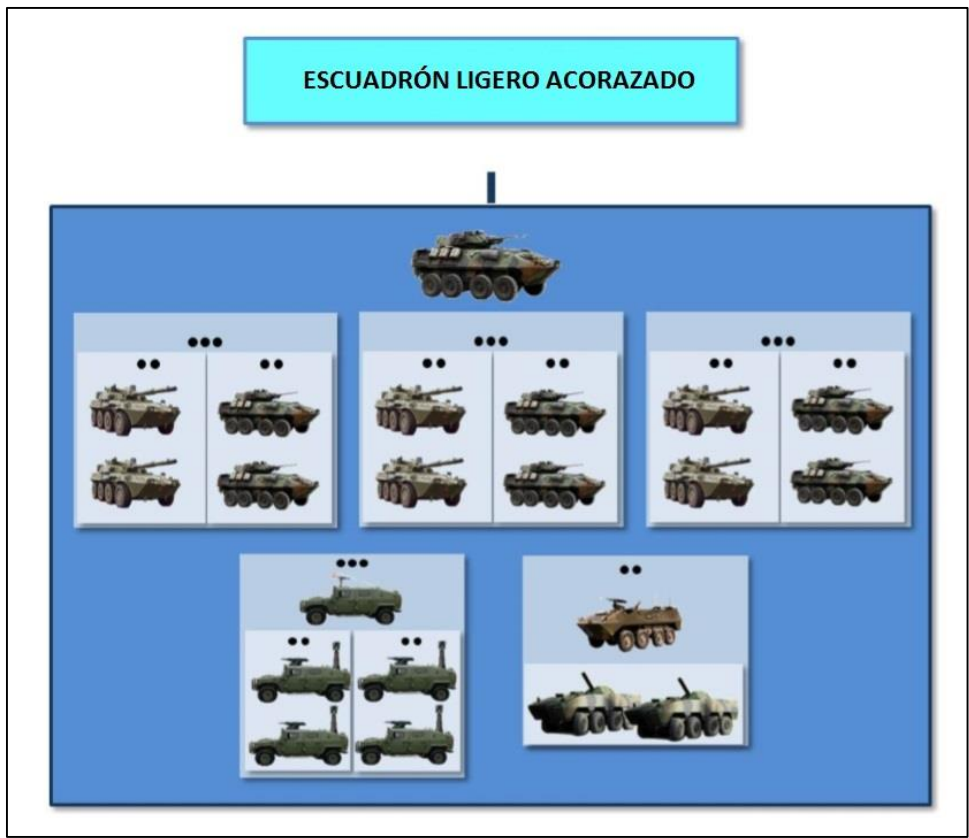


Figura D.4: relación de vehículos de un escuadrón ligero acorazado

ANEXO E: Ejercicio CPX entidad grupo o batallón.

1. Generalidades

La finalidad de un ejercicio CPX es adiestrar a la Plana Mayor, de una entidad tipo grupo o batallón, en el planeamiento y conducción de operaciones ofensivas y defensivas en combate generalizado, con la finalidad de mejorar y practicar los procedimientos internos del Puesto de Mando de grupo para el planeamiento y conducción de operaciones.

De acuerdo con el PAP de brigada de la unidad superior, las Planas Mayores de las Unidades de entidad batallón/grupo de la brigada deben realizar un ejercicio tipo CPX de acuerdo con las Misiones de Adiestramiento asignadas y los Objetivos de Adiestramiento establecidos para el período concreto en el que se ejecute el ejercicio.

El uso de la simulación para esta clase de ejercicios en base al simulador Steel Beasts o VBS2, supone un incremento del grado de realismo mediante la inyección de incidencias reales a las unidades de combate y recepción de la información necesaria para coordinar y dirigir las unidades en un entorno virtual.

2. Estructura

Un ejercicio CPX se compone de cuatro elementos principales: PTA, STA, EXCON y DIREX.

