



Trabajo Fin de Grado

Diseño y Configuración de un Centro de Operaciones RPAS
(CORPAS)

Autor

Alex Polo Benito

Director/es

Director académico: Ricardo Laborda Herrero

Director militar: Ricardo Rodríguez Cobos

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022

Agradecimientos

Me gustaría agradecer de forma sincera, toda la labor desempeñada por el personal encuadrado en la Base “Conde de Gazola” en el Grupo de Artillería de Información y Localización II/ 63, GAIL II/63. Ya que es un destino que tenía especial interés por conocer, he podido sentirme apoyado desde el primer minuto que pisé la Unidad, y puedo decir que superó mis expectativas en cuanto a la actitud de todo este personal.

Especialmente me refiero a la Batería RPAS, donde tuve la oportunidad de presenciar una campaña de vuelo, y aprender las funciones de la propia Batería. Con ello pude tratar con diferentes suboficiales y personal de tropa, con dilatada experiencia en el mundo de los RPAS, quienes me aclaron todo tipo de dudas en referencia al tema en cuestión.

Por supuesto, como Mandos de dicha Batería, también quería expresar mis agradecimientos tanto al Capitán Ricardo Rodríguez Cobos como al Brigada Francisco Ortega García. Dichos mandos han sido las principales personas que me han podido ayudar a conseguir la información necesaria para la realización del presente trabajo (junto con el Subteniente de Goya, quien me ofreció su tiempo sin ningún problema), y también orientarme en la forma de trabajar en la Unidad.

Por último, pero no menos importante, agradecer todas las proposiciones, ideas, consejos, ayudas, matices y correcciones de mi director académico: el Dr. Ricardo Laborda Herrero, que ha hecho posible que el desarrollo de la memoria navegue en la dirección correcta.

RESUMEN

Es evidente que los medios RPAS (Sistema Aéreo Tripulado Remotamente) poseen cada vez más funciones en un mundo donde la tecnología avanza a pasos agigantados. Y, como no podía ser menos, las Fuerzas Armadas deben aprovechar esta herramienta, ya visible en operaciones actuales, pero que además cuenta con una gran capacidad de proyección en la guerra del futuro. Esto repercute en una serie de condiciones a la hora de operar, como la imposibilidad de tener bajas propias, la dificultad de no haber 'bandos predisuestos', o la importancia del espectro electromagnético.

Para ello los medios RPAS han ido adquiriendo cada vez más funciones, y sus operadores más responsabilidades. Esto provoca que los despliegues, protocolos, técnicas y procedimientos sean, de igual manera, más complejos. Todo ello se recoge finalmente en la organización, diseño y configuración de un Centro de Operaciones RPAS (CORPAS).

A la hora de realizar este Trabajo, se tiene en cuenta los requerimientos (a escala) de aeródromo para el diseño 3D del CORPAS, con el objeto de dar una idea espacial del concepto. Además, se hará un estudio de eficiencia, donde se podrán ver, para empezar, un análisis DAFO en el que se recogerán las ideas fuerza en cuanto a 'pros y contras' de los medios RPAS, como base de la que partir. Posteriormente se hará un análisis vía matriz 3D en la que se contrastarán las características claves que posee un CORPAS a la hora de desplegar, en diferentes situaciones: una situación de maniobras (simulación), una situación real en un Teatro de Operaciones en el exterior, y una situación ideal, con la que comparar las otras a la hora de analizarlas.

Más adelante se verán los riesgos que implican el despliegue del mismo CORPAS, tanto por la vía terrestre (segmento terrestre), donde se verán las medidas procedentes del riesgo laboral a la hora de tratar con las aeronaves. Como por la vía aérea (plataformas aéreas), donde se verán los posibles factores a tener en cuenta a la hora de dejar inoperativos tanto a personal de la Unidad, como a la propia aeronave. Se podrá ver que son riesgos claramente asumibles a la hora de llevar a cabo la misión.

Una vez realizado el diseño de cómo debe ser el CORPAS y las características que tiene (de manera cuantificada), se podrá ver resuelto el objetivo de este Trabajo, dar respuesta a una configuración y diseño de un Centro de Operaciones RPAS.

Palabras clave

RPAS, Centro de Operaciones, UAV, Ejército

ABSTRACT

It is evident that RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) means increasingly have more functions in a world where technology advances by leaps and bounds. And, as it could not be less, the Armed Forces must take advantage of this tool, already visible in current operations, but which also has a great projection capacity in the war of the future. This has repercussions on a series of conditions when operating, such as the impossibility of having their own casualties, the difficulty of not having "predisposed sides", or the importance of the electromagnetic spectrum.

For this, the RPAS media have been acquiring more and more functions, and their operators more responsibilities. This causes the deployments, protocols, techniques and procedures to be, in the same way, more complex. All of this is finally included in the organization, design and configuration of an RPAS Operations Center (CORPAS).

When carrying out this work, the aerodrome requirements (at scale) for the 3D design of CORPAS are taken into account, in order to give a spatial idea of the concept. In addition, an efficiency study will be carried out, where, to begin with, a SWOT analysis will be able to be seen in which the main ideas in terms of 'pros and cons' of RPAS media will be collected, as a basis from which to start. Subsequently, an analysis will be made via a 3D matrix in which the key characteristics that a CORPAS has when deploying, in different situations will be contrasted: a maneuvering situation (simulation), a real situation in a Theater of Operations abroad, and an ideal situation, with which to compare the others when analyzing them.

Later on, we will see the risks involved in the deployment of CORPAS itself, both by land (land segment), where the measures from occupational risk when dealing with aircraft will be seen. Such as by air (aerial platforms), where the possible factors to take into account will be seen when leaving both Unit personnel and the aircraft itself inoperative. It will be seen that they are clearly assumable risks when carrying out the mission.

Once the design of how the CORPAS should be and the characteristics it has (in a quantified way) has been made, the objective of this Work will be able to be resolved, to respond to a configuration and design of an RPAS Operations Center.

KEYWORDS

RPAS, Operations Center, UAV, Army



INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	i
Palabras clave.....	ii
Abstract	iii
Keywords	iv
1. Introducción.....	1
2. Objetivos y metodología.....	3
2.1. Objetivos y alcance.....	3
2.2. Metodología	3
2.2.1. Métodos cualitativos: Entrevistas	4
2.2.2. Métodos cuantitativos.....	5
2.2.2.1. Métodos cuantitativos: Riesgos	5
2.2.2.2. Métodos cuantitativos: Eficacia	6
2.2.2.3. Métodos cuantitativos: Cuestionario	7
3. Antecedentes y marco teórico (estado del arte).....	8
3.1. Antecedentes	8
3.2. Marco teórico (Estado del Arte)	9
3.2.1. GAIL II/63	9
3.2.2. RPAS.....	10
3.2.2.1. “Searcher MK-III J”	10
3.2.2.2. RPAS “Orbiter 3B STUAS”	11



3.2.2.3. RPAS “Scan-Eagle” RM1”	12
3.2.3. Centro de Operaciones RPAS (CORPAS).....	13
3.2.3.1. Pista de despegue/aterrizaje (“P1”).....	14
3.2.3.2. Zona Logística (“L”)	14
3.2.3.3. Zona de Operaciones (“O”)	15
4. Desarrollo: análisis y resultados	15
4.1. Análisis y resultados de la eficiencia de un Centro de Operaciones RPAS	15
4.1.1. Análisis DAFO	16
4.1.1.1. DAFO: Debilidades	17
4.1.1.2. DAFO: Amenazas.....	18
4.1.1.3. DAFO: Fortalezas.....	19
4.1.1.4. DAFO: Oportunidades	19
4.1.2. Análisis de eficiencia del CORPAS vía Matriz 3D.....	20
4.1.2.1. Situación número 1 (ideal).....	21
4.1.2.2. Situación número 2 (real)	22
4.1.2.3. Situación número 3 (real)	24
4.2. Análisis y resultados de los riesgos en el Centro de Operaciones RPAS	26
4.2.1. Análisis de riesgos del Segmento Terrestre de un CORPAS.....	26
4.2.1.1. Riesgo número 7: no gestionar correctamente la tripulación para fase pre-vuelo y post-vuelo.....	26
4.2.1.2. Riesgo número 10: no tener una GCS independiente	27
4.2.2. Método de comparación de características ponderadas de plataformas aéreas o UAV’s.....	27



4.2.2.1. "Searcher MK-III J"	28
4.2.2.2. "Orbiter 3B STUAS"	29
4.2.2.3. "Scan-Eagle RM1"	31
5. Conclusiones	34
6. Referencias bibliográficas	36
Anexo I. Clasificación RPA OTAN	39
Anexo II. Cuestionario sobre las medidas enfocadas al CORPAS	40
Anexo III. Resultados del Cuestionario.....	43
Anexo IV. Organización Orgánica del Ejército de Tierra	47
Anexo V. Entrevista Formal a Personal desplegado en Afganistán.....	48
Anexo VI. Sistema de lanzamiento por Catapulta del RPAS "Orbiter 3B STUAS".....	54
Anexo VII. Sistema de lanzamiento por Catapulta del RPAS "Scan-Eagle RM1"	55
Anexo VIII. Sistema de Recuperación del RPAS "Scan-Eagle RM1".....	56
Anexo IX. Área Logística de un Centro de Operaciones RPAS	57
Anexo X. Área de Operaciones en un Centro de Operaciones RPAS	59
Anexo XI. Tabla de Entrevistas.....	60
Anexo XII. BLOS (Beyond Line Of Sight).....	61
Anexo XIII. Análisis de Riesgos y Leyenda de la matriz Probabilidad-Impacto	62
Anexo XIV. GDT (Terminal de Datos Terrestre).....	63
Anexo XV. Fotos Generales del Diseño 3D del CORPAS	64



Anexo XVI Diagrama de la Metodología General del Proyecto	67
Anexo XVII. Tabla de viento en cara y viento lateral del Modelo “Searcher”	68
Anexo XVIII. Partes del fuselaje del RPAS “Searcher MK-III J”	69
Anexo XIX. Tabla resumen de los RPAS descritos en Marco Teórico ...	70



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Primer vuelo del “Searcher MK-II J” en Territorio Nacional	9
Figura 2 Searcher MK-III J.....	10
Figura 3 Orbiter 3B STUAS	11
Figura 4 Scan-Eagle RM1	12
Figura 5 Distribución del CORPAS	13
Figura 6 Distribución de las Zonas del CORPAS	14
Figura 7 Diferentes entornos en DAFO.....	17
Figura 8 Matriz 3D Situación nº 1	22
Figura 9 Matriz 3D Situación nº 2	24
Figura 10 Evolución del Caso 1 al Caso 2	24
Figura 11 Matriz 3D Situación nº 3	25
Figura 12 Evolución del Caso 1 al Caso 3	25
Figura 13 Ponderación de Riesgos en el UAV “Searcher MK-III J”	28
Figura 14 Ponderación de Riesgos en el UAV “Orbiter 3B STUAS”.....	29
Figura 15 Ponderación de Riesgos en el UAV “Scan-Eagle RM1”	31
Figura 16 Orgánica Ejército de Tierra.....	47
Figura 17 Orgánica de Fuerza Terrestre.....	47
Figura 18 Catapulta RPAS “Orbiter 3B STUAS”	54
Figura 19 Catapulta RPAS “Scan-Eagle RM1”	55
Figura 20 Sistema de Recuperación del RPAS “Scan-Eagle RM1.....	56
Figura 21 Área Logística.....	57
Figura 22 Zona de Combustibles, Grupo Electrógeno y Aparcamiento de vehículos	57
Figura 23 Aparcamiento vehículos sanitarios	58
Figura 24 Aparcamiento vehículos de recuperación	58
Figura 25 Zona de Operaciones y Briefing’s Aeronáuticos	59
Figura 26 Hangar y Zona de descanso de la tripulación	59
Figura 27 Presentación Gráfica BLOS	61
Figura 28 Vista CORPAS Frontal derecha.....	63



Figura 29 GDT (Terminal de Datos Terrestre)	63
Figura 30 Foto aérea del CORPAS frente izquierda	64
Figura 31 Foto aérea del CORPAS frente derecha.....	64
Figura 32 Señal de peligro por la proximidad de aeronaves en las avenidas de aproximación	65
Figura 33 Foto aérea CORPAS fondo izquierda	65
Figura 34 Foto aérea CORPAS frente izquierda.....	66
Figura 35 Diagrama de la Metodología.....	67
Figura 36 Partes del Fuselaje del modelo “Searcher”	69







INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis DAFO esquemático.....	17
Tabla 2 Clasificación RPA	39
Tabla 3 Listado de entrevistas informales	60
Tabla 4 Listado de entrevistas formales.....	60
Tabla 5 Análisis de Riesgos	62
Tabla 6 Tabla de vientos en cara y laterales en el RPAS “Searcher”	68
Tabla 7 Tabla resumen RPAS.....	70





ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Lista de las **abreviaturas** (Cap), **siglas** (AGM) y **acrónimos** (DIRACA), por orden alfabético la abreviatura y la descripción de la misma. Abreviaturas de términos como unidades del sistema internacional, por ejemplo, no se incluyen.

ACA Artillería de Campaña

ADT *Air Data Terminal* (Terminal de Datos Aérea)

AGL *Above Ground Level* (Sobre el Nivel del Suelo)

AGM Academia General Militar

ATC *Air Traffic Control* (Control de Tráfico Aéreo)

BDA *Battle Damage Assessment* (Evaluación de Efectos Resultantes de una Acción Militar)

BON Batallón

BÍA Batería

BLOS *Beyond Line Of Sight* (Más Allá del Horizonte Visual)

CAS *Close Air Support* (Apoyo Aéreo Cercano)

CG Cuartel General

CGET Cuartel General del Ejército de Tierra

CGTAD Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad

CÍA Compañía

CIS *Communication and Information Systems* (Sistemas de Información y Telecomunicaciones)

CORPAS Centro de Operaciones RPAS

CUD Centro Universitario de la Defensa

DGAM Dirección General de Armamento y Material

DUO *Designated UAV Operator* (Operador designado de UAV)

FAMET Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra

FAS Fuerzas Armadas

Ft *Feet* (Pie)

FUTER Fuerza Terrestre

GAIL II/63 Grupo de Artillería de Información y Localización II/63

GCS *Ground Control Station* (Estación de Control en Tierra)

GDT *Ground Data Terminal* (Terminal de Datos Terrestre)

GE Generador Electrógeno

GROSA IV/1 Grupo de Obtención por Sistemas Aéreos IV/1

HALE *High Altitude Long Endurance* (Gran Altura, Gran Autonomía)



HAS *Hook Arresting System* (Sistema de Gancho de Frenado)

ICAO Organización Internacional de aviación civil

IR *Infrared* (Infrarrojo)

ISAF *International Security Assistant Force* (Fuerza Internacional de Asistencia para la Seguridad)

ISR *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento)

ISTAR *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance* (Reconocimiento, Vigilancia, Adquisición de Objetivos e Inteligencia)

JEME Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra

JTAC *Joint Terminal Attack Controller* (Controlador Conjunto de Ataque Terminal)

Kts *Knots* (Nudos)

LOS *Line Of Sight* (Línea de Visión Directa. Radioenlace)

MALE *Medium Altitude Long Endurance* (Altitud Media, Gran Autonomía)

MOE Mando de Operaciones Especiales

MTOW *Maximum Take-Off Weight* (Peso Máximo al Despegue)

OTAN Organización del Tratado del Atlántico Norte

PASI Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia

PLMM Plana Mayor de Mando

PRL Prevención de Riesgos Laborales

RALCA Regimiento de Artillería Lanzacohetes de Campaña

RINT 1 Regimiento de Inteligencia 1

RPAS *Remotely Piloted Aircraft System* (Sistema Aéreo Tripulado Remotamente)

SIVA Sistema Integrado de Vigilancia Aérea

TFG Trabajo Fin de Grado

TO Teatro de Operaciones

TTP Técnica, Táctica y Procedimiento

UAS *Unmanned Aircraft System* (Sistema de Aeronave No Tripulada)

UCO Unidad, Centro, Organismo

UAV *Unmanned Aerial Vehicles* (Vehículo Aéreo no Tripulado)





1. INTRODUCCIÓN

La motivación del presente Trabajo Final de Grado, durante las prácticas externas que realizan los Alfereces alumnos al inicio de 5º Curso, entre los meses de septiembre y octubre, tiene su origen en la necesidad de estudiar el diseño de un Centro de Operaciones RPAS para formar uno o varios objetivos tangibles en el futuro, en el que poder fijar estructuras a partir de las cuales, proporcionar una evolución, ya no solo a la Batería¹, si no al Grupo entero y con ello a la Unidad.

El uso de los medios RPAS ha aumentado de manera desmesurada en los últimos años (según un estudio de Frost & Sullivan que numera las unidades de RPAS comerciales a casi 3 millones para el 2023, fuente [11]). Su uso militar ha demostrado ser totalmente eficiente en las operaciones en el extranjero y en territorio nacional, destacando su característica más importante: un menor o inexistente índice de bajas humanas.

Hay que tener en cuenta que las operaciones actuales requieren un carácter conjunto-combinado, y están reflejadas por la materialización de los sistemas de Mando y Control. Además, es importante sumarle a la necesidad de Adquisición de Objetivos, la evaluación de los efectos en las acciones de combate ejecutadas, y la generación de daños psicológicos (y físicos). Es por estas razones que los RPAS han sido explotados en misiones ISTAR (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento) para la toma de decisiones en tiempo real, de neutralización e incluso de destrucción.

Todo ello, bajo una condición sumamente importante en las operaciones del S. XXI: la atenta mirada de los medios de información y la opinión pública.

De manera que, hoy día, no se plantea la posibilidad de ejecutar una misión en Zona de Operaciones sin medios RPAS.

De esta forma, para llevar a cabo una operación RPAS, ya sea en Territorio Nacional (TN), como en zona de conflicto o mantenimiento de la paz, es necesario desplegar un Centro de Operaciones para llevar a cabo la plenitud de sus funciones, cumpliendo con los requerimientos de aeródromo. Para ello, hay que tener en cuenta facetas como la seguridad de Vuelo (segmento aéreo), la seguridad en Tierra (segmento terrestre) y necesidades del Personal y Material, así como la logística completa que apoya a la Unidad.

Es por ello que el GAIL II/63, gracias a la experiencia obtenida en operaciones RPAS, puede instruir a otras Unidades para el diseño óptimo de un Centro de Operaciones RPAS. Este diseño está basado en las necesidades y exigencias de la propia Unidad, de manera que los objetivos queden prefijados con la intención de cumplir con las expectativas de las Fuerzas Armadas en el futuro escenario ‘Fuerza 2035’².

El uso de drones (tipo I “small”, tipo II, véase ANEXO I para ver la clasificación OTAN) a nivel UCO tiene funciones tanto civiles como militares: vigilancia de incendios, apoyo a la protección de autoridades, acciones ISTAR, corrección de fuegos, operaciones de neutralización, etc. Para dichas funciones es necesario desplegar un Centro de Operaciones para planear, ejecutar y controlar esas acciones. Por lo tanto, no solo involucraría al GAIL II/63 (Explicar procedencia) o al GROSA IV/1 (ídem), sino también a batallones de la UME (Unidad Militar de Emergencias) y equipos de protección de autoridades (civiles y militares).

Sin embargo, los inicios de los medios RPAS en España no fueron fáciles, pues no eran unos medios totalmente “independizados”, esto quiere decir que no disponían de un aeródromo propio, y,

¹ Una Batería (Bía) es la entidad Compañía de la especialidad de Artillería. Conforma a varias Secciones, y cada Sección a varios Pelotones.

² Modelo que está elaborando actualmente cuyo objetivo es la adaptación del Ejército de Tierra Español al entorno Operacional que se prevé en el futuro dictaminado por ese año.



por ende, un Centro de Operaciones. Y como se ha comentado anteriormente, sin el mismo centro no se pueden operar los RPAS sin un mínimo de operatividad.

Esta situación tenía varios inconvenientes. Para empezar, la dependencia absoluta de la UCO que aportara el aeródromo, de manera que el ritmo de las operaciones se tenía que ajustar a las necesidades de la UCO, cuando en ocasiones podría ser un organismo civil el que las manejara, de manera que el trabajo en su conjunto se complicara aún más. Por otra parte, entraban a formar parte de una zona aérea que no era constante, por lo que, ni las decisiones ni los trámites resultaban ser ágiles. Esto se trasladaba a tener distintos protocolos de ATC (*Air Traffic Control*), Control de Tráfico Aéreo cada vez que desplegaban, por lo que se ralentizaba aún más la toma de decisiones en medio de las operaciones. Además, la carga logística empleada, al ser en lugares ajenos a la propia Unidad RPAS, era bastante mayor. Todo sumado al desconocimiento e inexperiencia de los medios RPAS en España en aquellos años, hacía que la necesidad de plantear un Centro de Operaciones propio y privado, independiente y eficaz, se volviera más tangible.

Así pues, se fueron ideando las partes de las que se compondría un Centro de Operaciones RPAS (CORPAS).

El CORPAS está formado fundamentalmente por la Zona Logística donde se sustentan los medios materiales (vehículos, depósitos, grupos electrógenos) que no afectan directamente ni al segmento terrestre (Elementos de Control y Explotación: GCS, *Ground Control Station*, Estación de Control en Tierra, y GDT, *Ground Data Terminal*, Terminal de Datos Terrestre; y Elementos de Apoyo), ni al segmento aéreo (RPA y la Carga útil³); la Zona de Operaciones compuesta por la zona de descanso de tripulación, el hangar y las operaciones aéreas; y el Área de Pista, donde la aeronave aterriza y despegue en condiciones operativas idóneas. (Ya que, si hubiera algún problema, la aeronave desplegaría un paracaídas de emergencia)

En cuanto a la estructura del TFG se tratará de responder al objetivo principal analizando el nivel de operatividad, finalmente un análisis de riesgos.

Cada tipo de análisis tendrá sus propias herramientas, que nos darán unos resultados a partir de unos datos obtenidos mayoritariamente de la Unidad. Finalmente, en el apartado de conclusiones, se presentarán las ideas fuerza del Trabajo.

³ Dispositivos portados por el UAV no necesarios para el vuelo.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal del TFG es analizar la posibilidad de desplegar un Centro de Operaciones RPAS con los requerimientos de aeródromo precisos y los requisitos aeronáuticos necesarios, manteniendo o incluso aumentando la operatividad de la UCO, de manera que sirva de agravio e impulse el uso de RPAS para los diferentes acontecimientos del siglo XXI.

Para responder a esta cuestión, se establecen una serie de objetivos específicos, a través de los cuales, se afrontará la posibilidad desde diferentes puntos de vista:

1. Conocer la Unidad del GAIL II/63, dónde está encuadrada, su papel en el Ejército Español, las misiones que se le encomiendan y los recursos y medios de los que dispone.
2. Analizar la operatividad del uso de RPAS y de su Centro de Operaciones.
3. Conocer los riesgos relacionados con el segmento terrestre y el segmento aéreo del Centro de Operaciones, como mitigarlos y decidir si se pueden asumir o no en función de la situación.

Para abordar estos objetivos, será necesario conocer a fondo la composición, personal y material, tanto del Centro de Operaciones como de los materiales RPAS, los riesgos que traen consigo, ya sean de ámbito laboral terrestre o aeronáutico, y los requerimientos específicos a los que están atados (conceptos como PERAM, Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares) y Normativa vigente.

Por otra parte, cabe destacar el punto débil en lo que a recursos se refiere, ya que actualmente los RPAS del GAIL II/63 no están en dotación en el Ejército de Tierra, es material puramente experimental. Esto significa que no presentan una logística tras de sí que les apoye, de manera que su interacción con la fuente de suministros aeronáuticos (por ejemplo: SCR⁴) se hace mediante la DGAM, la Dirección General de Armamento y Material. Por otra parte, se pretendió realizar un estudio de viabilidad económica, pero por falta de información no se pudo hacer, por la razón que se ha indicado anteriormente.

No obstante, uno de los materiales a presentar es el RPAS “Searcher MK III J”, que si se encuentra en dotación en el GROSA IV/1 (Grupo de obtención por sistemas aéreos IV del Regimiento de Inteligencia nº1, situado el Grupo en León, “Base de Gazola” y el Regimiento en Valencia), desde hace poco más de 10 años, ya que en sus inicios pertenecía al GAIL II/63.

2.2. METODOLOGÍA

Para poder cumplir los objetivos previstos en el presente TFG, cada objetivo específico se ha abordado de manera independiente con diferentes herramientas, basando la metodología en un progreso (véase el ANEXO XVI para ver el diagrama): ¿qué hicimos en el pasado?, ¿qué queremos hacer ahora?, ¿cómo lo podemos hacer?, y ¿es viable hacerlo de este modo?

Para ello se ha utilizado una serie de métodos:

⁴ Sistemas de Control Remoto. Actualmente, es una de las empresas con las que el Ejército de Tierra está probando nuevos RPAS con el objetivo de darlos de dotación en un futuro.



-Marco teórico: para enfrentarnos a un problema o a una necesidad, primero debemos conocer el ámbito de actuación, y eso involucra a la Unidad del GAIL II/63 y en especial la Batería RPAS, su personal y su formación, sus modos de trabajo, sus recursos (véase los manuales de los RPAS y de la propia Unidad, y presentaciones del propio Personal en “Referencias Bibliográficas”), y el tipo de misiones que realizó en el exterior.

-Métodos Cualitativos: se ha realizado una serie de entrevistas informales, mediante la observación directa de la Unidad, y el contacto telefónico y correo electrónico con Personal de la Batería desplegado en Afganistán y Letonia, gracias al curso de Operador de vuelo (DUO) realizado en Israel, y el de JTAC (*Join Terminal Attack Controller*, Controlador Conjunto de Ataque Terminal) respectivamente; como formales, en los que se ha aprovechado la experiencia de distinto Personal encuadrado para ratificar y contrastar los antecedentes y el inicio de la Unidad UAV. Y con ello los primeros Centros de Operaciones RPAS desplegados en un Teatro de Operaciones. Además, se ha utilizado el programa de diseño gráfico 3D “Google Sketch Up®” para dar forma a los requerimientos y necesidades reales de un Centro de Operaciones RPAS (véase fotos generales en el ANEXO XV). Este diseño servirá de plataforma para presentar el marco teórico (y espacial) a nivel general, y a su vez de ejemplo para facilitar la visualización de las peticiones realizadas en el cuestionario, junto con los casos ofrecidos en los análisis de eficiencia. Por lo que la fuente de elaboración de todas las fotos obtenidas del diseño 3D es propia.

Mediante estos métodos, seríamos capaces de contestar a las tres primeras cuestiones: la primera experiencia, lo que necesitamos actualmente y una manera de hacerlo.

-Métodos Cuantitativos: esta clase de métodos se desarrollarán para la última cuestión y objetivo principal del TFG: ¿Es viable el proyecto del diseño?

Como se ha comentado anteriormente, se abordará la e en 3 apartados:

- **Operatividad:** se realizarán dos métodos para poder calificar la operatividad del Centro de Operaciones en función de las características que tengan. Para ello se hará un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) en el que identificar los puntos fuertes y débiles del CORPAS. Posteriormente se abordará una matriz 3D en el que se distribuirán 3 características básicas (una por cada eje) de manera cuantificable que definirían el rendimiento del Centro de Operaciones.
- **Riesgos:** se realizarán 2 clases de matrices:
 - La primera matriz valorará los posibles riesgos que posee el segmento terrestre del Centro de Operaciones, esto es, la Zona Logística, la Zona de Operaciones, y la Pista de aterrizaje/despegue, y con ello se presentarán posibles soluciones que nos servirán de apoyo para visualizar las necesidades (Este sub-apartado se realiza mediante entrevista informal vía correo electrónico), calificando numéricamente los riesgos cuantificables.
 - La segunda matriz utilizará el método de Comparación de Características Ponderadas, donde se valorarán los riesgos que presenta el segmento aéreo, es decir, la plataforma aérea, tanto para el Centro de Operaciones, como para la propia aeronave.

2.2.1. Métodos Cualitativos: Entrevistas

Las entrevistas informales han sido de vital importancia para que el presente autor del TFG aprendiese las vicisitudes de la Unidad, ya que la misión de principal de la Batería es desplegar un CORPAS para el apoyo de las Unidades. Además, en el TFG se realiza un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) y para ello se recurrió también a entrevistas informales vía correo electrónico con personal que había desplegado antes en un Centro de Operaciones RPAS. (Véase en el ANEXO XI los datos principales del personal entrevistado



informalmente, desde el 6 de septiembre hasta el 15 de octubre, en el período de prácticas externas).

De igual manera, también se ha realizado una entrevista formal dirigida al Subteniente De Goya y al Brigada Ortega, por lo que se ha ideado otra tabla de la que proceden los datos de los entrevistados (véase ANEXO XI). La razón principal por la que se eligió exclusivamente a este personal es debido a que fueron los primeros del GAIL II/63 en desplegar en misiones RPAS reales en el exterior, y con ello también los primeros en formarse como observador y operador de vuelo respectivamente.

La entrevista consistió en 6 preguntas sobre el inicio del uso de los medios RPAS en el Ejército de Tierra, con sus ventajas e inconvenientes, y la proyección que tienen. La finalidad de esta entrevista ha sido corroborar el reciente pasado de la Unidad y de sus medios, y presentar los antecedentes del TFG en cuestión, de una manera fehaciente y a modo de ‘lecciones aprendidas’ (véase el ANEXO V para leer la entrevista).

2.2.2. *Métodos Cuantitativos*

Frente a los métodos cuantitativos, se ha querido dar una puntuación a diversas funciones del CORPAS, de manera que se han cuantificado los riesgos y la eficiencia. También se ha realizado un cuestionario “on-line” de 16 preguntas para saber la opinión del personal encuadrado en la Batería RPAS acerca de diversas medidas empleadas en el diseño y configuración del CORPAS y la proyección de los medios RPAS en el futuro (Ejemplo: Brigada 2035) con la herramienta “Google Forms” (véase el ANEXO II para ver las preguntas y el índice de respuesta de dicho cuestionario en el ANEXO III).

2.2.2.1. *Métodos Cuantitativos: Riesgos*

A la hora de analizar los riesgos en el diseño, elaboración y empleo de un Centro de Operaciones RPAS, se ha tenido en cuenta dos escenarios: el Segmento Terrestre (El CORPAS desplegado en Tierra), y el Segmento Aéreo (Plataforma Aérea).

Referente al Segmento Terrestre, se ha utilizado un Análisis de Riesgos con la herramienta de “Microsoft Excel”, una hoja de cálculo sencilla desarrollada por Microsoft®. La plantilla empleada es una modificación propia de la utilizada en la Asignatura “Oficina de Proyectos”, cursada en el primer cuatrimestre de cuarto curso de la Academia General Militar (AGM), cuya docencia la imparte el Centro Universitario de la Defensa (CUD). De este modo, se califican 12 riesgos cuantificando dos variables que se podrían dar en la plataforma terrestre desplegada: la probabilidad: entre 1 y 3 (1: baja, 2: media, 3: alta), y el impacto (H: *High*, Alto; M: *Medium*, Medio; y L: *Low*, Bajo). Así pues, se indica el posible efecto del riesgo y la consiguiente solución, para mitigarlo. Algunos de los riesgos previstos están relacionados con la PRL, la Prevención de Riesgos Laborales.

Respecto al Segmento Aéreo, se ha procedido a realizar un se han estipulado 3 aeronaves: El “Searcher” MK-III J, el “Orbiter” 3B STUAS y el “Scan-Eagle” RM1. Las razones por las que se han escogido estos UAV’s son dos principalmente: la primera porque son las que se han operado en el exterior en misiones reales, y la segunda porque están de dotación en las Fuerzas Armadas (Actualmente el GAIL II/63 opera con el “TUCÁN”, el “ATLANTIC” I y el “TARSIS” 75 de manera meramente experimental). El “Searcher” MK-III J se encuentra en el GROSA IV/1, el “Orbiter” 3B STUAS en el MOE (Mando de Operaciones Especiales) y en la BRILEG (Brigada Legionaria) (véase ANEXO IV del encuadre), y el “Scan-Eagle” RM1 en la Armada.



A cada aeronave se le han etiquetado las mismas ocho características, que presentarán mayor o menos riesgo, estando acotadas entre “1” y “5”, siendo el valor “1” el menos seguro para la aeronave y el CORPAS, y “5” el más seguro (presenta menos riesgos). Las características presentadas son:

1. **Rotación de las palas:** a la hora de manipular la aeronave en tierra, pero con el motor encendido, es importante la configuración de la cola de la aeronave, ya que, si es doble (Boom derecho y Boom izquierdo; véase Anexo XVIII para ver la configuración del fuselaje del modelo “Searcher”), ofrecerá una mayor protección bilateral a los técnicos del UAV. Si es mono, es decir, una cola une el timón al cuerpo, ofrecerá un mayor riesgo para la tripulación.
2. **Viento lateral:** Es la velocidad de viento máxima en una cara lateral de la aeronave (medido en Kts, knots, nudos) que es capaz de aguantar el UAV en las maniobras de aterrizaje y despegue.
3. **Viento en cara:** Es la velocidad de viento máxima en la cara frontal de la aeronave (medido en Kts) que es capaz de aguantar el UAV en las maniobras de aterrizaje y despegue.
4. **Viento en altura:** Es la velocidad de viento máxima (medido en Kts) que es capaz de aguantar el UAV en su techo operativo (Ejemplo, “Orbiter” 3B STUAS: 500-4000 ft, feet, pies) a una velocidad crucero (velocidad constante de la aeronave)

5. **Preparación de la Pista:** Es el conjunto de necesidades y requerimientos en la pista que tiene cada aeronave para el despegue y aterrizaje en la misma: el tiempo de corte del tráfico aéreo (si lo requiere), las propiedades de la pista (asfaltada o no), etc.
6. **Humedad:** Es la capacidad que tiene la aeronave para aguantar un porcentaje de humedad y seguir teniendo un rendimiento óptimo.
7. **Material:** Es el material del fuselaje y la estructura que tiene la aeronave y qué capacidad tiene para aguantar las inclemencias atmosféricas y las fuerzas de maniobra del UAV.
8. **Tipo de Suministro:** Es el tipo de alimentación de energía que tiene cada aeronave. Dependiendo de si es un motor diésel, gasolina de alto octanaje, o eléctrico, tendrá una repercusión diferente a la hora de operar con ellos no sólo en fase de vuelo, si no en la fase de preparación de la misma, en el momento ‘post-vuelo’, y en el tratamiento de la logística a la hora de desplegar y replegar el Centro de Operaciones RPAS.

2.2.2.2. Métodos Cuantitativos: *Eficiencia*

De igual manera, se ha cuantificado la eficiencia utilizando como herramienta una matriz 3D extraída del programa GeoGebra 3D⁵ “on-line”. Donde se puede observar una ‘puntuación’ dependiendo de las características con las que se diseñe el Centro de Operaciones RPAS. Este análisis ha sido necesario para tener una idea promedio de 3 factores importantes a tener en cuenta: rapidez, seguridad y consistencia, que afecta tanto al personal y medios, como a la misión que se le encomienda a la Unidad RPAS. El método de plantear una interfaz 3D ayuda de forma espacial a la hora de analizarlo en diferentes escenarios.

⁵ GeoGebra es un software de matemáticas con recursos de geometría, álgebra, cálculo en registros gráficos, estadística y análisis y organización en hojas de cálculo.



La matriz tiene tres ejes: eje “x”, “y” y “z”:

El eje “x” es una variable dependiente de “r” ($f(r)$), donde la “r” es una variable independiente que indica la rapidez de despliegue. Una característica tendrá un número “r” mayor si es una propiedad que otorga más rapidez de despliegue, funcionamiento y repliegue al CORPAS. La “x” será el índice de Rapidez.

El eje “y” es una variable dependiente de “s” ($g(s)$), donde la “s” es una variable independiente que indica la seguridad del despliegue. Una característica tendrá un número “s” mayor si es una propiedad que otorga mayor seguridad al despliegue, funcionamiento y repliegue del CORPAS. La “y” será el índice de Seguridad.

El eje “z” es una variable dependiente de “c” ($h(c)$), donde la “c” es una variable independiente que indica la consistencia del despliegue. Una característica tendrá un número “c” mayor si es una propiedad que otorga una mayor consistencia al despliegue, funcionamiento y repliegue del CORPAS. La “z” será el índice de Consistencia.

Dichas variables independientes tienen un valor entero comprendido entre el 0 y el 3 inclusive (intervalo cerrado).

Para ello, se han elegido 10 propiedades (divididas según la distinta zona a la que pertenece la medida) con las que se pueden contar o no, en el diseño y configuración del CORPAS. A dichas propiedades se les asignan un vector compuesto por las tres variables independientes con un valor dado según entrevistas informales ((r_1, s_1, c_1) ... (r_{10}, s_{10}, c_{10})). Cada propiedad tendrá dos vectores, de manera que uno representará la puntuación (r, s, c) con la medida adquirida, y otro sin la medida o la alternativa indicada (que también tendrá su vector de puntuación), para posteriormente, asignarle uno de los dos vectores dependiendo del ejemplo que tengamos.

Con estos datos, se hace la media ponderada de cada parámetro (r, s, c), que serán las funciones de “x”, “y” y “z”. Estas tres “coordenadas” en “x”, “y” y “z” nos darán la posición de un Punto “P”, que, ubicado en un cubo marcado por ejes OX, OY, OZ, nos darán una idea cuantificada y espacial de la eficiencia del Centro de Operaciones. Además, se usarán los datos de cada media de los parámetros para hacer comparativas según porcentajes:

$$\% = \frac{\text{Índice mayor} - \text{Índice menor}}{\text{Índice mayor}}$$

2.2.2.3. Métodos Cuantitativos: Cuestionario

Para dicho apartado se ha utilizado la herramienta de Google® llamada “Google Forms”, ya que es una manera simple de representar estadísticamente las respuestas de varias cuestiones ofertadas al personal de la Batería RPAS del GAIL II/63. Ofrece varias posibilidades de tipos de pregunta y respuesta en función de lo que se quiera conseguir (respuesta múltiple, ponderada, sí/no, etc.). Además, al ser una plataforma tan popular y usada por la ingente mayoría de personas, es accesible a la hora de distribuir el cuestionario, vía correo electrónico inicialmente.

El cuestionario está compuesto por 16 preguntas sobre el diseño del Centro de Operaciones RPAS y la proyección que tiene en el futuro. La población a tener en cuenta es personal de la Batería RPAS, del cual se ha ofrecido el cuestionario a un total 16 personas (muestra), con una tasa de respuesta del 100%. El cuestionario se envió por primera vez vía correo electrónico el día 06 de octubre de 2021, y expiró en su fecha de fin de plazo el día 20 de octubre de 2021.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

3.1. Antecedentes

El uso de los RPAS (*Remoted Piloted Aerial Sytem*) se ha incrementado exponencialmente en los últimos tiempos con diferentes funciones y objetivos. Desde labores ociosas como meros juguetes para niños y niñas provenientes de los ‘coches teledirigidos’, pasando por trabajos de campo para topografía (civil y militar) u obtención de imágenes deportivas (especialmente importante en deportes de riesgo extremo, como en la filmación del FWT, *Freeride World Tour*) hasta auténticas máquinas de guerra a distancia desde la que ya no sólo se permite ver distintas posiciones enemigas, sino abatirlas o neutralizarlas.

No obstante, la aparición y el empleo de estas aeronaves pilotadas remotamente se dio gracias a una necesidad puramente militar, que empezó a finales del Siglo XVIII, donde se alzó al vuelo un globo aerostático, en El Escorial, con el rey Carlos IV en el trono, cuyo objetivo, a través de un grupo de capitanes artilleros (al mando de Louis Proust), fue el avistamiento y la obtención de inteligencia acerca de las defensas de una plaza sitiada y la guarnición de ataque a la misma.

Desde entonces, el desarrollo de la tecnología aeronáutica sobre la ligereza de los materiales, sistemas de navegación terrestre y guiado, eficiencia de los motores, etc., y la integración de diferentes sistemas para un único fin, ha permitido satisfacer la necesidad de capacidades ISTAR, *Intelligence, Surveillance, Target Acquisittion and Reconnaissance* (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento), donde se ha visto proyectada en la zona de operaciones de Afganistán, en las UCO’s (Unidades, Centros y Organismos) con esta clase de sistemas, en la que se ha visto reflejada la mejoría de capacidades como Inteligencia y Mando y Control.

El incentivo del requerimiento de RPAS nació, como se ha comentado anteriormente, en la operación de Reconstrucción de Afganistán (R/A), al inicio del Siglo XXI.

Tras la decisión informada por el Ministro de Defensa de un repliegue de Badghis (norte de Afganistán, donde la presencia española perduró 9 años), a Herat (noroeste de Afganistán), una vez cumplida la misión y alcanzado el nivel de seguridad requerida para dicho repliegue, el 26 de septiembre de 2013 inició el repliegue a Herat lo que sería la última Unidad de carácter español perteneciente a la ASPFOR⁶ XXXIII.

El problema del repliegue fue, a pesar de la seguridad anteriormente garantizada, que se vio afectado por incursiones enemigas y IED’s, *Improvised Explosives Devices* (artefactos explosivos improvisados). De manera que posteriormente se tomó la decisión de adquirir un sistema que vigilase el terreno, consiguiese información, designara objetivos y no pusiera en peligro las tropas propias, para así minimizar el riesgo y mantener, o aumentar las capacidades militares operativas.

Fue así como nació el RPAS Tipo II modelo “Searcher” MK-IIJ, de la Unidad UAV-PASI (*Unmanned Aerial Vehicle – Plataforma Aérea Sensorizada de Inteligencia*) desplegada en la FSB, *Fire Support Base* (Base de Apoyo de Fuegos) de Herat, integrada por personal del RINT 1 (Regimiento de Inteligencia 1) y la primera rotación del GAIL II/63 (Grupo II de Adquisición, Inteligencia y Localización del Regimiento de Artillería Lanzacohetes de Campaña nº63, RALCA 63), de origen israelí, cuyo primer vuelo se efectuó el 2 de Octubre de 2006 en Territorio Nacional (TN)

⁶ ‘Afganistan Support and Protect Forces’. Es una organización operativa generada por distintas Unidades de las Fuerzas Armadas y Guardia Civil, con el objetivo de proporcionar estabilidad para la transferencia de la responsabilidad a las autoridades locales.



con la presencia de en aquel entonces el Príncipe Felipe VI, y el 16 de abril de 2008 en zona de operaciones (ZO).

Dichos inicios se pueden comprobar en testimonios reales de personal entrevistado formalmente que estuvo desplegado en Afganistán (véase ANEXO V).



Figura 1: Primer vuelo del Searcher MK-IIJ en Territorio Nacional

Fuente: Elaboración propia a partir de filmoteca BIA RPAS GAIL II/63.

3.2. Marco Teórico (Estado del Arte)

La Unidad del GAIL II/63 (Grupo de Artillería de Información y Localización segundo del Regimiento número 63) tiene plaza en “San Andrés de Rabanedo”, en León, en la base “Conde de Gazola”.

En este apartado se procederá a presentar los distintos escenarios actuales de los que el autor del presente Trabajo ha tenido que informarse para el desarrollo del mismo. Se clasificará en la plataforma terrestre con sus requerimientos (el CORPAS), las plataformas aéreas y sus requisitos (RPAS), y la Unidad que proporciona el personal y los medios uniendo ambas plataformas.

3.2.1. El GAIL II/63, la Unidad

La Unidad del GAIL II/63 (Grupo de Artillería de Información y Localización segundo del Regimiento número 63) tiene plaza en “San Andrés de Rabanedo”, en León, en la base “Conde de Gazola”.

Está formado por 3 Baterías: la 1º BAO (Batería de Adquisición de Objetivos), que posee 2 Radares “Arthur”, un Radar Contra-morteros “AN-TPQ”, un Radar de sonido “HALO” (*Hostile Artillery Locating System* o sistema de localización de artillería enemiga) y se encarga de manejar la estación meteorológica de sondeo “Marwin 32”, situada en la plana Mayor de Servicios, junto con la otra



estación, "RT 20A". La 2^a BAO únicamente posee 2 Radares "Arthur" y el Radar "HALO". Y la tercera Batería, es la Batería RPAS encargada de organizar el Centro de Operaciones RPAS (CORPAS) para la planificación, la organización de misiones de vuelo para observación aérea, y el lanzamiento y recuperación de plataformas aéreas. Es la principal interesada en el Diseño y Configuración de un CORPAS.

Sus inicios se dieron el 2 de octubre de 2006, cuando se forma oficialmente la primera Batería UAV (Unmanned Aerial Vehicles o Vehículo Aéreo no Tripulado) en el Ejército de Tierra Español, llamada Batería SIVA (Sistema Integrado de Vigilancia Aérea), siendo este el primer prototipo acogido en el seno del Ejército, coincidiendo con el primer vuelo de un RPAS Clase II en Territorio Nacional (TN), siendo este en la base "Conde de Gazola" (León), ante la visita de por aquel entonces Su Alteza Real El Príncipe de Asturias.

El GAIL II/63 pertenece al RALCA 63 (Regimiento de Artillería Lanzacohetes de Campaña número 63), con plaza en Astorga, en el Acuartelamiento Santocildes, donde así mismo se encuentra el otro Grupo, el GALCA I/63 (Primer Grupo de Artillería Lanzacohetes de Campaña del RALCA nº63).

Así mismo el RALCA 63 pertenece al MACA, Mando de Artillería de Campaña (véase ANEXO III), encuadrado a su vez en FUTER, Fuerza Terrestre, que se encuentra en la Fuerza del Ejército de Tierra.

3.2.2. Plataformas aéreas (RPAS)

En este apartado se procederá a presentar los distintos RPAS que se usarán para los análisis descritos en la metodología.

3.2.2.1. "Searcher MK-III J"



Figura 2: RPAS Searcher MK-III J

Fuente: Elaboración a partir de [14]

El RPAS "Searcher MK-III J" es un sistema aéreo tripulado remotamente adquirido (4 unidades) tras decisión del Ministerio de Defensa a inicios de 2008 (gracias a la mayor involucración de España en la misión de Afganistán). La empresa fabricante es IAI, "Israel Aircraft Industries", pero la empresa que se ha encargado posteriormente de su mantenimiento e incluso mejoras de sus sistemas es la empresa nacional INDRA.