- *Primary Target Audience* (PTA): es la PLMM del grupo o batallón, componente central y objeto de creación del ejercicio. Se compone de las secciones de personal (S-1), inteligencia(S-2), operaciones (S-3) y logística (S-4), además de las células apoyo ampliar las capacidades y funciones del puesto de mando: Jefe de Ingenieros, Elemento de Apoyo de Fuegos, etc.
- *Secondary Target Audience* (STA): son las unidades de combate que ejecutan sobre el terreno virtual la misión planeada y coordinada por la PLMM y que permiten el cumplimiento de los objetivos establecidos para el PTA. Se compone en base a una o más unidades de entidad escuadrón/compañía, pudiendo ser reforzadas por unidades externas.
- *Exercise Controller* (EXCON): es el teniente coronel jefe de a la PLMM de la unidad superior encargado del control del ejercicio, que dirige a su vez a:
 - OPFOR: es el enemigo participante en el ejercicio, debe ser cargado previamente por el personal de simulación acorde a la petición del PTA y que es controlado durante el ejercicio por el EXCON.
 - HICON: simula el puesto de mando de la unidad superior, consecuentemente el puesto de mando que conforma la PTA puede remitir al escalón superior la información procedente de la misión y además mediante éste tanto el EXCON como el DIREX pueden dar directrices al PTA
 - MEL/MIL: el *main event list*, (MEL), y el *main incident list*, (MIL), contienen las incidencias y eventos planeados e inyectados por el EXCON durante el ejercicio y que afectan a la maniobra del STA.
 - Centro Situacional (SITCEN): centro de situación, es lugar desde donde el EXCON y/o DIREX controla el ejercicio.
- Director de ejercicio (DIREX): es el director del ejercicio encargado de coordinarlo y dirigirlo.

A continuación se muestra un ejemplo de la organización operativa de un ejercicio CPX de entidad grupo:

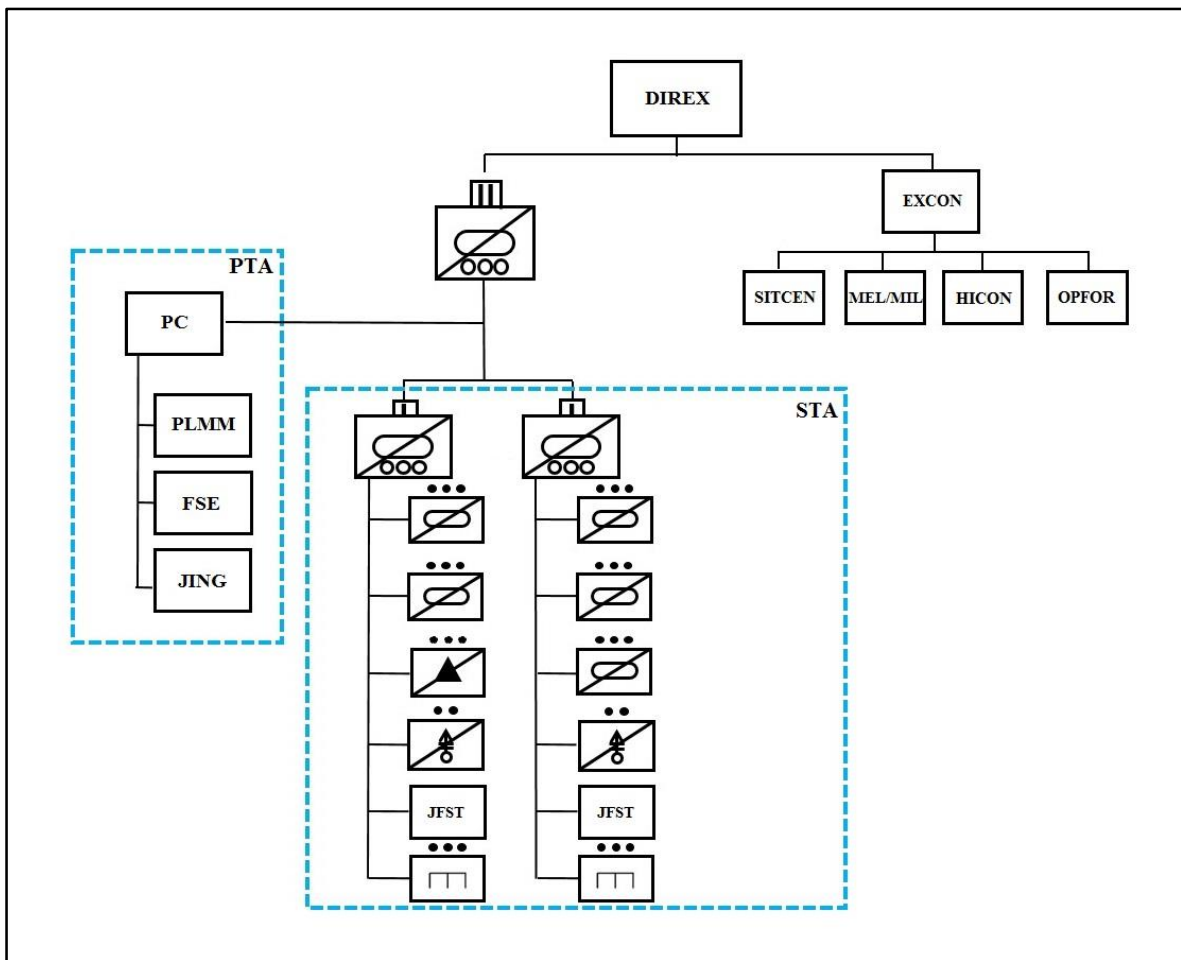


Figura F.1: Organigrama de un ejercicio CPX entidad grupo/batallón

3. Fases

- Fase de planeamiento: consiste en el planeamiento y la preparación del ejercicio que se llevará a cabo en una unidad determinada y el producto final será la orden de operaciones, sus anexos, un planeamiento de la operación, y unas MEL-MIL asociadas. Una vez que la PLMM haya finalizado el planeamiento remitirá al personal de simulación el material de la orden de operaciones necesario para cargar virtualmente el ejercicio: mapa, unidades propias, enemigo, etc.
- Fase de despliegue: el STA ocupará sus puestos en el SB, mientras que el puesto de mando podrá ocupar una sala anexa a la de simulación ocupada por los escuadrones o la zona del campo de maniobras marcada en caso de efectuar un despliegue real. Posteriormente, se establecerán las mallas de comunicación vía radio: malla de mando, para el control y coordinación de unidades subordinadas, y malla de operaciones, para informar al puesto de mando de brigada, *higher control*, (HICON).
- Fase de ejecución: La ejecución del ejercicio se basará en el planeamiento final con los apoyos solicitados, ambientación, y la conducción de las operaciones ofensivas y defensivas desde el PC de grupo desplegado mientras es ejecutado en el Steel Beasts.
- Fase de repliegue: siendo su finalidad el repliegue sobre la unidad en caso de despliegue de todo el personal y el material participante del puesto de mando en el ejercicio en condiciones de seguridad.
- Fase de recuperación material y análisis postmisión: se procede a realizar las acciones logísticas y de mantenimiento necesarias para recuperar el material empleado en el ejercicio, de tal forma que quede preparado para ser empleado de nuevo. Posteriormente

4. Layout

El *layout* muestra la distribución de las unidades componentes del STA en el aula de simulación, así como la organización del puesto de mando del PTA, tanto si es desplegado físicamente y ejecutando el ejercicio sobre el terreno, como estáticamente en un aula. A continuación se muestra como ejemplo un *layout* de un puesto de mando móvil conformado por las secciones de la PLMM, apoyo de artillería y zapadores, y el despacho del jefe de grupo. Posteriormente, se representa la distribución de los escuadrones y sus respectivos apoyos de artillería y zapadores, el puesto de mando de brigada y el instructor de simulación.