Así mismo, la Unidad encargada de operar esta aeronave en Territorio Nacional hasta hace poco había sido el GAIL II/63. Posteriormente, gracias a una serie de pruebas tanto en Territorio Nacional como en el exterior, la aeronave se dio de dotación y pasó a pertenecer al GROSA IV/1 (Grupo de Obtención por Sistemas Aéreos cuarto del RINT 1, Regimiento de Inteligencia nº1).

Se trata de un UAV que posee un sistema RPA táctico para misiones ISTAR (Información, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimiento), designación y ajuste de objetivos para el tiro en Artillería de Campaña, y su posterior valoración de los daños y efectos del fuego.



Fabricado con materiales de baja visibilidad Radar, se utilizó en la obtención de Inteligencia a través del análisis de datos en el exterior.

Cuenta con sistemas de aterrizaje y despegue automáticos y en caso de perder el enlace con el segmento Terrestre (Data Link), retornaría automáticamente a la base.

En cuanto a su Carga Útil, puede incorporarse una cámara optoelectrónica estándar, o un Radar de Apertura Sintética (SAR). Esto último es opcional, aunque en la GCS (Ground control Station) de su segmento terrestre se encuentra un espacio habilitado para ello.

Para poner en funcionamiento el “Searcher MK-III J” es necesario mínimo 3 operadores , el primero sería el Jefe de Misión, encargado del mando de la operación, el segundo sería el operador de vuelo (DUO) o piloto interno, y el tercero sería el operador de Carga Útil.

El RPAS, a pesar de tener funciones de despegue, vuelo, aterrizaje y retorno autónomas, posee 3 modos de pilotaje:

-Manual: El operador de vuelo tiene el control total de la aeronave y su aviónica. No obstante, este modo solo se activa en fases pre-vuelo y situaciones de emergencia una vez la aeronave está en el aire.

-Semiautomático: El operador tiene a su disposición la aeronave, pero a la hora de realizar las maniobras y comandos, las órdenes pasan por el autopiloto para no poner en riesgo la integridad de la aeronave. Este modo se suele usar cuando la aeronave se acerca al área de objetivos.

-Automático: El autopiloto de la aeronave la comanda gracias a una misión de vuelo previamente establecida y unos puntos de control por los que pasa en el trayecto (Waypoints). Este modo se utiliza de manera general para los pasillos aéreos.

3.2.2.2. RPAS “Orbiter 3B STUAS”



Figura 3: Orbiter 3B STUAS

Fuente: Elaboración a partir de [1].

El RPAS “Orbiter 3B STUAS” es un sistema de origen israelí (Aeronautics Defense Orbiter) diseñado con el fin de obtener inteligencia militar fehaciente y en tiempo real (lo cual ayuda a la toma de decisiones). Es un sistema muy ligero pero compacto (Clase I, tipo I “Mini”), que otorga información de gran calidad.

Su lanzamiento se puede conseguir mediante una catapulta (ANEXO VI) o se puede lanzar a mano. De diferente manera, su recuperación se realiza mediante un paracaídas. Su autonomía es de 2 horas de vuelo, con unos 15 kilómetros de radio de operación, y una velocidad de crucero aproximada entre 45 y 65 Nudos (Kts).

En cuanto a sus misiones, tiene grandes propósitos, como las misiones ISTAR ya comentadas, el BDA (*Battle Damage Assessment*, Evaluación de Efectos Resultantes de una Acción Militar) o la propia monitorización del Campo de Batalla en tiempo real.



Como la dotación por la que está compuesta un Centro de Operaciones RPAS, el video procedente de la Carga Útil (cámara de alta resolución y cámara de imagen térmica Infrarroja) es capturado por el Personal desplegado en el CORPAS en la GCS, y la telemetría es tratada por la Computadora de control de Vuelo, la FCC (*Flight Control Computer*).

Es un RPAS que utiliza el Mando de Operaciones Especiales (MOE) y la BRILEG (Brigada Legionaria), y que tienen de dotación. Un tema importante a tener en cuenta, ya que poseen una logística que los apoya sin delegar procesos a otros medios fuera de la Institución, lo que acelera los procedimientos de obtención de materiales, o la disposición de los mismos a la hora de operar en maniobras, ejercicios conjunto-combinados⁷, o desplegar en Zona de Operaciones.

No se puede olvidar que los medios RPAS que utiliza actualmente el GAIL II/63 como el “TUCÁN” o el “ATLANTIC I” son medios experimentales, y su logística se realiza mediante la DGAM como vía media entre la Unidad y la empresa procedente (en el caso de estos dos modelos: “SCR”).

3.2.2.3. RPAS “Scan-Eagle RM1”



Figura 4: Scan-Eagle RM1

Fuente: Elaboración a partir de [3]

El “Scan-Eagle” es un UAV procedente de ‘Insitu’, una empresa subcontratada de ‘Boeing’ (Estados Unidos).

Inicialmente, el proyecto consistió en una aeronave no tripulada comercial con el fin de detectar y localizar bancos de peces (concretamente, atunes) mediante un sensor remoto: el “Sea-Scan”. Posteriormente, hubo una alianza (estratégica) entre la empresa ‘Boeing’ e ‘Insitu’. Ambas potencias combinaron la tecnología para idear un UAV con el propósito de obtener imágenes del campo de batalla de manera autónoma. Dicha aeronave se empezó a desplegar en la Guerra de Irak desde agosto de 2004. No obstante, la aeronave sigue teniendo actualizaciones con el objetivo de mejorar la operatividad, y tener un mejor enfoque militar.

Dicho UAV posee una envergadura algo mayor de 3 metros, una longitud de 1.4 metros, un peso de hasta 20 kilogramos, y una autonomía intermedia entre 15 y 20 horas, con una velocidad de crucero de 40 millas náuticas aproximadamente. Tiene la capacidad de operar tanto de día como en ambiente nocturno.

Posee una cámara estabilizada electro-óptica con la posibilidad de incorporar un sistema infrarrojo de torreta estabilizada inercialmente. Con un alcance de comunicaciones aproximado de 100 kilómetros.

Tiene la peculiaridad, que debido a su peso (Tipo I, clase I “small”, entre los 15 y los 150 kilogramos, ANEXO I), no necesita de un aeródromo para despegar, ya que utiliza el lanzador

⁷ Un ejercicio Conjunto-Combinado es una operación que se hace entre varios Ejércitos (Tierra, Mar y Aire) de un país (conjunto) y entre varios países a su vez (Combinado).



“SuperWedge” (ANEXO VII). Pero su aspecto más destacable, es el sistema de recuperación “Skyhook” (véase una imagen suya en el ANEXO VIII). Dicho sistema consiste de un ‘arco’ cuya cuerda tiene una longitud de 9.1 a 15.2 metros y está unida a un cable elástico con el fin de reducir la tensión a la célula aérea en el momento del ‘parón’ en el aterrizaje. Así mismo, la aeronave, con un gancho en la punta alar, consigue atrapar la cuerda a la hora del aterrizaje. Esto es posible gracias a sistemas GPS con corrección diferencial y una precisión altísima diseñados por ‘Navtech GPS’ posicionados en lo alto del arco, o mástil. Este sistema se diseño precisamente para ser usados en plataformas navales, sin necesidad de hacer las maniobras de despegue y aterrizaje en un aeródromo.

El precio del RPAS en 2006 (incluyendo todo el sistema como indica el acrónimo), se catalogó de unos 3.2 millones aproximadamente, que engloba los 4 vehículos, una GCS, una GDT, el lanzador, y el sistema de recuperación.

Junto con la Armada (y guardia costera) estadounidense y española, el RPAS “Scan-Eagle” es utilizado también por la Armada australiana y canadiense.

Además, su uso se ha ampliado a horizontes civiles (gracias a autorizaciones comerciales) donde, por ejemplo, se desplegó en Alaska con el fin de recibir datos de ballenas, icebergs, plataformas perforadoras, observaciones árticas, etc.

3.2.3. Centro de Operaciones RPAS (CORPAS)

El Centro de Operaciones de RPAS es el lugar donde la Batería RPAS del GAIL II/63 desarrolla: la planificación, el lanzamiento de plataformas aéreas (RPA), la ejecución de misiones de vuelo para observación aérea en la que se desarrollan las misiones ISTAR (Información, Vigilancia, Adquisición de objetivos y Reconocimiento) y misiones de observación y ajuste del tiro cuando se opera apoyando al Tiro de Artillería de Campaña, y la posterior recuperación de la aeronave y fase post-vuelo. Tiene tres entradas y salidas, dependiendo para el medio: personal en la salida “S1” (Figura 5: Distribución del CORPAS), vehículos en la salida “S3”, y personal con aeronave en la salida “S2”

Un CORPAS está formado principalmente por tres Zonas: la Zona Logística (señalizado en el CORPAS con la “L”), la Zona de Operaciones (señalizado con la “O”), y la Pista de despegue/aterrizaje (“P”).

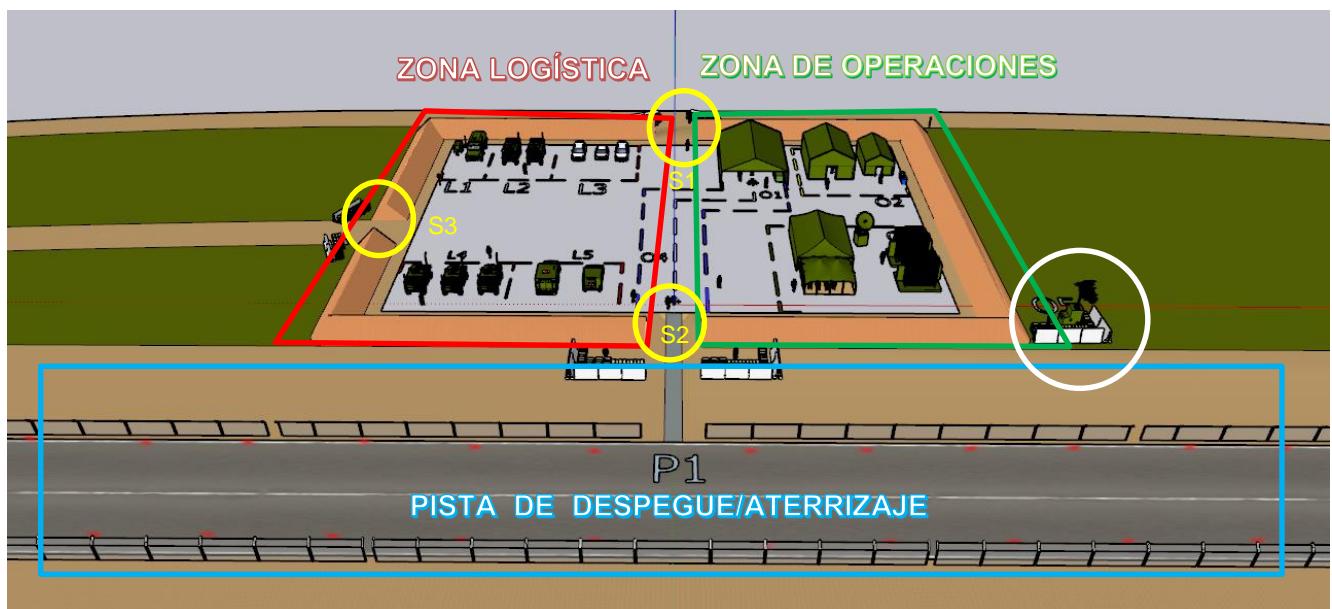


Figura 5: Distribución del CORPAS

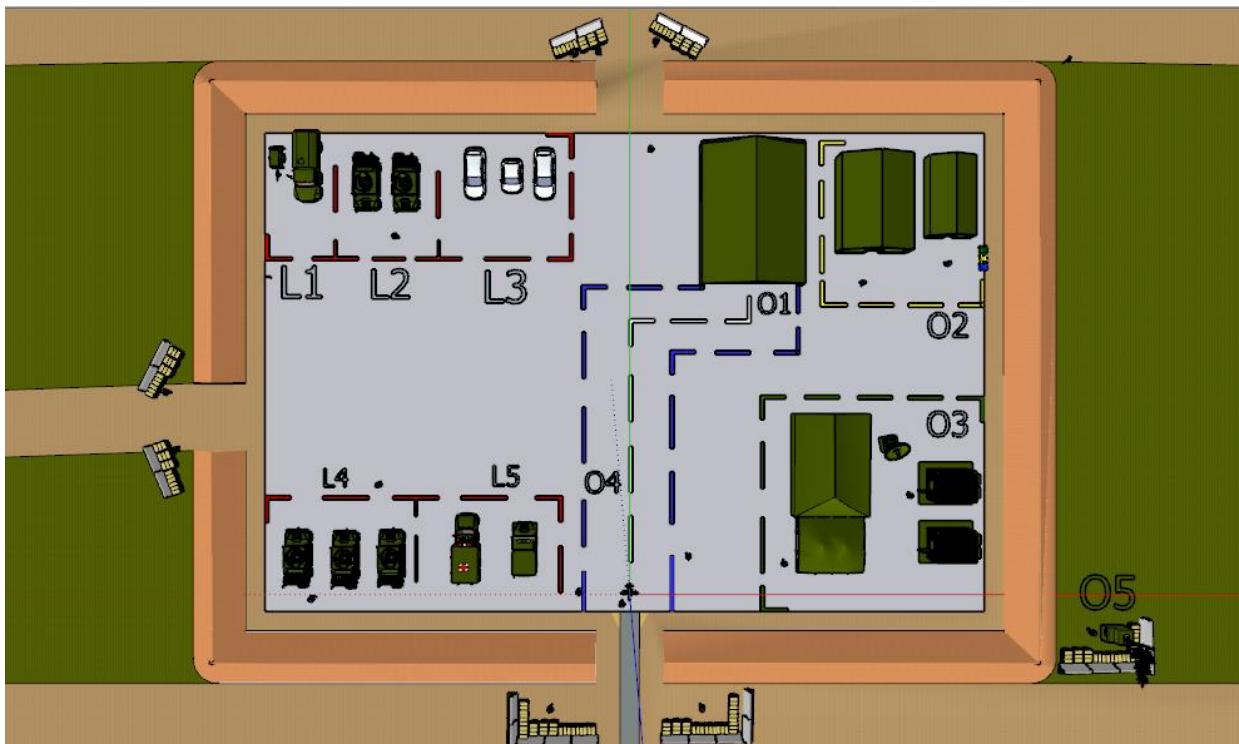


Figura 6: Distribución de las Zonas del CORPAS

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Sketch Up®

3.2.3.1. Pista de despegue/aterrizaje (“P1”)

Es el terreno, normalmente pavimentado, donde la plataforma aérea aterriza o despega de manera automática si no hay imprevistos. Tiene una longitud de 550 metros y una anchura de 16 metros, junto a unos 50 metros de margen en cabecera. En su centro se dispone de la manga viento y estación meteorológica. Se considera una pista pavimentada con superficie de polímero con macadán, y con luces laterales para la señalización de la misma en ambiente nocturno o baja visibilidad. Además, en caso de emergencia o por motivo justificado, es el lugar en el que se encuentra el Piloto Externo, en caso de realizar la maniobra de aterrizar/despegar de forma “Manual”.

3.2.3.2. Zona Logística (“L”)

Es la parte del Centro de Operaciones donde se aguardan los recursos imprescindibles para el CORPAS. Está formado por los vehículos militares de recuperación (“L4”), los depósitos de combustible, lubricantes y baterías y los grupos electrógenos (“L1”), el estacionamiento de los vehículos militares (“L2”) y vehículos civiles (“L3”). (Para más detalle se puede ver el ANEXO IX de partes de Zona Logística).



3.2.3.3. Zona de Operaciones (“O”)

La Zona de Operaciones es aquella donde se realizan principalmente las misiones del CORPAS (apoyado por la Zona Logística).

Cuenta con el taller aeronáutico (“O1”), donde se encuentra el personal especializado en electrónica para la fase de pre-vuelo, el mantenimiento de la aeronave, y la fase de post-vuelo, la parte especial de Operaciones (“O3”) donde se pretende tener enlace permanente con las Agencias de Control Aéreo, la Escuadrilla de Control Aérea Operativa ECAO y la Torre de Control del aeropuerto más cercano. Además, también es el lugar donde se organizan los “Briefing’s” para el personal aeronáutico, el establecimiento de la misión encomendada de vuelo, los objetivos a seguir, y el control de todo ello. A parte, cuenta con la GCS (Estación de Control en Tierra) desde donde se coordinan y controlan las maniobras de la aeronave, y de su carga útil (Dispositivos electroópticos, armamento, sensores IR, etc.), y la GDT (Terminal de Datos Terrestre, “O5”, véase ANEXO XIV), que representa el establecimiento del enlace de datos de la GCS y la Plataforma Aérea mediante la expresada LOS, *Line of Sight*, o Línea de mira. Esto condiciona a que la GDT y la aeronave tengan que tener visión directa para el intercambio de datos. (Véase ANEXO X para ver la Zona de Operaciones con más detalle).

En los RPAS de tipo II, especialmente los de clase III, funcionan por BLOS (*Beyond Line of Sight*), ya que cuentan con autonomías y distancias radiales mucho mayores, de manera que su enlace constante de datos se da mediante forma Satelital (Véase ANEXO XII).

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación, se va a proceder a enumerar las tres partes principales del presente TFG (una por subcapítulo) en la que se abordarán diferentes aspectos (eficiencia y análisis de riesgos) a tener en cuenta para responder al objetivo principal del TFG: ¿es posible desplegar un Centro de Operaciones RPAS con los requerimientos de aeródromo precisos y los requisitos aeronáuticos necesarios, manteniendo o incluso aumentando la operatividad de la UCO (Unidad, Centro u Organismo)?

Para ello, se ha considerado diferentes clases de métodos para cada sub-apartado, de manera que tendremos resultados cualitativos y/o cuantitativos a lo largo de cada subcapítulo.

4.1. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DE UN CENTRO DE OPERACIONES RPAS

La metodología empleada para ver el grado de eficiencia de un CORPAS será inicialmente, el uso de un Análisis DAFO para determinar los puntos fuertes y débiles de, tanto dentro de nuestro entorno como fuera de él; y posteriormente, se harán varios casos de ejemplo en el uso de la Matriz 3D de eficiencia para observar cómo afectan la asociación de algunas propiedades o no, a la eficiencia central del CORPAS, sobre todo analizando el componente terrestre, que es donde está más propiamente localizada la tripulación y personal del Centro de Operaciones.



4.1.1. Análisis DAFO

Como se ha comentado, la metodología empleada para ver la eficiencia de un CORPAS será inicialmente, el uso de un Análisis DAFO para ver los puntos fuertes y débiles de, tanto dentro de nuestro entorno como fuera de él; y posteriormente, se harán varios casos de ejemplo en el uso de la Matriz 3D de eficiencia para observar cómo afectan la asociación de algunas propiedades o no, a la eficiencia central del CORPAS, sobre todo analizando el componente terrestre, que es donde está más propiamente localizada la tripulación y personal del Centro de Operaciones.

El análisis DAFO es un acrónimo que engloba las Debilidades, las Amenazas, las Fortalezas y las Oportunidades:



Figura 7: diferentes entornos en DAFO

Fuente propia

Cuando se dice que las Debilidades y las Fortalezas están dentro del entorno quiere decir que dependen únicamente del sistema que hay dentro del mismo entorno. Es decir, los puntos débiles y fuertes del Centro de Operaciones RPAS que solo y únicamente dependen de ellos.

De esta manera a la hora de hacer la configuración de un CORPAS, podemos saber qué puntos mejorar (sabiendo cuáles están a nuestro alcance) y cuales explotar, para poder aprovechárnos de ellos en situaciones adversas.

El análisis DAFO del Centro de Operaciones se puede resumir en esta tabla:



Tabla 1: Análisis DAFO esquemático

D ebilidades	A menazas	F ortalezas	O portunidades
Alta especialización	Dependencia de la meteorología	Alta maniobrabilidad	Despliegue/repliegue más rápido que Aeronaves tripuladas
Material costoso	Carácter estático en el Despliegue/Repliegue	0 bajas humanas en vuelo	Mayor disponibilidad que Aeronaves tripuladas
Alta carga logística	Blanco fácil de Guerra Electrónica		Menor mantenimiento que Aeronaves tripuladas
Dependencia de Empresa Civil			Mayor protección Antiaérea que Aeronaves tripuladas

Fuente: Propia

A continuación, se procede a desarrollar los puntos obtenidos de la

Tabla 1: Análisis DAFO esquemático.

4.1.1.1. DAFO: Debilidades

Como **debilidades** se ha podido reunir las siguientes características:

1. Al ser una Unidad única en el ejército de Tierra, requiere de personal muy especializado. Al final se operan con medios aéreos que podrían incluso pertenecer a otro Ejército (EA, Ejército del Aire). De manera que la instrucción y adiestramiento del personal es costoso, y su alto nivel indica que es una debilidad hoy por hoy teniendo en cuenta los recursos con los que contamos.
2. Ya no solo es cara la formación del personal, sino también los materiales. Las piezas aeronáuticas que trata el GAIL II/63 son, como se ha indicado anteriormente, procedentes de aeronaves experimentales. Si de por sí un material aeronáutico es costoso por el riesgo que asume a la hora de utilizarlo, si tiene un papel experimental (en rol de prototipo), se añade el problema de que no se produce en cadena, ni en masa. Esto eleva el coste individual de cada pieza, más el diseño y planeamiento anterior, sumado a la fabricación del UAV posterior. Además, la aeronave no sigue una logística por detrás militar, sino que pertenece a una empresa civil (SCR, Aertec, etc.), por lo que un fallo mecánico que repararse en un daño material saldría muy caro, por no hablar del parón en el tiempo que reflejaría.
3. A la hora de desplegar un Centro de Operaciones RPAS, la logística que se genera y que se necesita para ello es cuantiosa, y eso contando con una aeronave que no está en dotación (de la otra forma, habría un equipo de especialistas para ver las posibles averías o los repuestos necesarios en caso de suplementar alguna parte del UAV).



No obstante, si se quiere desplegar un RPAS en una misión real en un Teatro de Operaciones, en el Estado del Arte del CORPAS, se ha podido ver la cantidad mínima de materiales que se necesitan: depósitos y carburantes, grupos electrógenos, vehículos de recuperación (camiones y vehículos ligeros), ambulancias, tiendas desmontables "Utilis", grupos eléctricos, tienda en forma de hangar para la aeronave, tienda para los briefing's aeronáuticos, zona de vida, y la pista de despegue y aterrizaje, y vehículos aparte para llevar todos los materiales y la tripulación. De manera que gestionar todo esto para lograr el despliegue de la Unidad es realmente complicado, cuando el objetivo mínimo es simplemente el uso de una aeronave con fines ISTAR, BDA, etc. Sobre todo, teniendo en cuenta la delicadeza de los equipos, ya que, si falta alguno de estos componentes, es muy posible que no se pueda conseguir realizar la misión. A esto, hay que sumarle los datos, las peticiones y los permisos que se necesitan para poder tener la autorización de vuelo, salida de base, etc.