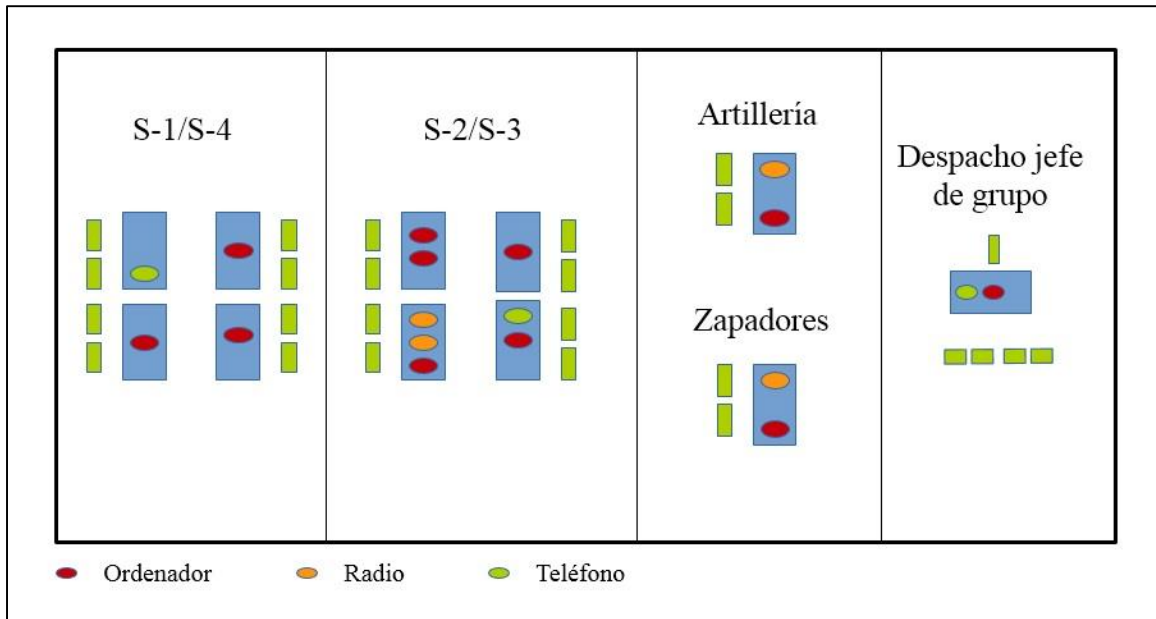


Figura F.2: Layout de puesto de mando móvil de grupo/batallón

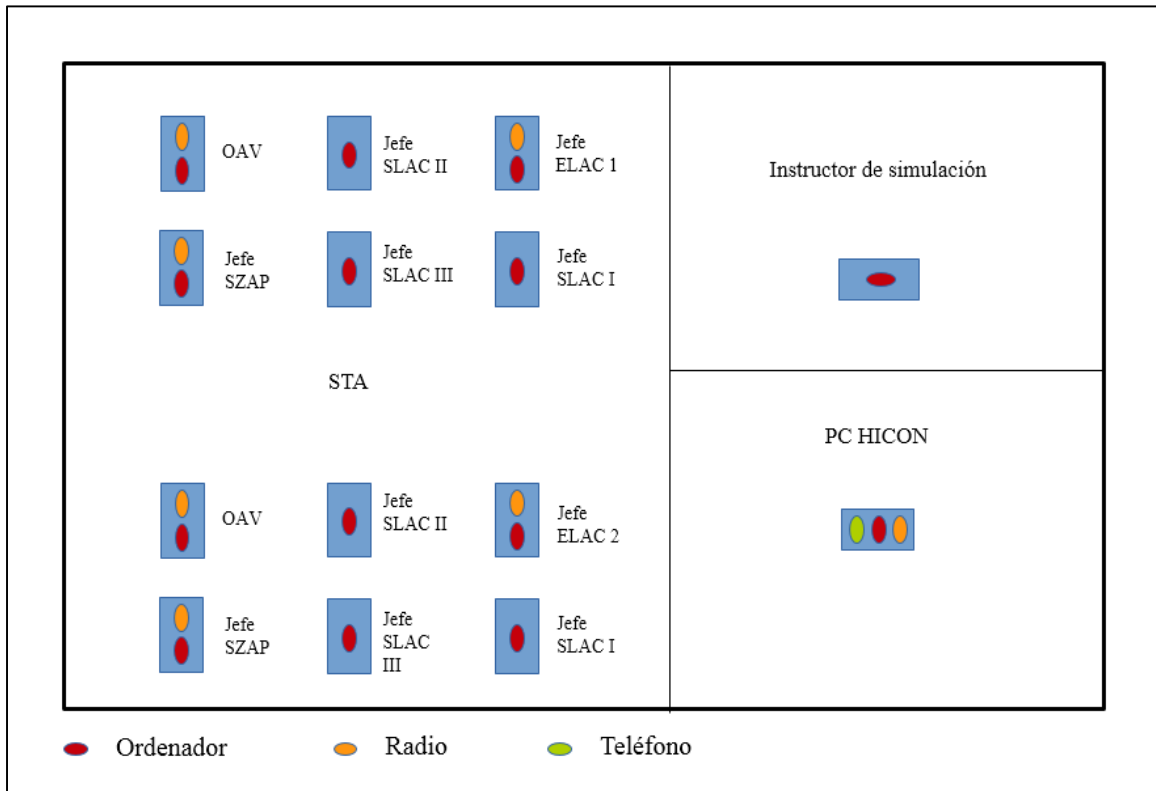


Figura F.3: Layout de dos escuadrones distribuidos en el aula de simulación

[Página intencionadamente en blanco]

ANEXO F: Ejercicio de colaboración con la Brigada “Extremadura” XI.

1. Generalidades del ejercicio

Durante los días 19 y 20 de septiembre el Batallón de Carros de Combate “Mérida” I/16 del Regimiento Castilla Nº 16 de la Brigada “Extremadura” XI realizó un ejercicio de adiestramiento de puesto de mando, CPX, denominado Allied Effort 17 para la operación Allied Spirit VII que el batallón llevará a cabo en el extranjero. A este ejercicio de simulación se le asignaron los siguientes objetivos:

- Constituir, operar y validar la estructura diseñada para el puesto de mando del Grupo Táctico “Extremadura” actuante en el ejercicio Allied Spirit VII BMS y su intercambio de datos con Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra, (SIMACET).
- Familiarizar a las distintas secciones del puesto de mando del grupo táctico con la organización operativa y medios cargados para el grupo táctico en el Ejercicio Allied Spirit VII, replicándose en el sistema Steel Beast y en SIMACET dichos datos.
- Reconocer de forma digital, tanto por el PC GT como por las células de respuesta (CR) el terreno a emplear durante el Ejercicio. Allied Spirit VII.

La novedad que integraba este ejercicio es el uso del sistema de mando y control BMS-LINCE³¹ con la finalidad de que tanto el puesto de mando como el jefe de unidad recibieran información actualizada en todo momento y tuvieran mejor visión del campo de batalla. Además, esta información puede y debe ser transmitida al SIMACET para que a su vez el escalón superior, puesto de mando de brigada, disfrute de la misma conciencia situacional de la operación.³²

2. Configuración del ejercicio

Al tratarse de un ejercicio CPX se concretaron dos elementos diferenciados: el puesto de mando, las unidades de combate y las unidades de apoyo al combate que ejecutaban el ejercicio en el simulador SB y el puesto de mando del grupo táctico que recibía la información de las unidades subordinas vía radio y BMS, estando localizado cada elemento en aulas diferentes.

- El puesto de mando es el elemento principal a adiestrar y por el cual son concebidos estos tipos de ejercicios. Está compuesto por células con funciones diferenciadas supeditadas al jefe de grupo.
- Las unidades de combate y de apoyo al combate son dirigidas y coordinadas por el puesto de mando para cumplir la misión encomendada.

2.1 Células de respuesta

Cada una de las unidades actuaba como célula de respuesta en el simulador SB durante la misión, participando:

- Compañía de carros de combate 1, 2 y 3.
- Sección ligero acorazada de Caballería como elemento de reconocimiento.
- Pelotón de morteros pesados.
- Sección de Zapadores.
- Logística.