4. Anteriormente se ha comentado que los UAV's usados en especial por el GAIL II/63, son meramente experimentales, de manera que un tema difícil de tratar es la relación con la empresa civil de la que procede la aeronave. Ya que los procedimientos que se realizan entre Unidad y Empresa, se hacen mediante la DGAM (Dirección General de Armamento y Material), por lo que dificulta la relación que al final se resume a lo que se trate con los integrantes de la empresa civil en plena campaña de vuelo. La situación actual de dicha relación es la siguiente:

La empresa desarrolla un prototipo que pretende vender, donde uno de sus posibles compradores son las Fuerzas Armadas (FAS). A partir de ahí, se cimienta un "*win win*", donde cada integrante de la relación sale ganando. A la empresa le interesa probar su prototipo y que su posible comprador le indique mejoras para vender el modelo en las FAS, y al Ejército le interesa probar las aeronaves para introducirse en el mundo de los RPAS (por su destacada proyección en el futuro), formar a su personal, e innovar métodos y procedimientos para usar los medios correctamente con el fin de apoyar a otras UCO's.

El problema radica en la dependencia que se genera con dicha empresa. Que no tiene ningún compromiso con las FAS (ya que no es comprador confirmado). De manera que, si la relación se deteriora, o la misma empresa decide dejar la relación militar, las FAS tienen que buscar otros medios.

No obstante, si el contrato de compra finalmente se realiza, esto deja de ser un inconveniente, donde, por ejemplo, con RPAS's de dotación como el "Orbiter" o el "Searcher", se cumple con unos modelos de reparación para dichas aeronaves.

4.1.1.2. DAFO: Amenazas

De la siguiente manera, se ha contado con las siguientes **amenazas**:

1. Es bien sabido que en el mundo de la aeronáutica el factor meteorológico es un hecho a tener muy en cuenta, pues es algo de lo que depende la aeronave para el vuelo, y con ello la Unidad y la Misión. El problema de este factor, es la naturaleza aleatoria de la que procede. No se puede controlar, pero sí prever. Es por ello la importancia que tienen las previsiones meteorológicas en los "briefing's aeronáuticos".
2. A la hora de desplegar un Centro de Operaciones RPAS, sobre todo si se hace en misión real, en el exterior, en un CORPAS tipo "Permanente", no se debe contar con un rápido repliegue. Pues en caso de ataque, incursión u hostigamiento enemigo en Zona de Operaciones (ZO), se debe asumir el riesgo y elaborar la protección adecuada en caso de ser atacados, pues la probabilidad de una acción CAS enemiga, *Close Air Support* (Apoyo Aéreo Cercano) es bastante alta, ya que el carácter estático de la posición del Centro de Operaciones RPAS supone un objetivo asequible por medios aéreos, si bien teniendo en



cuenta que el daño que se produciría sería bastante alto por la delicadeza de los materiales y causaría la inoperatividad de la Unidad.

3. Los medios RPAS, como el propio acrónimo lo indica, son medios remotos. La aeronave requiere un enlace con la GDT (*Ground Data Terminal*), sin este enlace, no hay ni intercambio de datos para control, ni señal de video. De manera que estos enlaces son otro blanco fácil para la guerra electrónica (por ejemplo, *jaming*). A esto hay que sumarle los problemas de antena que puede haber o los problemas de radio para las transmisiones de los datos y voz según los procedimientos con los que se operen.

4.1.1.3. DAFO: Fortalezas

En referencia a las **fortalezas** que posee el Centro de Operaciones, se encuentran las siguientes:

1. Para empezar, hay que destacar la maniobrabilidad y la libertad de movimiento que posee la propia aeronave en el medio aéreo. Es uno de sus puntos fuertes y que se debe explotar sobre todo para misiones ISTAR.
2. Como fortaleza conviene destacar la mayor que se puede obtener de un RPAS: la inexistencia de bajas humanas en vuelo.

Con el avance de la tecnología, las distancias en la guerra aérea han ido aumentando con el tiempo, de manera que el elemento que más se ponía en riesgo con diferencia era el objetivo, más que la nave atacante.

Siguiendo evolucionando la tecnología, se desarrollaron los primeros UAV's, y se llegó a la conclusión de que se podía eliminar por completo el riesgo humano de las misiones aéreas, enfocadas tanto a la observación como al ataque.

Es por ello que, a la hora de comparar el uso de medios aéreos, los medios RPAS ganan mucho partido por esta característica. Pero en este caso estaríamos hablando de las oportunidades, que explicaremos a continuación.

4.1.1.4. DAFO: Oportunidades

Las **oportunidades**, como se indica, son las ventajas que presentan los RPAS fuera de su entorno. Por lo que, se comparará con los medios aéreos tripulados:

1. De manera general, la capacidad de despliegue de una Unidad RPAS es mucho mayor que la de una Unidad Aérea tripulada convencional, ya que los medios remotos por lo general suelen ser de menor tamaño y necesitan de menos logística. Por lo que a la hora de gestionar dicho despliegue en zona de operaciones el proceso se simplifica bastante.
2. Otra de las ventajas que pueden presentar las aeronaves no tripuladas puede ser la disponibilidad que presentan a la hora de operar. Incluso los RPAS que despegan y aterrizan en pista (el RPAS "Searcher"), necesitan menos tiempo de preparación que por ejemplo un helicóptero "NH-90".
3. En cuanto al mantenimiento, de igual manera, cabe destacar que es menor que el de una aeronave tripulada, junto con la logística y peligros que presenta (combustibles, peligro de rotación de palas, etc.).
4. Además, es necesario comentar que la protección antiaérea de los medios RPAS es mucho mayor que con la cuentan los medios tripulados, al ser normalmente de mayor tamaño. Así pues, se pueden hacer acciones de mayor riesgo, teniendo en cuenta, que no hay factor humano en la aeronave, y que la misma presenta menor peligro antiaéreo.

A continuación, se pueden observar los valores (vectores) dados a cada propiedad, que serán tomados para el apartado "Análisis y resultados" para proponer diferentes situaciones:

Finalmente, como se ha podido observar, las capacidades que nos otorgan los medios RPAS son cuantiosas en cuanto a beneficios militares. Además, no se debe olvidar que dichos medios



están en su fase de desarrollo, por lo que dada la proyección que tienen, cada vez se tendrán más en cuenta a la hora de realizar diversas operaciones, no solo militares, si no también civiles (salvamento, grabación, etc.).

4.1.2. Análisis de eficiencia del CORPAS vía Matriz 3D

A la hora de hacer la matriz 3D para poder evaluar la eficiencia del Centro de Operaciones RPAS en función de los parámetros que se den, se tienen en cuenta, como se indica en la metodología prevista, las entrevistas informales realizadas para poder cuantificar dichos parámetros entre "0" y "3". Así mismo, posteriormente se calificará cada punto 'P', con una media ponderada de los tres parámetros "x", "y", "z" para tener una idea media general entre cada característica a la hora de comparar las 3 situaciones o escenas. Como se comentó anteriormente, la fuente de las figuras de la matriz 3D tiene elaboración a partir de [9].

A continuación, se pueden observar los valores (vectores) dados a cada propiedad, que serán tomados para el apartado "Análisis y resultados" para proponer diferentes situaciones:

Área de Operaciones

1. Transmisiones dedicadas (UHF, Ultra High Frequency⁸, satélite con un Ancho de Banda mayor de 2 MHz (Mega-Hercios), VHF, Very High Frequency⁹, telefonía móvil e internet).

Medida: ($r_1=2$, $s_1=2.8$, $c_1=1.7$) Sin medida: ($r_1=2.7$, $s_1=0.5$, $c_1=1.1$)

2. Grupo Electrógeno con 'Back-up' dedicado a GCS (Ground Control Station) + GDT (Ground Data Terminal).

Medida: ($r_2=2.2$, $s_2=2.7$, $c_2=2.6$) Sin medida: ($r_2=2.6$, $s_2=1.2$, $c_2=0.8$)

3. Sistemas de antenas en posición elevada y dedicada.

Medida: ($r_3=1.8$, $s_3=2.4$, $c_3=2$) Sin medida: ($r_3=2.2$, $s_3=1.4$, $c_3=1.6$)

4. Circuitos de salida y entrada de aeronaves en fases pre-vuelo y post-vuelo con capacidad para cerrar o abrir accesos.

Medida: ($r_4=0.6$, $s_4=2.8$, $c_4=2.7$) Sin medida: ($r_4=2.7$, $s_4=1.4$, $c_4=1.2$)

Área de Logística

1. Posibilidad de tener suelo de hormigón armado con pintura antideslizante o tener gravilla.

Medida: ($r_5=0.3$, $s_5=2.4$, $c_5=2.9$) Sin medida (con gravilla): ($r_5=2.4$, $s_5=1.5$, $c_5=1.9$)

2. Sistema de canalización y recogida para combustibles, aceites o recogida por arquetas y bandejas.

Medida: ($r_6=2$, $s_6=3$, $c_6=2.6$) Sin medida: ($r_6=2.4$, $s_6=0.9$, $c_6=2.1$)

3. Rutas dentro del CORPAS para salida y otra para entrada de vehículos con personal dedicado.

⁸ Frecuencia Ultra Alta: es una banda del espectro electromagnético cuyo abanico de frecuencias oscila desde los 300 Mega-Hercios hasta los 3 Giga-Hercios.

⁹ Frecuencia Muy Alta: es una banda del espectro electromagnético cuyo abanico de frecuencias oscila desde los 30 Mega-Hercios hasta los 300 Mega-Hercios.



Medida: ($r_7=2.6$, $s_7=2.1$, $c_7=2.1$) Sin medida: ($r_7=2.8$, $s_7=1.4$, $c_7=1.5$)

Área de Pista

1. Pista asfaltada o con gravilla.

Medida: ($r_8=0.7$, $s_8=2.5$, $c_8=3$) Sin medida (con gravilla): ($r_8=2.6$, $s_8=0.8$, $c_8=1.6$)

2. Pista con luces rojas y blancas para ambiente nocturno y/o baja visibilidad.

Medida: ($r_9=2.6$, $s_9=2.8$, $c_9=1.2$) Sin medida: ($r_9=2.8$, $s_9=0.7$, $c_9=1.4$)

3. Pista con vallado cinegético y barreras para operadores y piloto externo.

Medida: ($r_{10}=1.8$, $s_{10}=0.9$, $c_{10}=2.9$) Sin medida: ($r_{10}=2.8$, $s_{10}=0.7$, $c_{10}=1.1$)

Con estos parámetros, se harán varios ejemplos que tendrán cabida en una situación real, comparándola con una ideal (es importante tener en cuenta que no se puede tener una máxima puntuación, ya que la seguridad y la rapidez son totalmente contrapuestos).

Por lo que, la primera situación que se planteará será la ideal: se adaptarán todas las medidas (10) de manera que se pueda comparar posteriormente con diversas escenas reales.

4.1.2.1. Situación número 1 (ideal)

Se tomarán todas las medidas posibles, de manera que se cogerán los vectores de la denominada “medida”. La intención de esta situación es poder tener una referencia con la que comparar las demás situaciones, vía los tres parámetros que nos sirven de ejemplo para tener una idea aproximada de las carencias y las ventajas que poseen cada tipo de despliegue. Mostramos los siguientes vectores:

1. (2, 2.8, 1.7)
2. (2.2, 2.7, 2.6)
3. (1.8, 2.4, 2)
4. (0.6, 2.8, 2.7)
5. (0.3, 2.4, 2.9)
6. (2, 3, 2.6)
7. (2.6, 2.1, 2.1)
8. (0.7, 2.5, 3)
9. (2.6, 2.8, 1.2)
10. (1.8, 0.9, 2.9)

Así mismo, hallamos la media ponderada de cada parámetro:

$$x = f(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} r_i = \frac{(2 + 2.2 + 1.8 + 0.6 + 0.3 + 2 + 2.6 + 0.7 + 2.6 + 1.8)}{10} = 1.66$$

$$y = g(s) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} s_i = \frac{(2.8 + 2.7 + 2.4 + 2.8 + 2.4 + 3 + 2.1 + 2.5 + 2.8 + 0.9)}{10} = 2.44$$



$$z = h(c) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} c_i = \frac{(1.7 + 2.6 + 2 + 2.7 + 2.9 + 2.6 + 2.1 + 3 + 1.2 + 2.9)}{10} = 2.37$$

Como se puede observar, si se toman todas las medidas propuestas, es viable presentar un diseño, sobre todo, seguro. Si bien es cierto que la rapidez es la variable más decadente, es algo que se tiene en cuenta si se quiere adquirir dicha seguridad, ya que ambas características son inversas. Una va en detrimento de la otra y vice-versa.

No obstante, ya se sabe por los análisis de riesgos que a la hora de operar con materiales aeronáuticos la seguridad es prácticamente la medida mayor a tener en cuenta, puesto que repercutiría a la operatividad de los medios.

No se debe olvidar que contar con todas las propiedades (caso ideal) es algo, no imposible, pero sí complicado, ya sea por límites económicos, políticos, locales, espaciales, orográficos, etc.

Con este Punto 'P₁' con coordenadas en "x", "y", "z", (1.66, 2.44, 2.37), obtenemos una "puntuación media" de 2.1567.

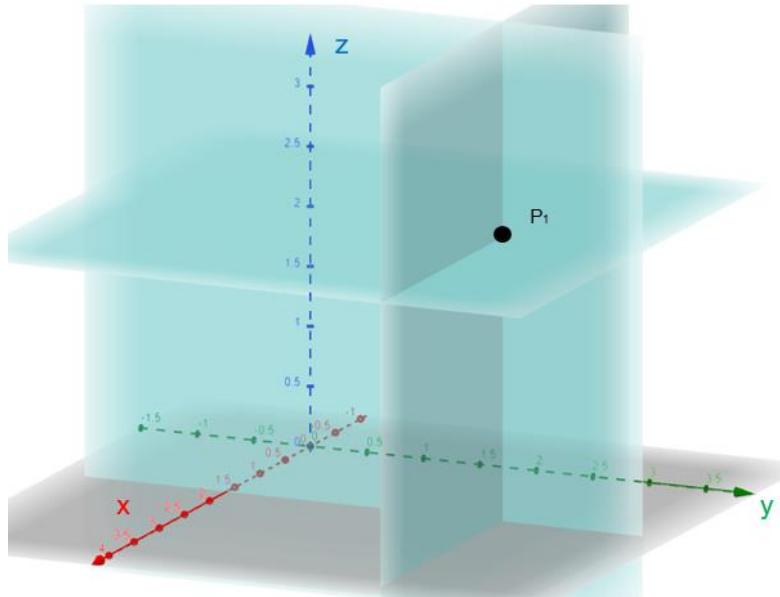


Figura 8: Matriz 3D Situación nº 1

4.1.2.2. Situación número 2 (real)

En dicha escena, se plantearán las medidas pertinentes que se harían si la situación consistiera en un ejercicio simulado inter-armas, denominado "maniobras". De manera que, se espera tomar las características: 2, 3, 6, y 8 (del resto se cogerán los vectores de la denominada "sin medida"). Por lo que tenemos los siguientes vectores:

1. (2.7, 0.5, 1.1)
2. (2.2, 2.7, 2.6)
3. (1.8, 2.4, 2)
4. (2.7, 1.4, 1.2)



5. (2.4, 1.5, 1.9)
6. (2, 3, 2.6)
7. (2.8, 1.4, 1.5)
8. (0.7, 2.5, 3)
9. (2.8, 0.7, 1.4)
10. (2.8, 0.7, 1.1)

Así mismo, hallamos la media ponderada de cada parámetro:

$$x = f(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} r_i = \frac{(2.7 + 2.2 + 1.8 + 2.7 + 2.4 + 2 + 2.8 + 0.7 + 2.8 + 2.8)}{10} = 2.29$$

$$y = g(s) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} s_i = \frac{(0.5 + 2.7 + 2.4 + 1.4 + 1.5 + 3 + 1.4 + 2.5 + 0.7 + 0.7)}{10} = 1.68$$

$$z = h(c) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} c_i = \frac{(1.1 + 2.6 + 2 + 1.2 + 1.9 + 2.6 + 1.5 + 3 + 1.4 + 1.1)}{10} = 1.84$$

En este caso, no es de extrañar que, a la hora de establecer menos medidas, la rapidez del despliegue aumenta hasta el punto de pasar de 1.66 (caso 1) a 2.29 (caso 2), un 27.51%, ya que, al tener menos propiedades, la rapidez del despliegue aumenta. Pero como se indicó anteriormente, al tener esta suma de rapidez, la seguridad se reduce en demasía (pasando de 2.44 del caso ideal, a 1.68; es decir, un 31.15%).

Sobre la consistencia, obtenemos un valor de 1.84, con un descenso de un 22.36%.

De manera que, el parámetro que más se reduce respecto del ideal es el de la seguridad. Por esta razón, es necesario tener en cuenta los riesgos, tanto del segmento terrestre, como del segmento aéreo, a la hora de desplegar un Centro de Operaciones RPAS en un ejercicio simulado, ya que, no son los más peligrosos, pero sí los que más riesgo pueden tener por sí solo.

Con este Punto ‘P₂’ con coordenadas en “x”, “y”, “z”, (2.29, 1.68, 1.84), obtenemos una “puntuación media” de 1.9367.1

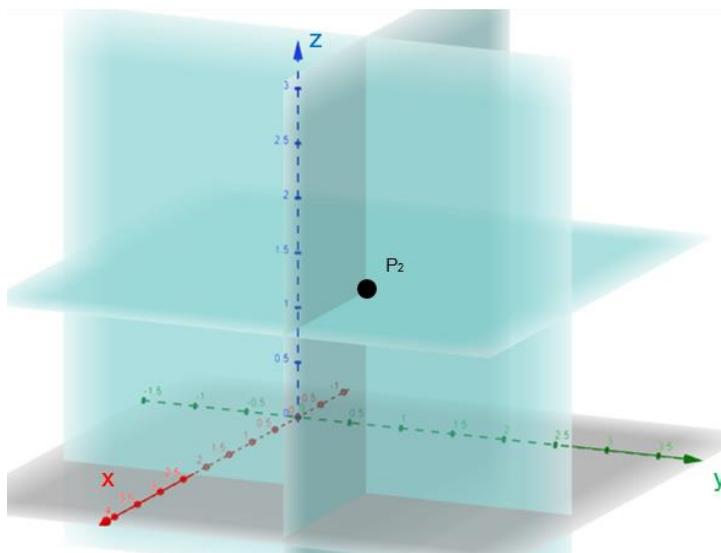


Figura 9: Matriz 3D Situación nº 2

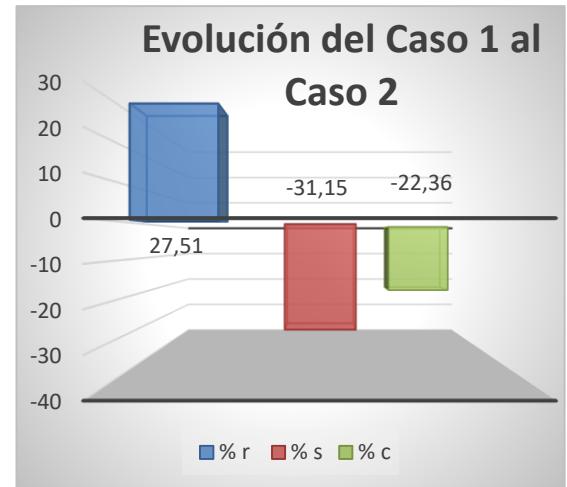


Figura 10: Evolución del Caso 1 al Caso 2

4.1.2.3. Situación número 3 (real)

En este caso, se propondrán las medidas que se llevarían a cabo en caso de estar en una misión real, en Zona de Operaciones (ZO).

Esta situación evidentemente conlleva más riesgo por el simple hecho de no estar desplegado en Territorio Nacional (TN), pero en estos apartados se hablará de los riesgos propios e íntegros del CORPAS, dentro de su entorno (comentado en el punto 4.2.2.2.).

Por lo tanto, se propondrá tomar todas las medidas sin contar con la “5.” y “7.” (se elegirán los vectores “con gravilla” y “sin medida” respectivamente):

1. (2, 2.8, 1.7)
2. (2.2, 2.7, 2.6)
3. (1.8, 2.4, 2)
4. (0.6, 2.8, 2.7)
5. (2.4, 1.5, 1.9)
6. (2, 3, 2.6)
7. (2.8, 1.4, 1.5)
8. (0.7, 2.5, 3)
9. (2.6, 2.8, 1.2)
10. (1.8, 0.9, 2.9)

$$x = f(r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} r_i = \frac{(2 + 2.2 + 1.8 + 0.6 + 2.4 + 2 + 2.8 + 0.7 + 2.6 + 1.8)}{10} = 1.89$$



$$y = g(s) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} s_i = \frac{(2.8 + 2.7 + 2.4 + 2.8 + 1.5 + 3 + 1.4 + 2.5 + 2.8 + 0.9)}{10} = 2.28$$

$$z = h(c) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} c_i = \frac{(1.7 + 2.6 + 2 + 2.7 + 1.9 + 2.6 + 1.5 + 3 + 1.2 + 2.9)}{10} = 2.21$$

En este caso, a la hora de establecer las medidas indicadas del CORPAS desplegado en Zona de Operaciones, se observa que el indicador de la Rapidez aumenta un 12.17%, pasando de 1.66 a 1.89. De manera inversa, la seguridad se reduce muy poco (un 6.56%; de 2.44 a 2.28), respecto de la situación ideal, lo que indica que, operando en una misión real, la seguridad se antepone ante todo, reduciendo lo mínimo posible la bajada de la misma.

Con la Consistencia ocurre algo parecido, el porcentaje de detrimiento es de un 6.75% únicamente, reduciéndose de un 2.37 a 2.21.

Con este Punto ‘P₃’ con coordenadas en “x”, “y”, “z”, (1.89, 2.28, 2.21), obtenemos una “puntuación media” de 2.1267.

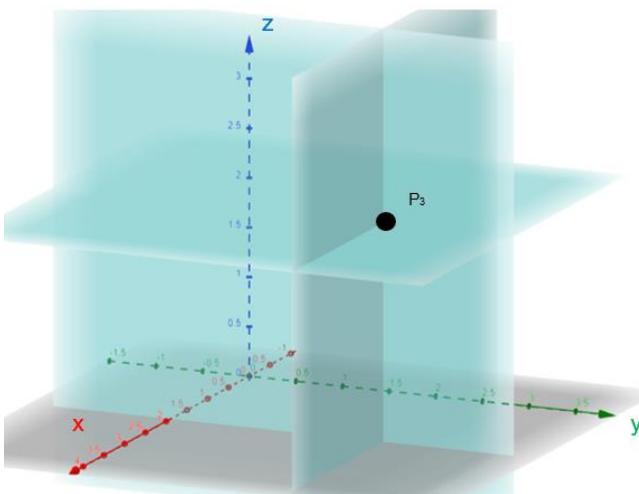


Figura 11: Matriz 3D Situación nº 3

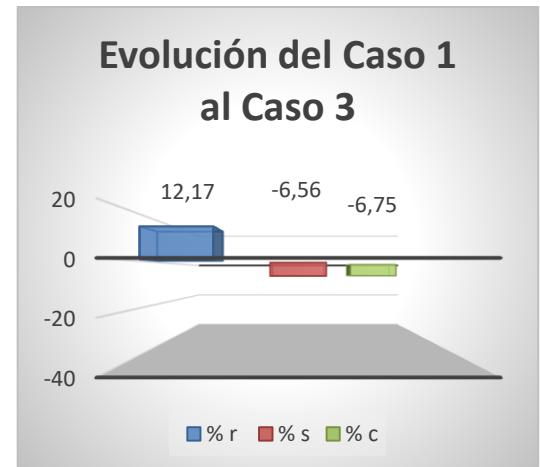


Figura 12: Evolución del Caso 1 al Caso 3

El Centro de Operaciones RPAS se divide, como se ha comentado anteriormente, en el Segmento Terrestre y el Segmento Aéreo.