Todas las células de respuesta estaban conectadas con el *Battle Management System*, (BMS), en el cual se replicaban los sucesos acontecidos en el SB para transmitirlos a los clientes BMS del puesto de

³¹ Sistema de mando y control que conecta todas las plataformas que posea la unidad para agilizar la función de mando y control gracias al intercambio de información en tiempo real.

³² http://www.ejercito.mde.es/noticias/2016/12/5693_bms_en_batallones_de_carros.html

mando del grupo táctico. El paso de información al escalón superior se llevaba a cabo entre los *switchs* de cada una de las aulas, el *switch 1* integraba a las estaciones BMS de las células de respuesta y el *switch 2* a su vez a las estaciones BMS del puesto de mando. Además de la conexión por cable, existía la comunicación vía radio con varias mallas que permitían a las unidades comunicarse entre sí y con el escalón superior.

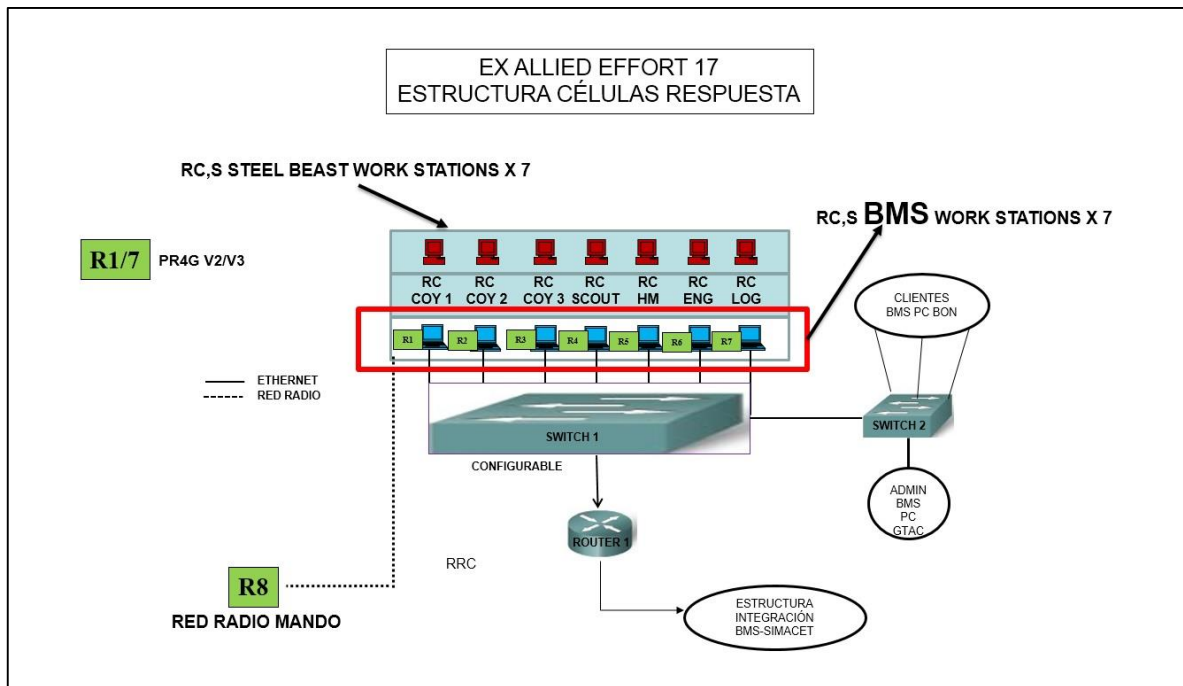


Figura G.1: Estructura de las células de respuesta

2.2 Puesto de mando

Las células constituyentes del puesto de mando estaban conectadas al sistema BMS donde les era replicada la información procedente del SB, finalizando la conexión en el *switch 2*, al cual también estaba conectado el PC del administrador BMS. Finalmente, el *switch 1* se conectaba con el *router* para permitir el enlace del sistema BMS con el SIMACET y conseguir enlace con la brigada.