Como se puede comprobar, adoptar las medidas sugeridas en el ‘Caso 3’, en un despliegue en Teatro de Operaciones en el Exterior, es un objetivo totalmente viable de acuerdo a la adquisición de recursos disponibles. Además, se aumenta la rapidez más de un 12%, y disminuyendo la Seguridad y la Consistencia tan solo algo menos del 7%, lo que en términos de eficiencia comparando con el caso ideal (1), es claramente asumible.



4.2. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LOS RIESGOS EN EL CORPAS

El Centro de Operaciones RPAS se divide, como se ha comentado anteriormente, en el Segmento Terrestre y el Segmento Aéreo.

Por lo tanto, se ha realizado un análisis de riesgos por Segmento, de manera que este apartado se dividirá en otros dos sub-apartados:

4.2.1. Análisis de Riesgos del Segmento Terrestre de un CORPAS

A la hora de analizar los riesgos de la parte terrestre del CORPAS, lo que sería el mismo Centro de Operaciones RPAS, pero sin el UAV a mano (es decir, el lugar donde se encuentra el personal desplegado para operar el RPAS), se han tomado en la totalidad de los medios un número de 12 riesgos aplicables al personal integrado. (Véase ANEXO XIII archivo Excel).

Como se ha comentado en la metodología aplicada, el análisis de riesgos se hizo mediante una plantilla modificada del Centro Universitario de la Defensa, en el formato de “Microsoft Excel®”,

La tabla de riesgos presenta varias columnas de manera que cada riesgo (cada fila) tenga una particularidad. El objetivo es detectar los riesgos del Segmento Terrestre (gracias a su número con el “ID”, y su “descripción”), asociarlo a una “categoría”, que facilitará los modos de delegar las posibles soluciones, identificar la “causa” del riesgo, para ver la raíz del problema, calificarlo con un nivel de Impacto (*High, Medium, Low*; Alto, Medio, Bajo) para tener una idea del nivel de sus consecuencias y cuantificarlo con una probabilidad (1: poco probable, 2: probabilidad media, 3: alta probabilidad).

De manera que podamos, gracias a la matriz de riesgos (véase ANEXO XIII), tener una clase de riesgos clasificada por colores (cuya leyenda está en la misma matriz).

Posteriormente tenemos los efectos del riesgo, es decir, las consecuencias que podrían tener en el Segmento Terrestre del CORPAS y su tripulación.

A partir de ahí, se establecen unas posibles soluciones con el fin de mitigar dichos riesgos y después, se vuelve a calificar con el Impacto y la Probabilidad, el mismo riesgo tras la decisión de haber adoptado dicha medida o alternativa.

Finalmente se simboliza la tendencia del riesgo al momento posterior de integrar dicha mitigación (“-” se reduce, “+” aumenta el riesgo, “=” la medida no cambia), y se nombra al responsable de cada riesgo dependiendo del área, la categoría o desempeño de las funciones de cada persona.

A continuación, se procederá a presentar dos de los riesgos más significativos que se pueden tener a la hora de establecer la configuración de un Centro de Operaciones RPAS:

4.2.1.1. Riesgo número 7: No gestionar correctamente la tripulación para fase pre-vuelo y post-vuelo.

Bien es cierto que la evolución de la tecnología ha incrementado la importancia de los medios en las Fuerzas Armadas, y con ello una mayor dependencia de la misma a la hora de aumentar las capacidades de nuestros Ejércitos. Pero no por ello se debe olvidar el componente Personal a la hora de trabajar. Por lo que, la gestión de dicho componente, sigue siendo algo que, a la hora de



operar (en este caso un despliegue de CORPAS y la posterior misión de vuelo), es imprescindible para la coordinación y control de las operaciones.

La causa de este riesgo es la inexperiencia del Personal, especialmente en el Mando. Debido a la cantidad de procedimientos que se deben llevar a cabo para la operación de vuelo y la plantilla actual del Ejército de Tierra, es necesario una buena coordinación del componente humano para llevar a cabo todas las tareas. Además, no se debe olvidar que una campaña de vuelo puede durar varios días, de manera que el sistema de guardias, según qué clase de tripulación (las personas encargadas de la aeronave a lo mejor tienen que desarrollar su papel en la fase pre-vuelo), tendrá que seguir una lógica para lograr la misión. El agotamiento físico y psicológico a lo largo del tiempo es un factor a tener en cuenta, ya que, afecta negativamente en la tripulación. Y un error en algún proceso de cualquier clase (pre-vuelo, post-vuelo, o incluso durante el mismo) en el mundo aeronáutico puede ser sinónimo de desastre, y con ello la inoperatividad de la Unidad. Es debido a esto que el impacto es alto (*High*), pero que, como se ha comentado, puede ocurrir aun teniendo una buena gestión del personal (por ello, tras la medida, su probabilidad es de un 2 sobre 3). La responsabilidad de este cometido recae sobre el Brigada Ortega, ya que el componente de la misión y procedimientos aeronáuticos recae sobre el Capitán jefe de Batería, mientras que el reparto de tareas en el personal lo lleva el Brigada Ortega (además de ser el Operador de Vuelo).

4.2.1.2. Riesgo número 10: No tener una GCS independiente.

La Estación de Control en Tierra (GCS), es, junto con el Terminal de Datos en Tierra (GDT) uno de los componentes más importantes e imprescindibles para el funcionamiento del medio RPAS. Es donde se tiene el control de datos y video del UAV (que se recibe a través del GDT).

El tener una GCS independiente implica tener un Generador Electrógeno (GE) a partir del cual se pueda obtener una emancipación del suministro eléctrico. Esto tendría como consecuencia que, si el Generador Electrógeno del resto del CORPAS fallara, la aeronave podría seguir en vuelo. Se entraría en estado de Emergencia, pero con las plenas capacidades operativas para llevar a cabo la misión, o abortarla de una manera segura y según procedimientos y protocolos habituales.

Todas estas propiedades no se llevarían a cabo si la GCS no tuviera ese suministro independiente. De manera que se correría el riesgo de que todas las capacidades operativas del Centro de Operaciones dependiesen de un solo Generador. Por ello el impacto es Alto (*High*), y la probabilidad no es baja ('2'), debido a la antigüedad de los Generadores actuales. Tras la medida, el impacto sigue sin ser bajo, ya que, se entraría en estado de emergencia aun teniendo el control de la aeronave (como se ha comentado anteriormente), es debido a esto que se presenta un impacto de *Medium*).

El término de 'back-up' se refiere básicamente a la actualización del estado del sistema según los datos que se hayan introducido. De manera que, si se pierde en algún momento el suministro, a la hora de reiniciarlo, el sistema propiamente debería haber guardado los datos más actualizados antes de resetear. De esta manera, se podría volver al estado anterior sin haber perdido los datos.

Como se ha indicado anteriormente, la responsabilidad de asumir o no este riesgo de medios generales de la Batería RPAS, recaería en el Capitán Cobos, jefe de la Batería.

4.2.2. Método de comparación de características ponderadas de plataformas aéreas o UAV's

El análisis de los riesgos del Segmento aéreo ha consistido en tres gráficas radiales a través de las cuales se puede hacer una comparación numérica entre 3 plataformas aéreas: el "Searcher MK-III J", el "Orbiter 3B STUAS" y el "Scan-Eagle RM1", teniendo en cuenta las 8 características o riesgos, tanto para la aeronave como para el CORPAS y su tripulación.



El criterio para poder calificar de 0 a 5 la ponderación de los riesgos proviene de dos fuentes: en primer lugar, de entrevistas informales del personal encuadrado que ha tenido experiencia en operaciones reales con dichos aparatos en el exterior; y en segundo lugar, los manuales de cada UAV en la que se pueden observar datos más técnicos como el viento en altura o el material del fuselaje. La Fuente de cada figura procede de la elaboración propia a partir de las herramientas de “Microsoft Office Word ®”.

4.2.2.1. “Searcher MK-III J”



Figura 13: Ponderación de Riesgos en el UAV "Searcher MK-III J"

1. Como se puede comprobar, se obtiene que la protección que brinda el RPA a la tripulación a la hora de manejarlo en el Centro de Operaciones es bastante alta (4 sobre 5), ya que posee dos uniones (BOOM's) de la cabeza al timón de cola, que brinda una doble protección bilateral a la hora de manejarlo el personal cuando se dispone llevarlo a pista para despegar o el proceso inverso tras el aterrizaje.
2. Respecto al viento lateral, cabe destacar que el “Searcher” es la aeronave más grande a analizar de las tres (clase 2, tipo II), y eso afecta al viento lateral del UAV como podemos comprobar (2 sobre 5); siendo la velocidad de unos 15 Kts (nudos) aproximadamente, la máxima a aguantar para los procesos de despegue y aterrizaje. (Véase el Anexo XVII para ver un ejemplo de tabla de vientos laterales y en cara).
3. En cuanto al viento frontal, no afecta tanto ya que el perfil alar está mayor preparado para el viento frontal que el lateral, de manera que este sube un poco más en la escala (3 sobre 5), siendo de unos 25 nudos los máximos a aguantar en la fase de despegue y aterrizaje en la cara frontal de la aeronave.
4. Sin embargo, en referencia al viento en altura, el “Searcher”, al ser más grande y tener más potencia, la misma cantidad de viento le afecta de forma menor en relación a las otras aeroaves. Es por ello que tiene un 5 sobre 5, al ser, de las tres, la que más viento aguanta. De manera que este UAV es capaz de soportar los 50 nudos en altura, esto es, volando a velocidad crucero y de manera controlada.



5. No obstante, la preparación de la pista es uno de sus grandes inconvenientes, ya que, primero, necesita una pista asfaltada, siendo un gran inconveniente para los Centros de Operaciones RPAS Desplegables (necesita operar en Permanentes); y segundo, necesita una ventana horaria de 20 minutos mínimo para poder despegar. Esto implica cortar el tráfico aéreo (con los riesgos que implica), y parar las acciones que se estén llevando a cabo para el mantenimiento del mismo CORPAS. Por lo que afecta a la disponibilidad de la que, por ejemplo, pueden presumir las aeronaves lanzadas por lanzadera (valga la redundancia).
6. La capacidad del RPAS “Searcher” para aguantar la humedad no era muy alta. De hecho, según entrevistas informales, la aeronave se tenía que operar a ser posible fuera de las nubes o zonas donde humedad pudiera ser alta, porque de no ser así, el UAV podría haberse quedado inoperativo.
7. Respecto al material del fuselaje del “Searcher”, y de los otros modelos (“Orbiter” y “Scan-Eagle”) se utiliza la fibra de vidrio. Por lo que la puntuación sobre 5 es la misma para todos (4), teniendo en cuenta que el 5 sería la fibra de carbono y el 2 sería el aluminio.
8. Respecto al tipo de suministro, el “Searcher” utiliza un motor [...] cuyo carburante es gasolina de alto octanaje. Esto implica un elevado índice de riesgo a la hora de manipular el carburante, como se muestra en el Análisis de Riesgos del Segmento Terrestre (ANEXO), y por lo tanto, mayor peligro para la tripulación en el hangar, y tratamiento de la aeronave.

4.2.2.2. “Orbiter 3B STUAS”

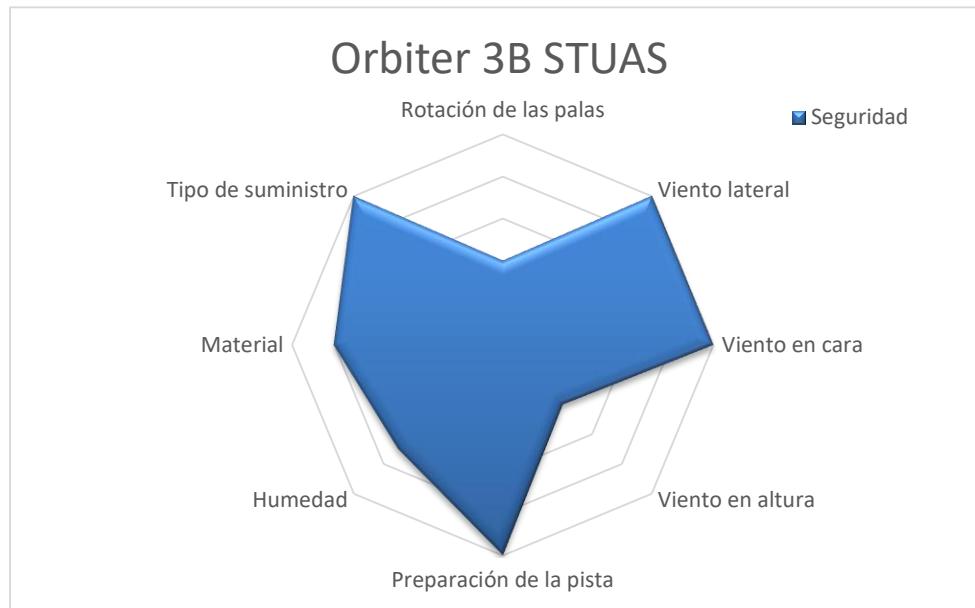


Figura 14: Ponderación de Riesgos en el UAV "Orbiter 3B STUAS"

1. El “Orbiter”, como se puede comprobar en la foto (Figura [foto del orbiter en el estado del arte]), apenas posee protección para las palas rotatorias, de manera que su puntuación en referente a su seguridad no es muy alta (2 sobre 5). No obstante, hay que tener en cuenta que al ser un RPAS clase I tipo I “Mini”, la fuerza, y la longitud y amplitud de las palas no es tan peligrosa como la del modelo “Searcher” por ejemplo.



2. Respecto al viento lateral, se puede decir que en un RPAS "Mini" como el "Orbiter", no tiene tanta importancia porque el despegue y aterrizaje no se tiene por qué realizar por pista, puede hacerse (el despegue) mediante una lanzadera, y el aterrizaje, con la apertura del paracaídas. De manera que si tenemos demasiado viento lateral, simplemente tendríamos que cambiar la orientación de la lanzadera en la dirección y sentido deseado. Con la apertura del paracaídas, entraría a jugar el equipo de vehículos de rescate del Centro de Operaciones RPAS. Por ello se ha puesto la puntuación de 5 sobre 5, ya que ofrece la máxima seguridad en comparación a los demás modelos de RPAS.
3. De igual manera que ocurre con el viento lateral, respecto al viento frontal la situación es la misma, sería cambiar la lanzadera de orientación y la búsqueda de la aeronave tras la apertura del paracaídas. Su puntuación sigue siendo 5 sobre 5.
4. Sin embargo, el viento en altura cambia por completo. Al ser, como hemos comentado antes, un RPAS tipo I "Mini", su techo operativo es bajo, de unos 500-4000 ft sobre el nivel del suelo (véase ANEXO), y con ello el viento en altura que es capaz de soportar, que es menor: 30 nudos. Por ello se le califica con un 2 sobre 5. Ya que no es su punto fuerte especialmente.
5. No obstante, con los RPAS desplegables por lanzador neumático, tienen la peculiaridad de que no necesitan una pista para despegar (Sería lo óptimo pero a veces por motivos operativos que requieren la situación, por ejemplo, el viento). Por esa razón se le califica con el 5 sobre 5, ya que es una ventaja importante que tienen los RPAS de poco peso, su disponibilidad. Es por esa razón que está de dotación en Unidades "ligeras".
6. La capacidad del modelo "Orbiter" para aguantar la humedad no resulta mucho mayor que la del RPAS "Searcher", puesto que se califica con un 3.5; ya que el UAV presenta problemas a la hora de despegar si el porcentaje de humedad sube aproximadamente del 90%, según fuentes informales de personal encuadrado en la Batería que operó el "Scan-Eagle" en Teatro de Operaciones.
7. El material, como se ha comentado anteriormente, es la fibra de vidrio, con una puntuación de 4 sobre 5.
8. En referencia al tipo de suministro, el RPAS "Orbiter" está provisionado de un motor eléctrico, de manera que a la hora de su manipulación no tiene el peligro que conlleva el tratamiento de combustibles (fósiles). Simplemente lleva incorporado una batería de polímero de litio que, aun teniendo cierto riesgo (sobre todo en temperaturas extremas), no implica el de, por ejemplo, el carburante del RPAS "Searcher". Por esa razón se le ha puesto la máxima puntuación de seguridad, un 5 sobre 5.



4.2.2.3. “Scan-Eagle RM1”

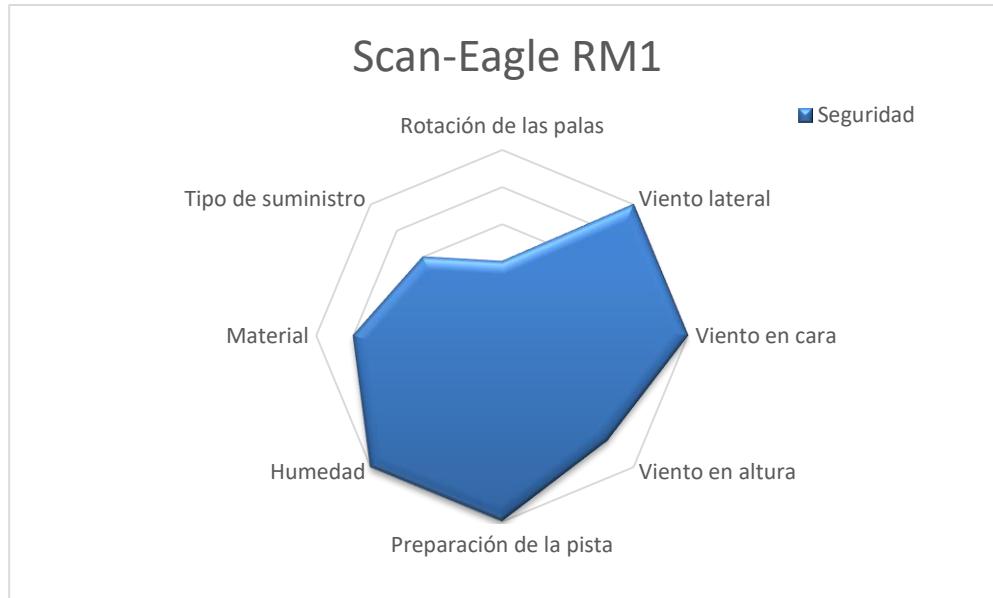


Figura 15:: Ponderación de Riesgos en el UAV "Scan-Eagle RM1"

1. La configuración estructural del “Scan-Eagle” respecto al “Orbiter” se asemeja en la parte alar (semejante a una “V” vista desde su planta), de manera que la protección de la rotación de las palas es similar (estos modelos no tienen timón de cola). Esto implica una protección de 2 sobre 5 a la hora de operarlo o manipularlo en Tierra (en este caso, en un barco, ya que está diseñado para ello, debido a que está de dotación en la Armada).
2. En relación a su capacidad de aguantar la velocidad máxima lateral del viento en el momento de despegue, se asigna un valor de 5 sobre 5 ya que, como el “Orbiter”, su despegue se realiza mediante una lanzadera, de manera que su orientación se puede modificar en función de la orientación del vector velocidad del viento.

No es así sin embargo en el momento del despegue. La particularidad del “Scan-Eagle” es el sistema de aterrizaje del mismo, que como se ha comentado anteriormente, está diseñado para estar sobre una plataforma naval.

El sistema de aterrizaje consiste en un arco de gran altura (más de 4 metros) que tiene incorporado un GPS en punto más alto de la cuerda vertical del arco. La aeronave, está provista de unas pinzas interiores que tienen en los extremos de las alas, de manera que, a la hora de iniciar el sistema automático del aterrizaje, la aeronave sabe la posición exacta del arco de aterrizaje. De esta manera, ‘choca’ contra el arco y logra “impactar una de las pinzas de los extremos alares, donde se incrusta la cuerda del arco, quedándose atrapada en la pinza. De esta manera la aeronave se para en el aire y empieza a dar vueltas alrededor de la cuerda vertical por la inercia de la velocidad del aterrizaje hasta que va bajando por la cuerda (sin parar de dar vueltas) y toma tierra. Es un sistema muy útil teniendo en cuenta la imposibilidad de apertura del paracaídas por peligro de pérdida en el mar, y la inviabilidad de asfaltar un buque de guerra (cuando hay portaaviones con otros fines).

3. En referencia al viento frontal que es capaz de aguantar a la hora de despegar o tomar tierra, ocurre lo mismo, se califica de un 5 sobre 5 por la misma razón del viento lateral,



siendo igual que el RPAS “Orbiter”. Cabe destacar que su sistema de aterrizaje por arco también se puede reorientar en función del viento.

4. Sin embargo, hay una diferencia considerable y reseñable a la hora de observar la capacidad de aguantar el viento en altura por parte del RPAS “Scan-Eagle”. Y es que este sistema es un ‘clase I’, ‘tipo I’ “Small”. De manera que se nota la potencia del RPAS para hacer frente a las inclemencias en altura. Es por esta razón que se le otorga un 4 sobre 5 en comparación a las tres aeronaves analizadas.
5. En cuanto a la preparación de la pista, el RPAS “Scan-Eagle” no supone tener muchas necesidades. Pues como se ha comentado anteriormente, se basta del sistema de lanzadera/catapulta y el sistema del arco para el despegue y aterrizaje respectivamente. Por lo tanto, estas circunstancias indican que la preparación de la pista no implica un mayor riesgo para el Centro de Operaciones RPAS que este desplegado, ya sea en un buque de guerra o en tierra firme.
6. Respecto a la humedad, poco se puede decir de una aeronave que ha sido diseñada para el mar. La humedad tiene poco que hacer contra los sistemas herméticos de los que está provisto. Por esta razón tiene la máxima calificación en el análisis (5 sobre 5), ya que, de las aeronaves escogidas, es la que menos riesgo tiene a la hora de operar (además sabiendo que, en caso de usarlo la armada, pudiese caer al mar).
7. El material, utilizado, es la fibra de vidrio, con una puntuación de 4 sobre 5.
8. El tipo de suministro que utiliza el RPAS “Scan-Eagle” es el Gasoil, ya que la Armada tiene prohibida por regulación OTAN el uso de la Gasolina en los buques por motivos de seguridad. De esta manera, el peligro de la tripulación a la hora de operarlo en tierra (ya sea en un buque o en un Centro de Operaciones RPAS en tierra firme) disminuye un poco en comparación a la Gasolina de alto octanaje del RPAS “Searcher”. Por esta razón se le asigna un 4 sobre 5, sin olvidar que opera con un combustible fósil, y no con un motor eléctrico, como es el caso del “Orbiter”.

Como conclusiones generales de este apartado se pueden prever varias cuestiones:

- En relación al RPAS “Searcher MK-III J”, está claro que un UAV de esa categoría (Tipo II, con un peso aproximado de media tonelada) necesita para despegar y aterrizar un aeródromo bien diseñado, con una configuración completa, y, aun así, se seguiría dependiendo del ‘viento lateral’ y ‘frontal’ para dichas maniobras. No obstante, una vez ya en el aire, se concluye que es la aeronave más segura, gracias a que tiene el máximo aguante de ‘viento en altura’.

Sin embargo, es necesario comentar que, en tierra, debido a la manipulación de su combustible (Gasolina de alto octanaje), es considerada una aeronave peligrosa a la hora de tratarla en Tierra.

- En cuanto al RPAS “Orbiter 3B STUAS”, el problema del suministro está resuelto al tener una fuente eléctrica. Además, al contar con paracaídas y lanzadera neumática no presenta problemas de vientos en los procedimientos de aterrizaje y despegue.

Un UAV pequeño con una disponibilidad muy amplia.

- Por último, el RPAS “Scan-Eagle RM1”, a pesar de no tener una fuente eléctrica, no incorpora Gasolina, por lo que no es tan peligrosa como el modelo “Searcher” a la hora de manipularlo en Tierra. Por lo demás, posee las mismas garantías que el modelo “Orbiter” en cuanto a las maniobras de despegue y aterrizaje, pero con un peso, potencia y autonomía mayores. Por lo que su ‘viento en altura’ aumenta en comparación. Además, al ser un diseño pensado para la Armada, la capacidad de funcionar sobre unas condiciones de humedad altas es sobresaliente.



Como consecuencia, se obtiene una puntuación (suma de las ponderaciones) de 33/40 para el RPAS “Scan-Eagle”, 31.5/40 para el “Orbiter”, y finalmente un 24/40 para el “Searcher”. Por lo tanto, en cuanto a riesgos se refiere, queda claro que el sistema “Scan-Eagle” ofrece unas prestaciones óptimas con un menor riesgo tanto aéreo como de manipulación. Sin embargo, el sistema “Searcher”, a pesar de sus prestaciones, propias de un TUAV (Clase 2, tipo II; Anexo I), se considera el RPAS con mayor riesgo para la tripulación y para la propia aeronave.



5. CONCLUSIONES

Una vez se han podido comprobar los análisis del presente Trabajo, con los resultados acordes a los mismos, se procederá a presentar las conclusiones generales que se han podido sacar de la memoria, tanto implícitos como explícitos:

- Los medios RPAS son una herramienta del siglo XX que tienen una enorme proyección, si no de las que más, para el ámbito de la Fuerza 2035. Con el objeto del despliegue debido de dichos medios, se precisa de un Centro de Operaciones según se ha podido mostrar en el diseño 3D, con las medidas requeridas. De manera que si se quiere mejorar la operatividad de dichos medios para un futuro (no muy lejano), no solo hay que enfocarse en la aeronave en sí, sino que también se deben mejorar las propias prestaciones del factor terrestre del Centro de Operaciones RPAS, tal y como se prevé tanto en el diseño, como en las medidas sugeridas en la matriz 3D.
- Como se ha podido comprobar en el Análisis de Eficiencia vía matriz 3D, la Seguridad avanza o decae de forma paralela junto con la Consistencia. De manera que en el ambiente aeronáutico la posibilidad de sopesar o asumir un error se vuelve mínima por elevado riesgo que se corre, ya que la misión depende principalmente de la posibilidad de volar. Es decir, es inviable tener una baja seguridad y a su vez una alta Consistencia, ya que no son inversamente proporcionales.
- Volviendo a la matriz 3D de Eficiencia, está claro que la rapidez juega un papel determinante a la hora de establecer las otras dos características: la Consistencia, y la Seguridad. Para ello habrá que buscar un término medio a la hora de operar buscando a ser posible, incrementar más la seguridad en detrimento de la Rapidez, ya que, como se ha podido asumir en el Análisis DAFO, el carácter estático del despliegue de un CORPAS es un riesgo asumido.
- Respecto al análisis DAFO, es evidente en la tabla resumen (
- Tabla 1: Análisis DAFO esquemático) indica más puntos débiles que fuertes. Pero no por ello indica un valor mayor que otro. Hay que tener en cuenta que la ventaja más grande que proporcionan los medios RPAS es la inexistencia de bajas humanas en vuelo. Este factor, de tremenda importancia, se ha de equilibrar con mayores debilidades o amenazas, que, teniendo en cuenta las increíbles prestaciones que nos pueden otorgar dichos medios (con el detalle de extremar sus ventajas sin tener en cuenta el factor humano) inclina la balanza de una forma positiva. De manera que, ya que no hay que preocuparse por el factor humano en vuelo, habrá que hacerlo con el factor humano en tierra.
- En el cuestionario, las respuestas reflejan las opiniones del Personal de la Batería o tripulación. Es decir, el factor humano terrestre del que se ha hablado anteriormente. Se considera un gran refuerzo positivo a la afirmación o apoyo de algunas medidas propuestas para la configuración y diseño del Centro de Operaciones RPAS. Ya que, es dicho Personal el que trabaja actualmente con los medios RPAS (en estado experimental), y quién estará más apegado a las necesidades de dicha Unidad.
- Respecto a los riesgos presentados (donde se ha procedido a explicar 2 de los más preocupantes), se ha podido observar que son, no solo claramente asumibles, si no que algunos incluso evitables. Está claro que a la hora de diseñar un Centro de Operaciones con propósitos y cometidos que se logran a través de la vía aérea, no puede existir un 0% de probabilidad de accidente o error, sobre todo cuando sigue existiendo un factor humano (terrestre). No obstante, se ha podido comprobar que hay un plan de mitigación con el objeto de conseguir un descenso de dichos errores.



- En cuanto a la seguridad presentada en las 3 aeronaves descritas (modelo “Searcher”, modelo “Scan-Eagle”, modelo “Orbiter”) en el método de Características Ponderadas, se ha podido ver que, a mayores prestaciones o cometidos de mayor magnitud exigidas a la aeronave, mayores condicionantes y limitaciones de la seguridad se han de tener en cuenta a la hora de asumir los riesgos. De manera que, la consistencia y la seguridad el Segmento Aéreo sí que funciona de forma inversamente proporcional. No como se ha comentado anteriormente, en el Segmento Terrestre, en la matriz 3D. (Por lo que existe una relación entre los riesgos de aeronaves y las medidas tomadas en el CORPAS).

Como líneas futuras de trabajo caben destacar las siguientes:

- La línea de proyección de los medios RPAS es un camino sin vuelta atrás. Una vez las Fuerzas Armadas se han implicado en la obtención de dichos medios. Deben apostar por ellos y comprometerse en su desarrollo. Esta situación requiere especial atención a las posibles actualizaciones e innovaciones del mercado de UAS, para no dejar obsoletos los medios propios (es importante tener en cuenta la dependencia de la tecnología, ya comentado anteriormente).
- El desarrollo de los UAS compromete a su vez el desarrollo de los Centros de Operaciones para su consecuente uso apropiado. Esto implica que tanto los materiales, como las TTP's (Tácticas, Técnicas y Procedimientos) y el Personal, deberán actualizarse debidamente con la formación necesaria.
- De igual manera que el desarrollo de los UAS comprende el desarrollo de los Centros de Operaciones, el avance de estos últimos exige una mejora en la integración de los sistemas actuales de medios RPAS, como es el IRIS¹⁰, hacia Sistemas de Mando y Control de Unidades de diversas especialidades, como el Sistema TALOS ¹¹del Arma de Artillería.

¹⁰ El IRIS es un sistema que provee al Operador de vuelo (y a más personas si se comparte) de una interfaz gráfica donde se visualiza la localización del UAV vía GPS y se puede ver en tiempo real (y grabar) los datos de vídeo en caso de que la carga útil sea mínimo una cámara.

¹¹ El TALOS es un sistema de información de Mando y Control diferenciado en dos: el técnico, que se utiliza principalmente para dar órdenes de fuego y acciones de tiro a las piezas. Y el táctico, que se usa para tener el control de las Unidades de Artillería integradas con las demás Especialidades.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABC. (8 de 10 de 2018). [abcblogs.abc.es/](https://abcblogs.abc.es/tierra-mar-aire/industria-de-defensa/israeli-avion-no-tripulado.html). Obtenido de <https://abcblogs.abc.es/tierra-mar-aire/industria-de-defensa/israeli-avion-no-tripulado.html>
- [2] Aero Expo. (s.f.). [aeroexpo.online/es/](https://www.aeroexpo.online/es/prod/aeronautics-ltd/product-169150-481.html). Obtenido de <https://www.aeroexpo.online/es/prod/aeronautics-ltd/product-169150-481.html>
- [3] Army Recognition. (10 de 03 de 2018). [armyrecognition.com/](https://www.armyrecognition.com/us_american_unmanned_aerial_ground_vehicle_uk/scaneagle_uas_uav_unmanned_aerial_vehicle_system_data_sheet_specifications_information_description.html). Obtenido de https://www.armyrecognition.com/us_american_unmanned_aerial_ground_vehicle_uk/scaneagle_uas_uav_unmanned_aerial_vehicle_system_data_sheet_specifications_information_description.html
- [4] Capitán Ricardo Rodríguez Cobos . (22 de Octubre de 2020). Presentación Batería RPAS. San Andrés de Rabanedo, León, España.
- [5] Capitán Ricardo Rodriguez Cobos. (20 de Septiembre de 2021). Datos CORPAS Campo de Maniobras y Tiro El Ferral . San Andrés del Rabanedo, León, España.
- [6] De Goya, L. (28 de Septiembre de 2021). Entrevista formal sobre los Antecedentes de la Unidad. (A. A. Benito, Entrevistador)
- [7] Dirección de Doctrina, Orgánica y Materiales. (01/12/2014). Lecciones aprendidas de la participación de la Unidad PASI en la Operación R/A. Granada: Centro Geográfico del Ejército.
- [8] Ejército de Tierra. (01/07/07). Norma General 07/07; Seguridad de vuelo en el ET. Madrid: Estado Mayor del Ejército.
- [9] Ejército de Tierra; Estado Mayor del Ejército. (s.f.). Sistemas aéreos no tripulados en el Ejército de Tierra. Ministerio de Defensa.
- [10] GeoGebra. (27 de 09 de 2021). [geogebra.org/](https://www.geogebra.org/3d?lang=es). Obtenido de <https://www.geogebra.org/3d?lang=es>
- [11] Hispaviacion drones. (14 de 04 de 2020). [hispaviacion.es](https://www.hispaviacion.es/un-estudio-de-frost-sullivan-afirma-que-el-mercado-de-rpas-comerciales-llegara-a-2-9-millones-de-unidades-para-el-2023/). Obtenido de <https://www.hispaviacion.es/un-estudio-de-frost-sullivan-afirma-que-el-mercado-de-rpas-comerciales-llegara-a-2-9-millones-de-unidades-para-el-2023/>
- [12] ISAF UAV PASI . (01 de 08 de 2011). Descripción del UAV "Searcher MK-III".
- [13] Israel Aerospace Industries. (01/11/2012). INTERNAL PILOT CHECKLIST; Normal Procedures & Limitations .
- [14] Israel Aerospace Industries. (24 de 10 de 2021). [iai.co.il/](https://www.iai.co.il/p/searcher-mk-iii). Obtenido de <https://www.iai.co.il/p/searcher-mk-iii>
- [15] MADOC. (02/03/2016). Empleo Táctico de la Unidad de RPAS (PD4-013). Granada: Centro Geográfico del Ejército. Obtenido de http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb
- [16] MADOC. (17/06/2016). Empleo Táctico del Grupo de Artillería de Información y Localización (PD4-301). Granada: Centro Geográfico del Ejército. Obtenido de http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb



- [17] Ministerio de Defensa. (27 de 07 de 2020). ejercito.defensa.gob.es/. Obtenido de <https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/index.html>
- [18] Ortega, F. (28 de Septiembre de 2021). Entrevista formal sobre los Antecedentes de la Unidad. (A. P. Benito, Entrevistador)
- [19] Research Gate. (01 de 05 de 2017). researchgate.net/. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/ScanEagle-R-unmanned-aerial-vehicle-UAV-Boeing-Insitu-Bingen-WA-USA-lands-on_fig1_317256965
- [20] Universidad de Zaragoza, Oficina de Proyectos. (17 de 09 de 2021). moodle.unizar.es/. Obtenido de <https://moodle.unizar.es/add/course/view.php?id=35578>
- [21] Wikipedia. (16 de 04 de 2005). wikipedia.org. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ScanEagle_UAV_catapult_launcher_\(center\).jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:ScanEagle_UAV_catapult_launcher_(center).jpg)

ANEXOS

ANEXO I

Clasificación RPA OTAN

En el presente Anexo se establece la clasificación de los RPA según su peso máximo de despegue de acuerdo a la actualización OTAN, junto con su Radio normal de misión. Además, se presenta un ejemplo de cada uno de ellos.

Tabla 2: Clasificación RPA

Tarjeta operador RPA	Clase según peso máximo al despegue	Categoría OTAN y acrónimo	Radio normal de misión	Ejemplos de RPAS
Tipo I	Clase I ≤ 150 kg	Micro-RPA	2 km	Black Hornet
		Mini-RPA	10 km	Raven RQ-11 B
		Small-RPA	50 km (alcance medio: MR, <i>Medium Range</i>)	Pelícano
Tipo II	Clase II > 150 y ≤ 600 kg	TUAV (táctico)	200 km (largo alcance: LR, <i>Long Range</i>)	Searcher MK-III
	CLASE III > 600 kg	UCAV (de combate)	Sin límite (enlace por satélite: BLOS, <i>Beyond Line of Sight</i>)	Reaper
		MALE (<i>Medium Altitude Long Endurance</i>)		Heron TP
		HALE (<i>High Altitude Long Endurance</i>)		Global Hawk

Fuente: Elaboración a partir de [15].

ANEXO II

Cuestionario sobre las medidas enfocadas al CORPAS

El cuestionario presentado al Personal de la Batería RPAS presentaba preguntas con respuesta corta, larga, y ponderada entre 1 (nada de acuerdo o desventaja) y 5 (totalmente de acuerdo o ventaja). Anteriormente a dicho cuestionario se planteaba una introducción y la razón del mismo.

Se presenta el CAC Alex Polo Benito perteneciente al 5º Curso de la Academia General Militar y estoy haciendo un Trabajo Fin de Grado sobre "Diseño y Configuración de un Centro de Operaciones RPAS". Para ello, he hecho con un cuestionario con el fin de saber la opinión del personal encargado de la única Batería RPAS en el Ejército de Tierra, de manera se pueda tener una idea óptima del diseño del mismo. Le pido que conteste con sinceridad, ya que tendrá carácter totalmente confidencial.

1. Para empezar, ¿Qué responsabilidad o área tiene encargada en el CORPAS?

(Respuesta larga)

2. ¿En qué año entró a formar parte de la Batería RPAS?

(Respuesta corta)

3. ¿Cree que en la plancha aeronáutica del CORPAS debería haber zonas designadas específicas marcadas?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

4. ¿Cree que cada entrada al CORPAS debería tener un puesto de vigilancia con protección en caso de estar desplegados en Teatro de Operaciones?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

5. ¿Cree que se debería señalizar la zona de Combustibles, o hacer constancia de dónde se encuentra?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

6. ¿Cree que la pista debería estar recubierta de un vallado cinegético?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

7. ¿Cree que se deben cortar las entradas y salidas por las carreteras de acceso al CORPAS en las maniobras de Despegue/Aterrizaje?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

8. ¿Cree que en la plancha aeronáutica debería estar marcado un pasillo específico para la salida del RPA a la pista?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

9. ¿Cree que el CORPAS debería tener más de una entrada/salida vehicular?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

10. ¿Prevé un uso ascendente de los RPAS (Fuerza 2035) en el carácter militar?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

11. ¿Cree que el GAIL II/63 podría aportar sus conocimientos en el mundo de los RPAS a otras UCO's de las Fuerzas Armadas?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

12. De ser así, ¿vería conveniente mostrar y explicar a dichas UCO's el diseño y funcionamiento de

1 2 3 4 5

13. ¿Ve una ventaja o un inconveniente el tener una relación industrial con una empresa civil a la hora de tratar asuntos materiales y logísticos de la Batería RPAS?

1 2 3 4 5

14. ¿Cree que los helicópteros están perdiendo campo de actuación por la aparición de RPAS?

1 2 3 4 5

15. ¿Cree que, en Teatro de Operaciones, siempre será necesario desplegar un RPAS encima de las armas de maniobra?

1 2 3 4 5

16. ¿Cree que los medios RPAS (y su consiguiente despliegue del CORPAS) pueden ser útiles en situaciones civiles y no sólo militares?

1 2 3 4 5

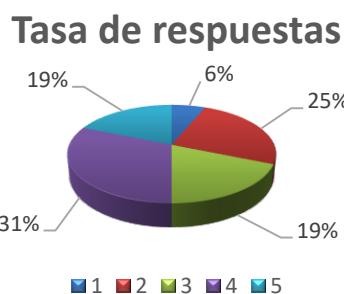
ANEXO III

Resultados del Cuestionario

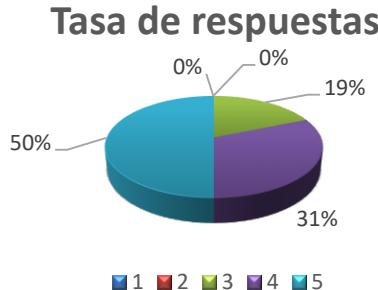
1. Para empezar, ¿Qué responsabilidad o área tiene encargada en el CORPAS?

2. ¿En qué año entró a formar parte de la Batería RPAS?

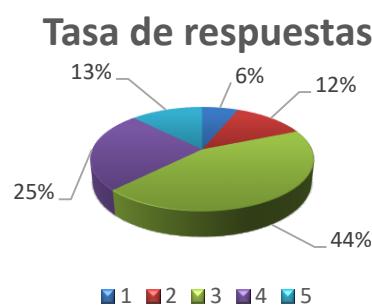
3. ¿Cree que en la plancha aeronáutica del CORPAS debería haber zonas designadas específicas marcadas?



4. ¿Cree que cada entrada al CORPAS debería tener un puesto de vigilancia con proy

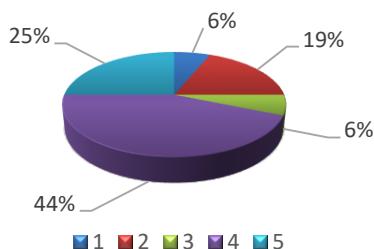


5. ¿Cree que se debería señalizar la zona de Combustibles, o hacer constancia de dónde se encuentra?



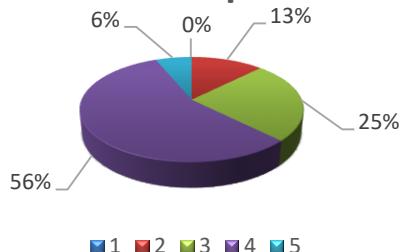
6. ¿Cree que la pista debería estar recubierta de un vallado cinegético?

Tasa de respuestas



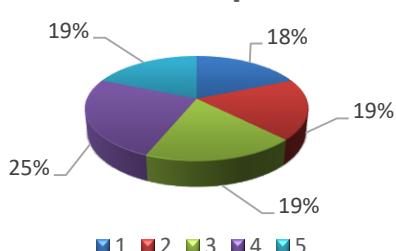
7. ¿Cree que se deben contar las entradas y salidas por las carreteras de acceso al CORPAS en las maniobras de Despegue/Aterrizaje?

Tasa de respuestas



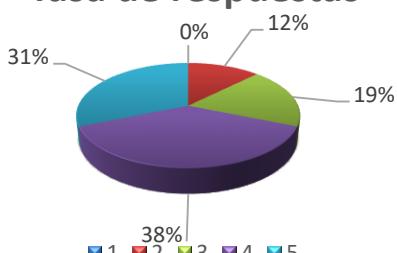
8. ¿Cree que en la plancha aeronáutica debería estar marcado un pasillo específico para la salida del RPA a la pista?

Tasa de respuestas



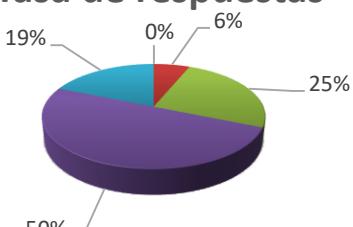
9. ¿Cree que el uso de RPAS en las Fuerzas Armadas es necesario?

Tasa de respuestas

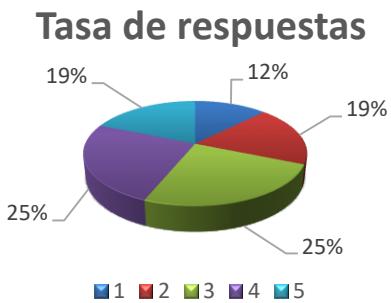


10. ¿Preve un uso ascendente de los RPAS (Fuerza 2035) en el carácter militar?

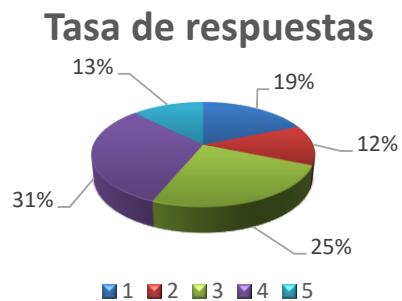
Tasa de respuestas



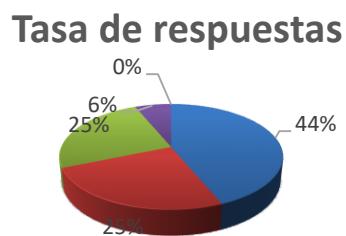
11. ¿Cree que el GAIL II/63 podría aportar sus conocimientos en el mundo de los RPAS a otras UCO's de las Fuerzas Armadas?



12. De ser así, ¿vería conveniente mostrar y explicar a dichas UCO's el diseño y funcionamiento de un CORPAS?



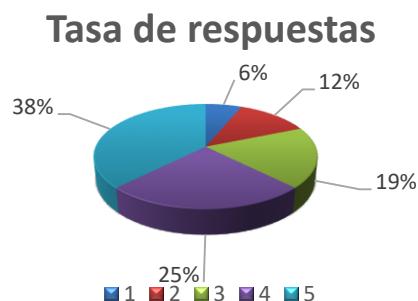
13. ¿Ve
civil a la hora de tratar asuntos materiales y logísticos de la Batería RPAS?
empresa



14. ¿C
RP
parición de



15. ¿Cree que, en Teatro de Operaciones, siempre será necesario desplegar un RPAS encima de las armas de maniobra?



16. ¿Cree que los medios RPAS (y su consiguiente despliegue del CORPAS) pueden ser útiles en situaciones civiles y no sólo militares?