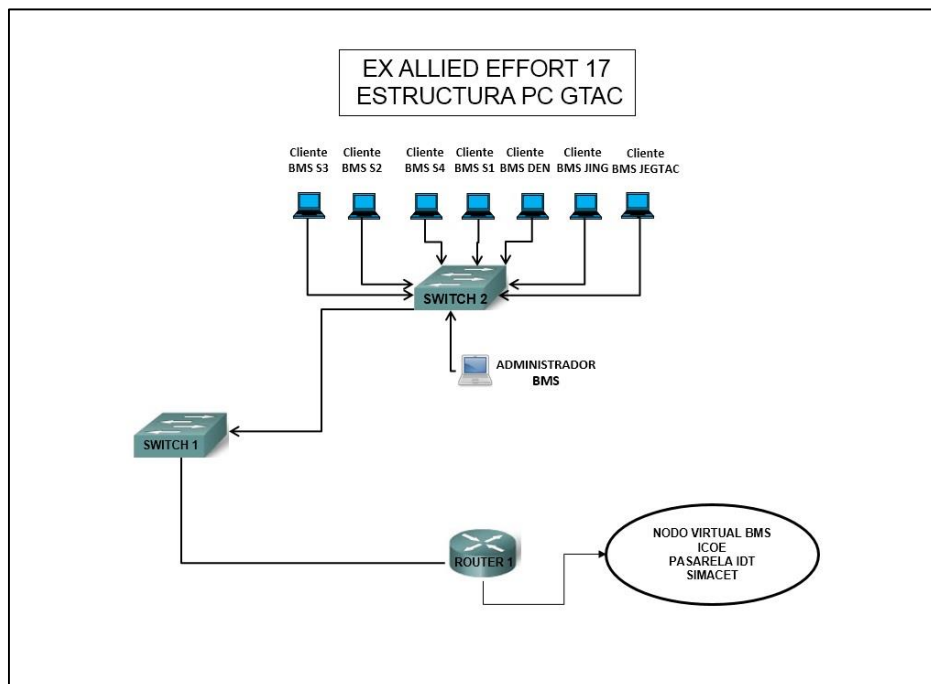


Figura G.2: Estructura del puesto de mando de batallón de los clientes BMS

Las células que conformaban el puesto de mando son:

- Jefe del Grupo Táctico.
- S-1, S-2, S-3 y S-4, encargadas respectivamente del personal, inteligencia, operaciones y logística.
- El destacamento de enlace.
- Jefe de Ingenieros, para la coordinación de las unidades de Ingenieros en lo respectivo a protección, movilidad y contramovilidad.

En la siguiente imagen se muestra la distribución real del puesto de mando con cada uno de los medios informáticos y conexiones por cable, vía radio y con SIMACET.