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO IV

Organización Orgánica del Ejército de Tierra



Figura 16: Orgánica Ejército de Tierra

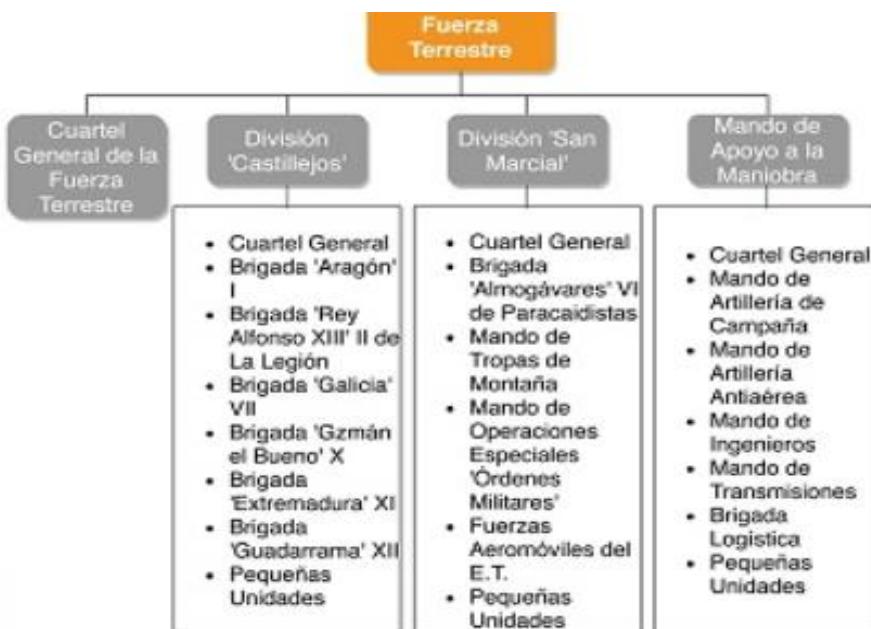


Figura 17: Orgánica de Fuerza Terrestre

Fuente: Elaboración a partir de [17].

ANEXO V

Entrevista Formal a Personal desplegado en Afganistán

Con el objetivo de ratificar los antecedentes de los RPAS en el Ejército de Tierra desplegados en Operaciones, se propuso una entrevista formal al Subteniente de Goya y al Brigada Ortega, que estuvieron desplegados en diversas ocasiones en Afganistán, con medios RPAS, los primeros que usó el Ejército de Tierra.

1. ¿Cuál fue el incentivo que tuvo España a la hora de adquirir los RPAS?

Subteniente De Goyo: 'Si no recuerdo mal, los RPAS se adquieren en España para Afganistán a raíz de unas declaraciones que hizo el Ministro de Defensa, José Bono, ya que iba a desplegar un sistema de RPAS al servicio de ISAF con el fin de proteger las tropas españolas. De modo que se adquirió el entonces sistema israelí "Searcher MK-II J", ahora "MK-III J", ya que está actualizado. A partir de esta situación, fue cuando se gestionó con celeridad el proceso logístico con el fin de desplegar ya en 2008 en Afganistán.'

Brigada Ortega: 'España tuvo un compromiso adquirido en Europa con la OTAN con el fin de incrementar la presencia nacional en Afganistán. Dicho incremento de presencia se pidió a varios países aliados, y España barajó de aquella, diferentes opciones.

Se habló de meter un batallón de Infantería Marina, y se barajó también la posibilidad de los UAV's. Los UVS's en aquella época era algo muy novedoso, y a opinión personal creo que optaron por los UAV's debido a que estos no tienen bajas humanas, e implicaban menos personal desplegado.'

Subteniente De Goyo: 'España no disponía de medios RPAS...Apenas teníamos el "SIVA", pero era un demostrador tecnológico que la empresa INDRA utilizaba junto con la batería RPAS del GAIL para apoyo logístico y poco más, porque venían los ingenieros de INDRA a trabajar y a volar con el sistema. Cuando el Ministro Bono hace aquellas declaraciones el mando del Ejército de Tierra se quedó un poco...descolocado, porque no teníamos medios y hubo que buscar deprisa y corriendo un sistema. Aunque a pesar de la premura, se acertó de pleno, porque se adquirió un medio con muchísima experiencia de un ejército muy potente como es el israelí, con una tecnología en medios RPAS que es, bajo mi punto de vista, de las más punteras que hay en el mundo junto con la americana. Fue entonces cuando se precipitó todo el proceso y hubo que buscar que unidades desplegaban, que personal se formaría en los cursos, etc. De hecho, en los primeros cursos, el personal se tuvo que ir a Israel durante 6 meses completos para formarse. Nosotros estuvimos en la primera rotación. La primera partió de León, la segunda de Valencia, y nosotros pertenecemos al tercer curso.'

2. ¿Cómo se pudo formar a los militares españoles en el uso de los RPAS? (Ejércitos Extranjeros, Territorio Nacional, etc.)

Subteniente De Goyo: 'Pues en un primer momento cuando se decide que el GAIL sea una de las Unidades afortunadas en el sorteo y le toque desplegar en Afganistán con el RPAS, es porque el GAIL ya tenía en su plantilla contemplada una batería UAV. Cosa que no tiene ninguna Unidad de España, o no tenía en ese momento. Entonces cuando ya se decide qu personal va a desplegar allí, se envía a todo el mundo a Israel, en Tel Aviv, en la base de EIN SEMER, donde recibían formación tanto teórica como práctica, dependiendo del curso que tuvieran, ya que había 4 especialidades en el sistema PASI en aquel momento: pilotaje, observadores o "carga útil", técnicos electrónicos y técnicos mecánicos. Se dice sistema "PASI" ...aunque en realidad es el sistema "Searcher", "PASI" es el acrónimo que se dio a la unidad que desplegó en Afganistán, que significa Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia.'

La segunda rotación de Valencia hizo el mismo curso, pero a partir de entonces, la tercera, que fue donde estuvimos nosotros, tuvimos una formación inicial en Madrid. En mi caso, los observadores estuvimos en las instalaciones de INDRA, en Aranjuez; los pilotos (Brigada Ortega), estuvieron en Colmenar, en el CEFAMET.

Posteriormente, nos juntamos todos, tras las navidades, y nos fuimos a Israel 2 meses, donde acabamos la formación, ya cada uno con su especialidad.'

3. ¿Cuál fue el papel de España con los RPAS en Afganistán?

Brigada Ortega: 'España tenía "x" horas contratadas con el RC-WEST, que fueron variando, 75 horas mensuales que teníamos que dedicar bajo TACOM (Mando Táctico) del RC-WEST, y luego había otras 75 horas que utilizábamos bajo TACOM estrictamente Nacional. Dependiendo de las misiones que nos iban llegando, íbamos volcando las horas en un lado o en otro. Alguna vez se hizo un trasvase de horas llegando a un tipo de negociación y se dedicaron más horas a RC-WEST que a las nacionales.'

Con estos RPAS se fue trabajando de manera satisfactoria y de hecho... Posiblemente fuéramos el RPAS más puntero, aunque también estuvo desplegado en Erat, el "Predator" italiano, pero contaba con una "carga útil" menos potente. De hecho, cuando había misiones importantes, o misiones más delicadas, contaban más con el "Searcher" que con el "Predator" italiano, ya que poseíamos una carga útil más eficaz, y posiblemente mejores observadores.'

Subteniente De Goyo: 'Como bien dice el Brigada, el sistema despliega directamente en Afganistán, no estaba en Territorio Nacional (TN), así que cuando acababas la misión y volvías aquí (TN), no tenías el sistema, con lo cual, a lo mejor volvías a desplegar posteriormente.'

Esto también tenía un problema logístico de índole étnico e histórico, porque claro, desplegar técnicos israelíes en un país como Afganistán era muy complicado. Pero entonces se introducen finalmente los RPAS, y hay que decir a nuestro favor, después de 3, 4 ó 6 meses de formación, estábamos aquí en España 1 ó 2 semanas, y poco menos que sin solución de continuidad desplegábamos. Lo hacíamos sin ninguna experiencia aeronáutica ni operativa, y entrábamos ahí... Si se me permite la expresión... "Sin vaselina". Entrábamos directamente, y en el relevo nos hacían el "bautismo del aire" aparte de los vuelos que habíamos hecho con los instructores israelíes, pero ya te veías en misiones reales en Zona de Operaciones. Entonces fue un proceso muy complicado, y muy ilusionante a la vez, porque era un auténtico reto.

Como bien dice el Brigada Ortega, nuestra dependencia era de RC-WEST, cuyo mando era un general italiano. Esto trajo muchos problemas, porque claro, la fuerza española no lo entendía, no entendía que el "avión español" no diera apoyo a las Unidades Españolas, y muchas veces les teníamos que decir que estábamos bajo mando del

general italiano, y él es el que determina, “Segunda” de RC-WEST, las misiones en las que tenemos que formar parte.

Entonces llegó una orden desde el Mando de Operaciones (MOPS) en el cual nos dijeron 75 horas dedicadas a RC-WEST, 75 horas nacionales. Y luego, hacíamos otra serie de misiones en apoyo a las tropas españolas, siempre aprovechando el regreso de algún vuelo. Si teníamos algún vuelo de RC-WEST, a lo mejor nos venía algún mando español y nos preguntaba si íbamos a estar por alguna zona donde ellos operarían o les resultara útil alguna operación ISTAR, de manera que siempre intentábamos ayudar a nuestra gente.’

Brigada Ortega: ‘Claro, hay que tener en cuenta que la gestión del espacio aéreo no tenía que estar prefijado, la gestión iba a tiempo real, es decir, si nosotros, teníamos algún problema, rápidamente reconfigurábamos el espacio aéreo, y abríamos un área nueva de misión. Nos abrían las “key pads”, y las “kill box”. Era muy dinámico, con lo cual, de vuelta que veníamos muchas veces de obtener inteligencia para el RC-WEST, el CNI nos tasqueaba para aprovechar a obtener inteligencia de zonas circundantes y anexas a la ruta de infiltración o de regreso a la base donde nos encontrábamos, aprovechando los viajes ya que siempre llevábamos combustible de sobra, salíamos cargados “a tope”, y nos disponíamos a dar ese apoyo nacional.

Subteniente De Goyo: Claro, es importante remarcar, que el espacio aéreo, al ser zona de operaciones, era dominio de OTAN, americano en este caso, controlado desde Kabul.

Siempre estábamos en un “chat”, con ISAF secreto, entonces con ese JCHAT, (Join Chat), calentabas zonas, pedías zonas adicionales, y solicitabas Kill box’s. Eran prácticamente automáticas y teníamos muy buena relación con los mandos (tanto americanos como los italianos) y eso ayudaba muchísimo.

4. ¿Qué relación se tenía con el Ejército del Aire respecto a los RPAS y por qué no fueron ellos quienes se encargaron de las misiones de los RPAS en Afganistán?

Subteniente De Goyo: ‘Bueno, yo todo lo que se, es de rumores. Parece ser que cuando al Ejército del Aire le dicen de adquirir un “juguete” de 400 kilos, los pilotos lo que realmente quieren es, meterse en una carlinga y pilotar. Entonces cuando les hablan de un juguete de este pelo, pues ellos, en un principio, parece ser que dijeron que no estaban interesados, lo rechazaron. Fue por esto, por lo que los medios RPAS iniciales, cayeron en el Ejército de Tierra.

Cuando llegaron a Zona de Operaciones (ZO) y tras unos momentos difíciles, ya que mucha gente, al desconocer el sistema, pues no conocía sus posibilidades y lo que le podíamos ofrecer, el RPAS, poquito a poco, y a base de muchísimas horas, fue triunfando. Tenemos que tener en cuenta que luego hicimos 5000 horas en 300 o 400 misiones, fue una “burrada”. De hecho, llegamos a ser la Unidad RPAS con menos índice de accidentes de todo ISAF, éramos la Unidad más eficiente. Es una cosa que, además, nadie le da publicidad, y creo que es algo súper importante.

Teníamos un número bajísimo de incidentes, y de accidentes. De hecho, nunca tuvimos un accidente. Todo fueron incidentes por tomas duras o culpa de rachas de aire... Pero el caso es que la relación con el aire fue muy cordial porque nosotros la favorecimos. Cuando llegamos a Afganistán, la tercera rotación, que fue la nuestra de PASI, tuvimos que acordar una reunión con los controladores aéreos, les invitamos a comer y como buenos españoles, con una comida de por medio y un ambiente más distendido, les

explicamos cómo trabaja el sistema, entonces los controladores aéreos aprendieron los requerimientos del sistema y a partir de aquel momento, cada vez que les hacíamos alguna petición, ellos siempre que podían nos ayudaban. Porque claro, el sistema PASI, el “Searcher”, tiene unos requerimientos, que hay que bloquear la pista durante 20 minutos.

Claro, Erat tenía mucho tráfico aéreo, y todo el mundo llegaba corto de combustible. Entonces sí que teníamos mucha relación con el ejército del aire, pero sobre todo con controladores.

Brigada Ortega: Claro, el Ejército del Aire (EA) se metió en el mundo de los RPAS de forma muy tardía.

Nosotros, la relación que tuvimos con el elemento aéreo, fue a través de FAMET, Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra, que nos integraron en su sistema de seguridad de vuelo, y la formación de operadores se llevó siempre muy monitorizada por FAMET. Por eso tenemos muchas manías derivadas de los pilotos de helicópteros, ya que muchas de ellas las tenemos como heredadas.

Subteniente De Goyo: ‘Y luego el ejército del aire, aprovechando los distintos tipos de RPAS en función del peso: micro, mini, “small”, etc., hay tres empleos de los RPAS, el operacional, el táctico y el estratégico.

Ellos cuando vieron que este tema se les iba de las manos, dijeron que los RPAS hasta “x” kilos y “x” altitud, eran tácticos, y que ellos no empleaban eso. Su trabajo era a nivel estratégico.

Por eso el Ejército del Aire está potenciando mucho este tema y están adquiriendo los “Reaper”, o llegó a pensar en adquirir el Heron B, que es el hermano mayor del Searcher, para volar a 30.000 o 40.000 pies para hacer fotografía aérea potente y trabajo más estratégico que operacional o táctico, que es de los que se encarga.

5. ¿Cómo era el trabajo en un Centro de Operaciones RPAS (CORPAS) en el extranjero?

Brigada Ortega: ‘Como se comentó anteriormente, se trabajaba diariamente con el Ejército del Aire, porque, al fin y al cabo, era una Unidad aérea. Es decir, compartes el espacio aéreo con el resto de unidades aéreas. Todo lo que es la seguridad aérea de la base, estabas integrado dentro de esas estructuras. Utilizabas las pistas, los medios aéreos y tenías que estar allí.

De hecho, nosotros todas las mañanas lo que hacíamos, era participar en el “briefing meteo”, el “briefing” aeronáutico, que daban allí en la base que era, para todas las unidades aéreas, prácticamente todas. Luego, claro, vuelta integrado. Todo el espacio aéreo que esta compartimentado, tienes que estar en enlace constante con el resto de unidades. Había veces que te desviaban, venías por el pasillo, tenías que cambiar altitudes, desviarte por que igual iba el Hércules. Luego a lo mejor estabas en tu área concedida y te la quitaban y te tenías que mover porque entraba una acción CAS y tenías que salirte de la KILL Box, o por cualquier cosa. Entonces el trabajo diario estabas integrado como una unidad aérea más. Realmente eras una Unidad aérea más.’

Subteniente De Goyo: 'Claro, la vida allí era "muy aeronáutica": trabajabas, volabas, tenías el descanso obligatorio para ir al gimnasio, leer un libro o incluso sólo para aislarte un poco, siempre atento al móvil por alguna la alerta. Pero tú estabas a tu aire y nunca mejor dicho. Mentalidad aeronáutica total.'

Brigada Ortega: 'Y el Centro de Operaciones RPAS es un centro de operaciones en una zona de conflicto, no como en España. Era un centro muy protegido.'

Todas las áreas "Clase II" estaban plenamente restringidas. Teníamos unas tarjetas de acceso especiales. Todo cubierto de medidas de seguridad, alambres de espino, etc. Todo bajo unos sistemas de vigilancia "M6" bastante potentes. Además, se llevaba una clasificación en la difusión de la información muy, muy estricta.

Otra Unidad que trabajaba con nosotros era el RINT (Regimiento de Inteligencia), y en cierto modo, heredamos de ellos también eso. La clasificación, la difusión y el tratamiento de la información que obteníamos era... Como decírselo... Totalmente escrupuloso.

Yo creo que ese tema se mejoró mucho y se llevó de una manera muy, muy medida.'

6. Finalmente, ¿cómo pueden afectar los RPAS a las operaciones que se realicen tanto en Territorio Nacional como en el exterior?

Subteniente De Goya: 'Yo hablo desde mi experiencia, los RPAS tienen sobre todo un condicionante: hay muchos que necesitan una pista de despegue y aterrizaje. La ventaja que dan los "tipo I", es que puedes enviarlos al aire desde cualquier lanzadera portátil que la llevas a cualquier sitio. Lanzan el avión y lo recuperas en cualquier momento. Entonces, ¿por qué, por ejemplo, el GROSA (Grupo de Obtención por Sistemas Aéreos) dice que no despliega en zona de operaciones?

Mali, es un país enorme. Si España hubiera desplegado el PASI en Mali, no hubiéramos cubierto ni la tercera parte del territorio, y estamos hablando de un avión que puede volar en un radio de 250 km y no hubiéramos cubierto ni la tercera parte del territorio. Hubiéramos sido una hormiga en mitad de la nada.

El otro problema que tienen los medio RPAS, bajo mi punto por supuesto, es que España, con los medios y la tecnología que tiene, está sufriendo bastante.

Dependemos mucho de otras tecnologías, en este caso israelí o americana.

El gran problema que encontramos es la obsolescencia de los sistemas. Ese es el gran caballo de batalla.

Lo que se tiene que plantear España es, una de dos, o compramos un sistema en 10 o 15 años para que se nos quede viejo y estemos pagando todos los mantenimientos, haciéndolo por nuestra cuenta, o llamando a la empresa; o cogemos los medios más modernos en un sistema de "Leasing", en el cual no nos preocupamos de nada, la empresa nos da todas las actualizaciones, los overholdings, todo el apoyo y los repuestos; que cuesta, por supuesto, muchísimo más dinero. Pero te despreocupas y además, a la larga es más eficiente.

Esto es lo que se tiene que plantear España ahora mismo. Ya que no tiene tecnología suficiente.

Las empresas españolas que tienen RPAS potentes son al final "subcontratas" de empresas israelíes. Entonces si ahora compramos un sistema, lo dejamos viejo en 6 o 7 años, por lo que se tienen que plantear otros sistemas.

Esto nos pasó con el “Searcher”, y la propia empresa nos dijo que el sistema de repuesto y actualizaciones nos costarían más.

En Afganistán se vio que el sistema se quedó anticuado y se tuvo que comprar nuevas actualizaciones. De manera que al final pagamos más dinero.’

Brigada Ortega: ‘Además de que es crítico, tenga en cuenta que las operaciones en el exterior, sobre todo en zona de conflicto, es un capacitador, casi par el 100% de las misiones. Es decir, todas las misiones si no tienen el RPAS encima, prácticamente es difícil que salga bien. A día de todo es que es todo, te da la protección, el mando y control, la información en tiempo real, una vez que la disfrutas y que ves lo positiva que es, para toma decisiones ayuda bastante.’

Subteniente De Goyo: ‘Lo que pasa ahora es que los Generales y los Coronel jefes de agrupaciones, ya confían mucho en el sistema “Orbiter”, de tipo I, que es más que suficiente. No es la calidad del PASI, pero da unas prestaciones que el “Searcher” no te puede dar, como la disponibilidad y la inmediatez, en detrimento de la calidad, dependiendo de la cámara que se adquiera. Estos mandos, al final lo que querían era esa disponibilidad. Querían un sistema a su disposición cuando ellos quisieran. Esto lo pude comprobar en Qala-e-Naw, donde estuve de oficial de enlace con el Scan-Eagle.

Al final, con este UAV, uno se podía arriesgar a enviarlo al aire por lanzadera, esto con el PASI no te lo podías permitir.’

Fuente: Elaboración a partir de [6] y [18]

ANEXO VI

Sistema de Lanzamiento por Catapulta del RPAS “Orbiter 3B STUAS”



Figura 18: Catapulta RPAS "Orbiter 3B STUAS"

Fuente: Elaboración a partir de [2]

ANEXO VII

Sistema de lanzamiento por Catapulta del RPAS “Scan-Eagle RM1”



Figura 19: Catapulta RPAS "Scan-Eagle RM1"

Fuente: Elaboración a partir de [21]

ANEXO VIII

Sistema de Recuperación del RPAS “Scan-Eagle RM1”



Figura 20: Sistema de Recuperación del RPAS "Scan-Eagle RM1"

Fuente: Elaboración a partir de [19]