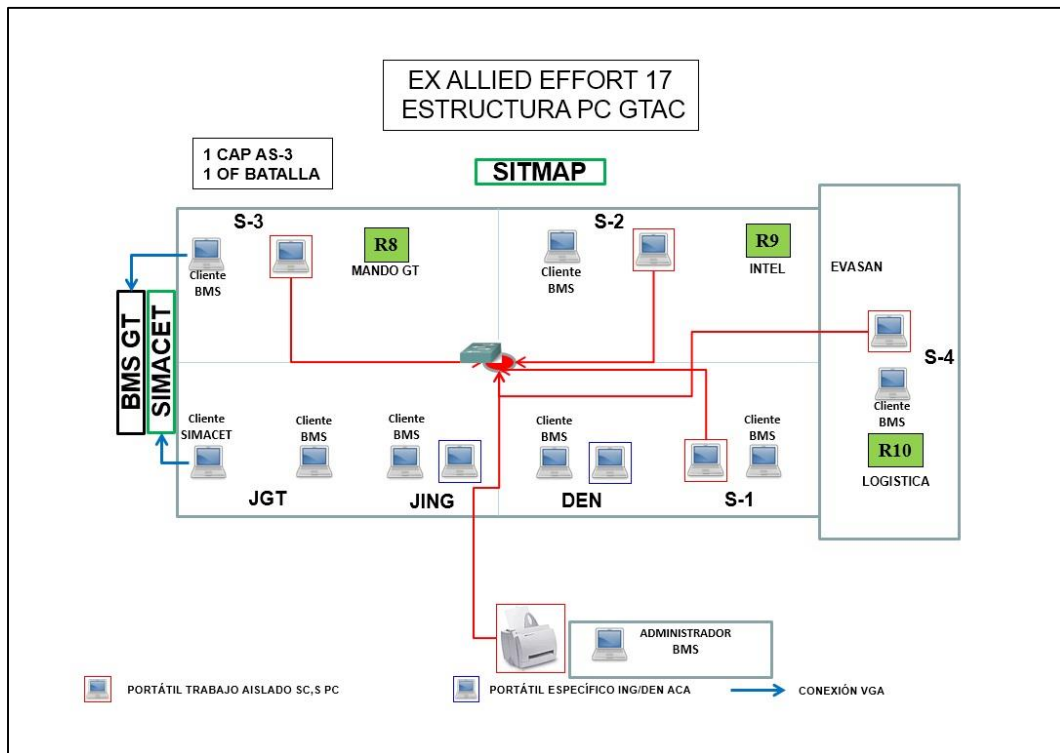


Figura G.3: Estructura del puesto de mando de batallón

3. Análisis del ejercicio.

La estructura de enlace es un elemento esencial en los CPX que permite el intercambio de información, en un ejercicio de estas características en el que se emplean medios con *softwares* diferentes es lograr la conexión y comunicación entre ellos. En este caso los problemas de conexión son entre el simulador SB y el sistema BMS, y el sistema BMS con el SIMACET.

En lo referente a la conexión SB-BMS, a día de hoy para los ejercicios CPX que empleen esta configuración se precisa de los usuarios, jefes de sección, jefes de escuadrón y capitanes auxiliares de cada sección de PLMM, para introducir manualmente la información del simulador al sistema de mando y control, esto se debe a que la versión actual de SB de 64 bits no es compatible, por lo que se precisaría un software que desarrollaría la empresa Indra, creadora del BMS, que sirviera de plataforma para poder permitir el intercambio de información entre el simulador y el sistema BMS.

El segundo inconveniente a solventar sería la conexión BMS-SIMACET. Desde el 14 de septiembre del presente año la Jefatura CIS de Asistencia Técnica, (JCISAT), aprobó la conexión entre ambos sistemas puesto que desde entonces el BMS cumple los requisitos OTAN de seguridad, permitiendo así una mejora en el intercambio de información entre el puesto de mando de grupo y el de brigada o superior. [16]

Regularmente, la estructura de enlace se materializa en una malla de radio en base a la PR4G que permite la conexión entre los usuarios de BMS, pero para aquellos ejercicios CPX en los que dicha conexión entre usuarios sea por cable se precisan de *switchs* y de redes W-LAN. En el caso concreto del Ejercicio Allied Spirit VII se empleó una configuración donde los recursos fueron utilizados de forma ineficaz puesto que se duplicó el número de *switchs* necesarios y la cantidad de redes *wireless local area network*, (W-LAN) fue mucho mayor a la requerida. Esta cantidad de elementos superior a la necesaria hizo que el riesgo de fallo aumentara, haciendo que finalmente el ejercicio tuviera que ser prorrogado varias horas debido a la imposibilidad de iniciarlo.

Para solventar los errores de funcionamiento se tuvo que proceder a llevar a cabo las siguientes tareas:

- Reducir la cantidad de redes W-LAN, creando una común para cada una de las aulas, para las células de respuesta y otra para el puesto de mando, haciendo que la cantidad de redes recibidas por el *router* fuera menor.
- Eliminar el *switch* 2, centralizando todas las conexiones de los terminales al *switch* 1

Como lecciones aprendidas para futuros ejercicios CPX se debe de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Emplear el número mínimo de elementos necesarios para evitar errores del sistema de configuración.
- Ensayo previo al ejercicio para comprobar el correcto funcionamiento tanto de cada uno de los elementos de manera aislada como de todos ellos en conjunto.