ANEXO IX

Área Logística de un Centro de Operaciones RPAS

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Sketch Up®

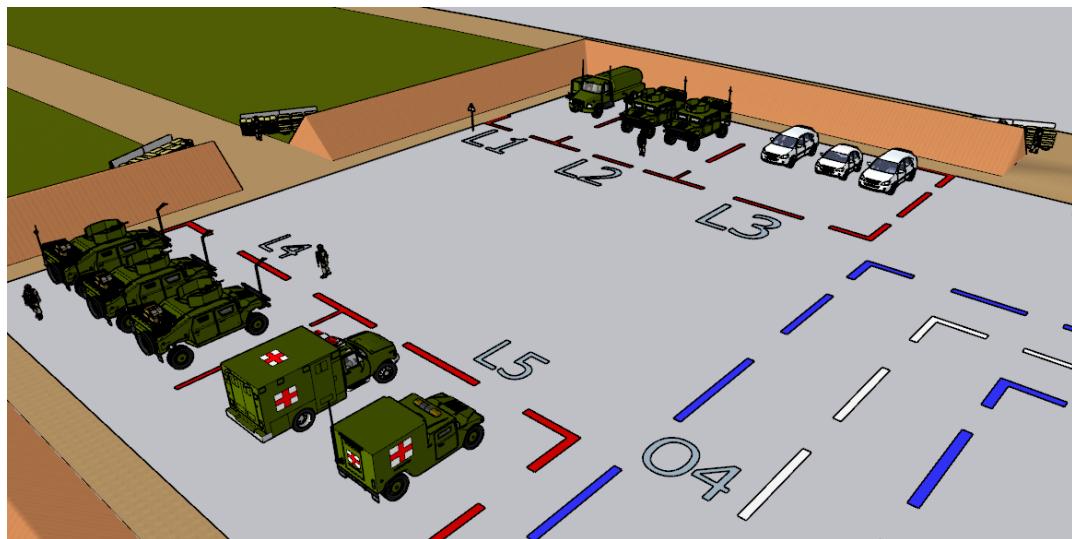


Figura 21: Área Logística

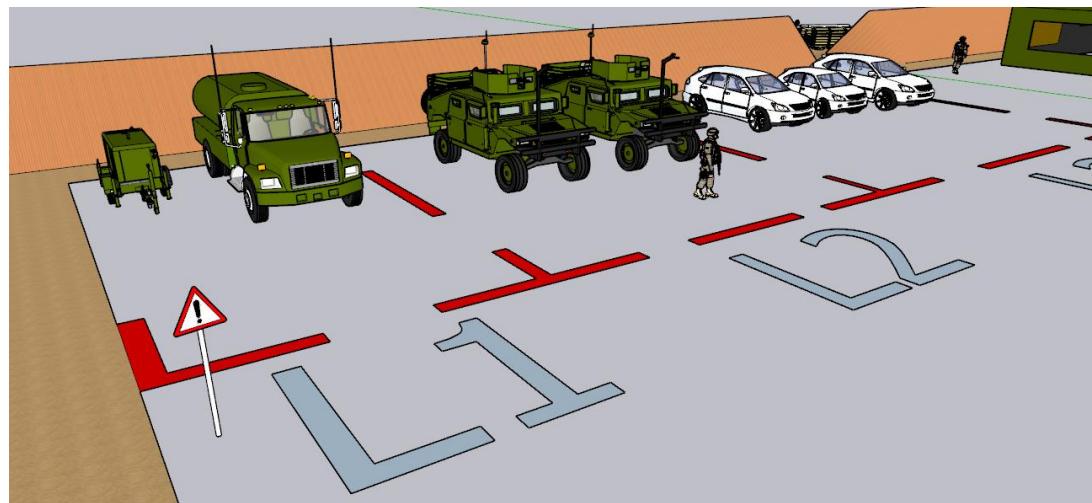


Figura 22: Zona de Combustibles, Grupo Electrógeno y Aparcamiento de vehículos

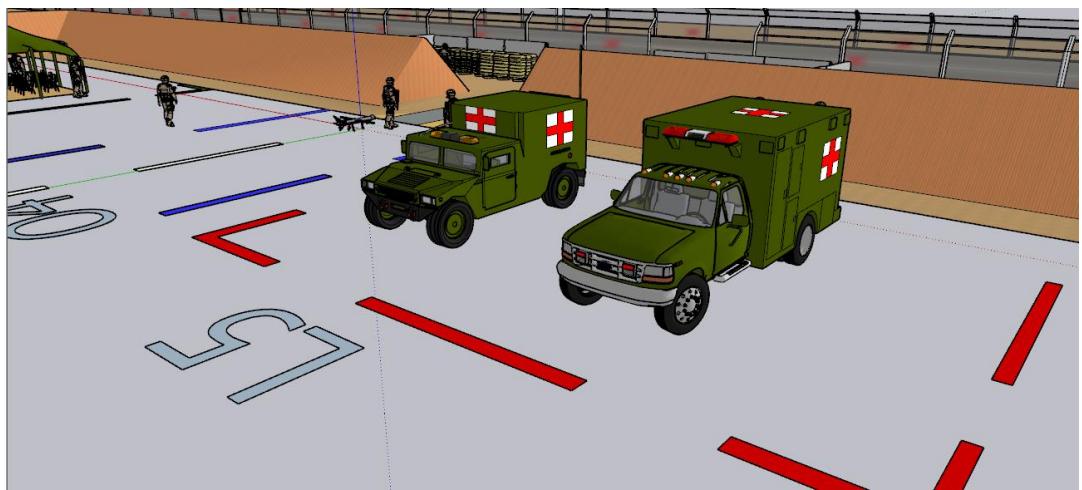


Figura 23: Aparcamiento vehículos sanitarios

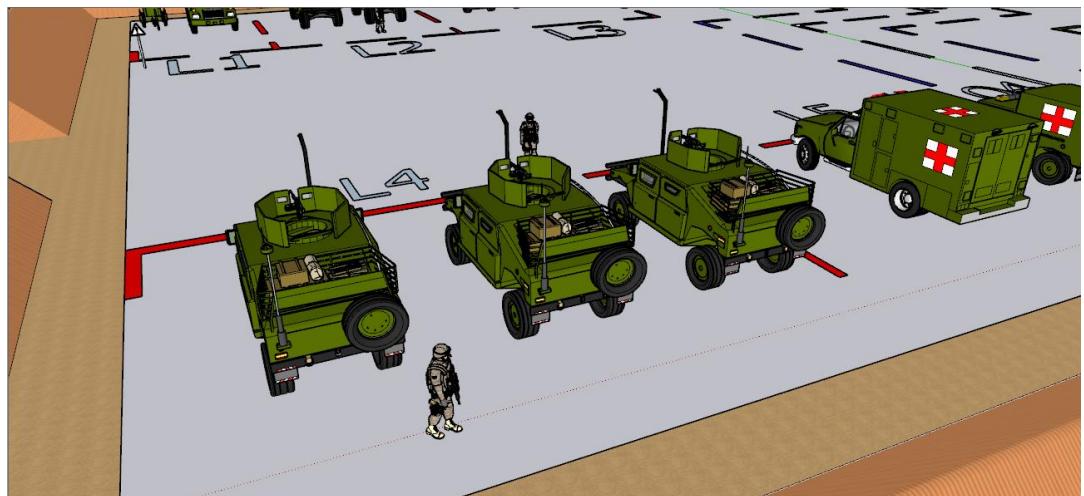


Figura 24: Aparcamiento vehículos de recuperación

ANEXO X

Área de Operaciones de un Centro de Operaciones RPAS

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Sketch Up®



Figura 25: Zona de Operaciones y Briefing's Aeronáuticos

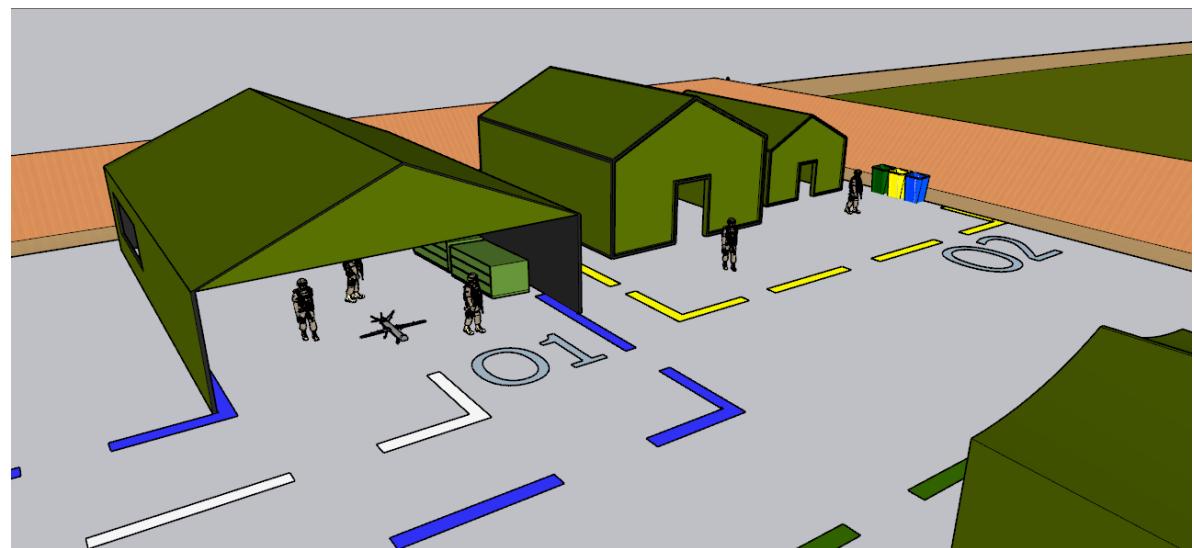


Figura 26: Hangar y Zona de descanso de la tripulación

ANEXO XI

Tabla de entrevistas

Tabla 3: Listado de entrevistas informales

Nombre	Apellidos	Empleo	Tema en concreto
Ricardo	Rodríguez Cobos	Capitán	Confección y Riesgos del CORPAS
			Seguridad en Tierra
			Asuntos Económicos
Francisco	Ortega	Brigada	Seguridad en Vuelo
			Seguridad en Tierra
			Riesgos Aeronave
Saúl	Mourinho	Sargento	Seguridad en Tierra
Jose Luis	Ordás Aller	Cabo Mayor	RPAS en dotación
Ignacio	Almarza Fernández	Cabo Primero	Confección CORPAS

Fuente: elaboración propia

Tabla 4: Listado de entrevistas formales

Nombre	Apellidos	Empleo	Tema en concreto
Luis	De Goya	Subteniente	Historia de medios RPAS en el ET
Francisco	Ortega	Brigada	Seguridad en Vuelo

Fuente: elaboración propia

ANEXO XII

BLOS (Beyond Line Of Sight)

A la hora de establecer la comunicación de datos de control y vídeo entre el UAV y la GCS (Estación de Control en Tierra), es necesario una LOS (Line Of Sight) que mantenga en visión constante la GDT (Terminal Terrestre de Datos) con la aeronave. Esto plantea el problema de que, si se cuenta con una orografía un tanto extrema, o el terreno es montañoso, dichos accidentes terrestres pueden interferir en la LOS, de manera que se perdería el Control y los datos de video de la Aeronave.

Para evitar esto, se precisa de un sistema satelital en el que, no hay orografía que haga perder el intercambio de datos. Por lo que se puede operar la aeronave en el otro extremo del planeta.

Sin embargo, este funcionamiento se suele dar en UAS tipo II, debido a la complejidad del mismo.

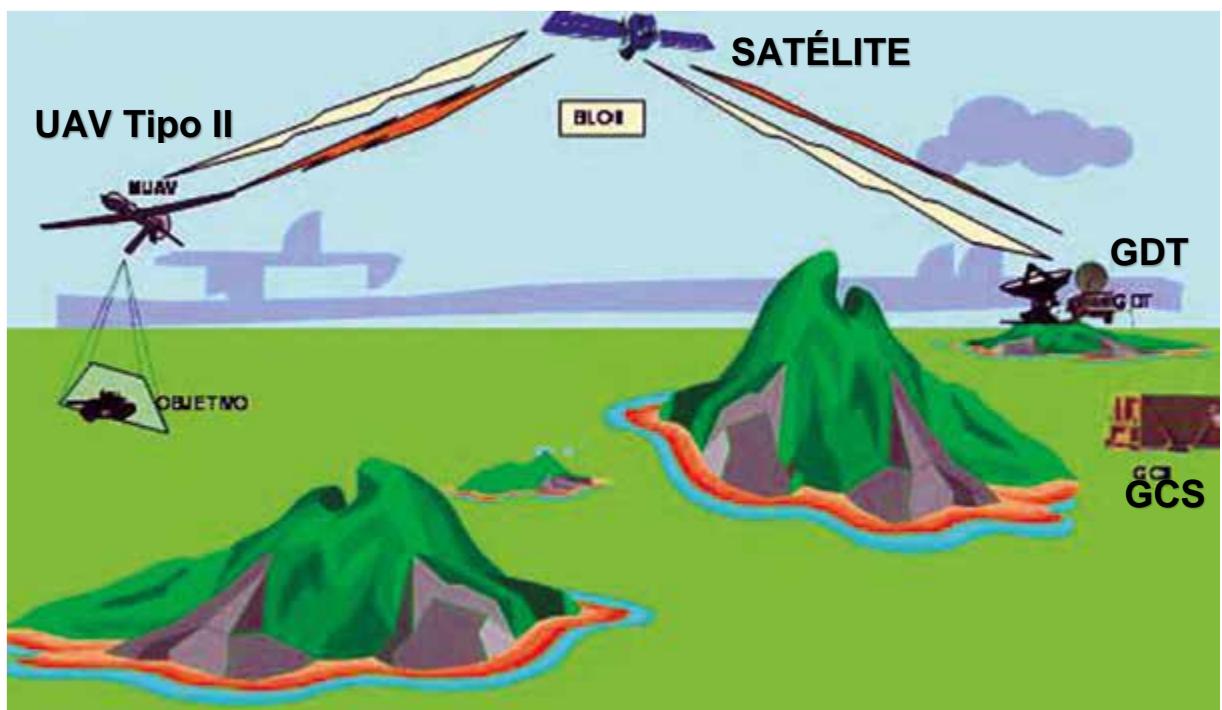


Figura 27: Presentación Gráfica BLOS

Fuente: Elaboración a partir de [15]

ANEXO XIII

Análisis de Riesgos y Leyenda de la matriz Probabilidad-Impacto

Tabla 5: Análisis de Riesgos

Análisis de riesgos											Centro Universitario de la Defensa Zaragoza				
Autor de TFG:		CAC. Alex Polo Benito			Responsable del Proyecto:			Cap. Ricardo Rodríguez Cobos							
Título TFG:		Diseño y Configuración de un Centro de Operaciones RPAS (CORPAS)													
8															
ID	Descripción riesgo	Categorí a riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilid ad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida	Tendenci a	Responsable				
1	No estar designada cada zona de tránsito tanto de vehículos como de personal	Área Logística	Falta de créditos a disposición de la Batería para la mejora del CORPAS	M	1	1M	Atropello de personal por parte de un vehículo o choque entre varios.	Establecer las zonas de tránsito en la plancha aeronáutica con pintura o plásticos para hormigón.	1L	-	Cap. Cobos				
2	No tener plan de mitigación de riesgos laborales y logísticos	Área Logística	No tener personal especializado en Logística y PRL (Peligro de Riesgos Laborales)	M	1	1M	Exceso de duración debido a la improvisación por falta de planes ante un riesgo laboral (Ej: caída del techo de un vehículo al montar la Antena en un VAMTAC).	Sacar vacantes en la Batería RPAS para personal especializado o realización de cursos de PRL y Logística para personal en encuadrado.	1L	-	Brg. Ortega				
3	No tener zona dedicada a Residuos, combustibles, aceites y baterías	Área Logística	Falta de personal con formación contraincendios y dedicada a vigilar posibles fugas de material ignífugo, y de créditos para para la designación material de la zona	H	1	1H	Possibles incendios o explosiones desde la zona de subasturas que inhabiliten el CORPAS por completo y ocasionen lesiones crónicas o incluso la muerte del personal.	Centralizar los materiales sensibles a la combustión en una zona habilitada para ello, proporcionar plancha de hormigón con separilla, proporcionar bandejitas debajo de los grupos electrógenos, contar con personal con formación contraincendios, material destinado a la misma función, y suministrar al CORPAS de extintores, facilitando su localización en todo el CORPAS	1H	-	Cap. Cobos				
4	No tener personal especializado en electrónica para grupos electrógenos	Área Logística	Falta de personal especializado en electrónica o que tengan otras funciones destinadas al RPAS	H	2	2H	Inoperatividad del sistema de alimentación (eléctrica) en el CORPAS	Vacantes para personal especializado con el curso de electrónica cuya misión principal en el CORPAS sea encargarse de su alimentación eléctrica	1H	-	Cap. Cobos				
5	No tener salvaguarda de los talleres de los hangares	Área de Operaciones	Falta de créditos a disposición de la Batería para la adquisición de 'Shelters'	L	3	3L	Falta de mantenimiento en los materiales de los talleres para la puesta a punto o arreglos de la aeronave	Adquisición de talleres sobre 'Shelter' y pintura antideslizante en el suelo del hangar	1L	-	Cap. Cobos				
6	Escasez de personal diplomado tanto en material aeronáutico como en seguridad de vuelo, y de tierra	Área de Operaciones	Falta de vacantes para personal especializado o falta de vacantes de los cursos citados para personal encuadrado	H	2	2H	Inoperatividad del CORPAS o ralentización de sus funciones y misiones debido a escaso o nulo personal	Ofertar cursos para especializar al personal encuadrado, jornadas de aprendizaje y vacantes con dicha especialización	1L	-	Cap. Cobos				
7	No gestionar correctamente la tripulación para la fase pre-vuelo y post-vuelo	Área de Operaciones	Inexperiencia del personal	H	2	2H	Possibles errores a la hora de preparar la aeronave o fallos de seguridad en las fases pre-vuelo, durante, y posterior al mismo, debido a la fatiga acumulada del personal	Establecer turnos diferenciados para el personal en el que se destaque la actividad, la alerta y el descanso.	2L	-	Brg. Ortega				
8	Falta de señalización en referencia al estado de vuelo (y de la operación) de la aeronave	Área de Operaciones	Falta de medios para dicha señalización y de una autoridad para la gestión de acceso a pista	H	2	2H	Interrupción de la operación del CORPAS del momento y posible fallo en la misión	Bandera y/o señales terrestres para control de accesos, carreteras y caminos en referencia al momento del despegue y del aterrizaje de la aeronave	1L	-	Cap. Cobos				
9	No tener acceso autorizado vía NOTAM, ENAIRE INSIGNIA e Intranet	Área de Operaciones	No cumplir con requisitos exigidos para dicha autorización	H	2	2H	Cancelación de la o las operaciones	Estudiar los requisitos y enviar las peticiones con antelación suficiente	1L	-	Cap. Cobos				
10	No tener una GCS independiente (Estación de Control en Tierra)	Área de Operaciones	Falta de alimentación eléctrica propia de la GCS, ni señalización y control de acceso de la misma	H	2	2H	Inoperatividad del CORPAS por falta de alimentación eléctrica de la GCS	Adquirir un grupo electrógeno con capacidad de 'back-up' exclusivamente para la GCS.	1M	-	Cap. Cobos				
11	Escasez de medidas preventivas y de seguridad en la pista	Área de Pista	No tener luces para la señalización de la pista, valioso exterior, o arquetas para la evacuación del agua si hay precipitaciones	H	2	2H	Inoperatividad nocturna física por falta de luminosidad y problemas en el despegue y aterrizaje de la aeronave	Colocar arquetas en los bordes laterales de la pista, iluminación lateral en la pista, y vallado cinégetico	1M	-	Cap. Cobos				
12	Inexistencia de estación meteorológica propia de la pista	Área de Pista	Falta de créditos para conseguir una estación meteorológica o personal especializado	M	3	3M	Possibilidad de accidente de la aeronave antes, durante y después del vuelo, y fallos en la obtención de datos	Colocar una estación meteorológica exclusiva para el CORPAS, con manga de viento, o realizar las campañas de vuelo con apoyo de la unidad encargada y responsable de la estación 'Marvin 32'.	1L	-	Cap. Cobos				

Matriz riesgos proyecto						Estadística	
Probabilidad	3	1	1	0		Clase riesgo	Número
	2	0	0	6		Criticó	0
	1	0	2	2		Alto - medio	7
		Low	Medium	High		Medio	5
		Impacto				Bajo	0
					Total:		12

Fuente: Elaboración a partir de [20]

ANEXO XIV

GDT (Terminal de Datos Terrestre)

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Sketch Up®



Figura 28: Vista CORPAS Frontal derecha

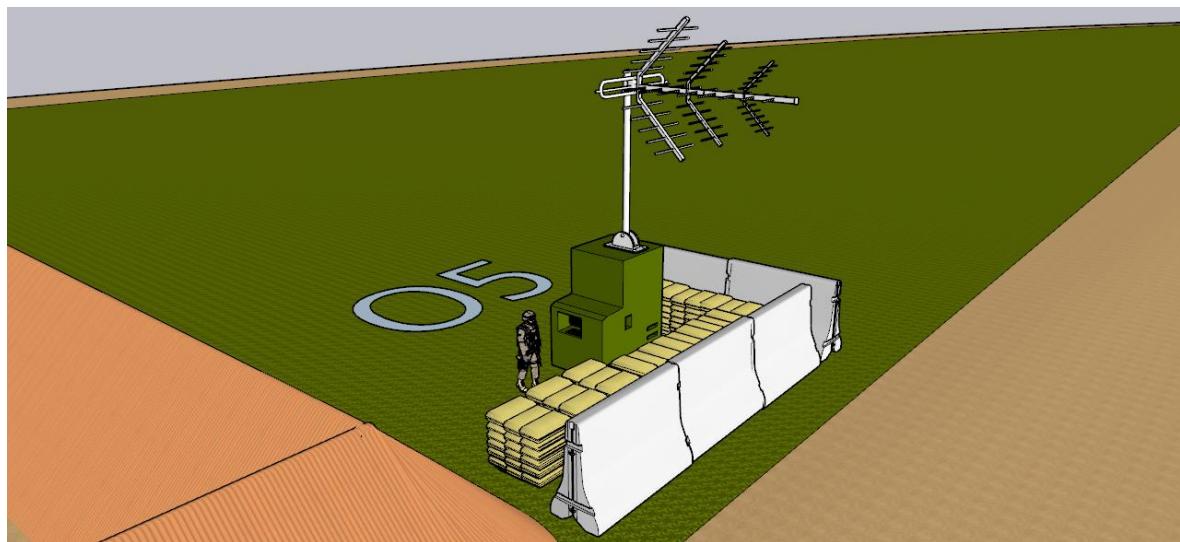


Figura 29: GDT (Terminal de Datos Terrestre)

ANEXO XV

Fotos Generales del diseño 3D del CORPAS

Fuente: Elaboración Propia a partir de Google Sketch Up®

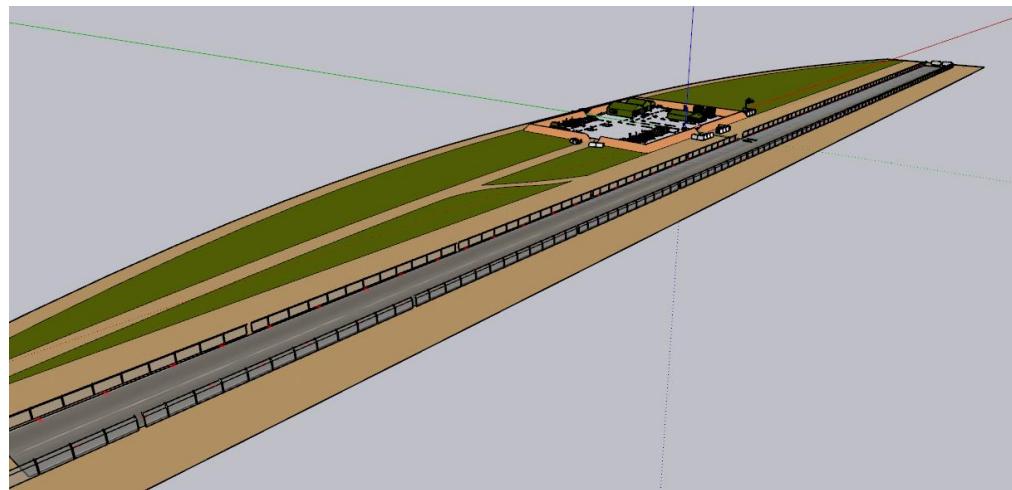


Figura 30: Foto aérea del CORPAS frente izquierda



Figura 31: Foto aérea CORPAS frente derecha

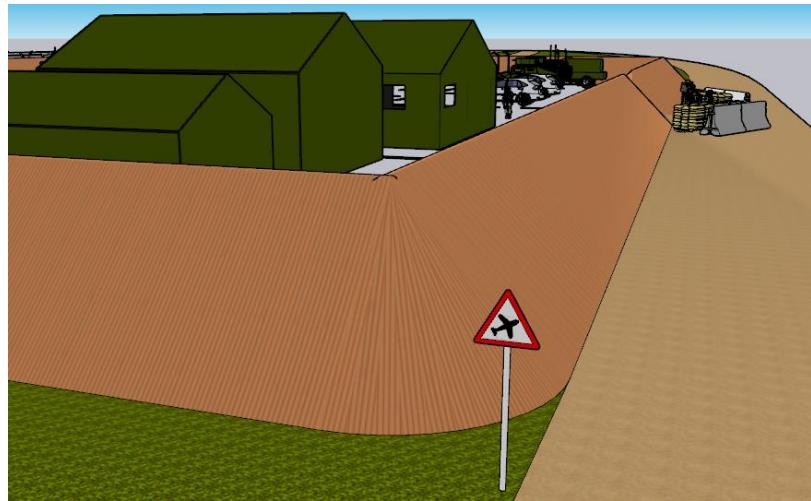


Figura 32: Señal de peligro por la proximidad de aeronaves en las avenidas de aproximación

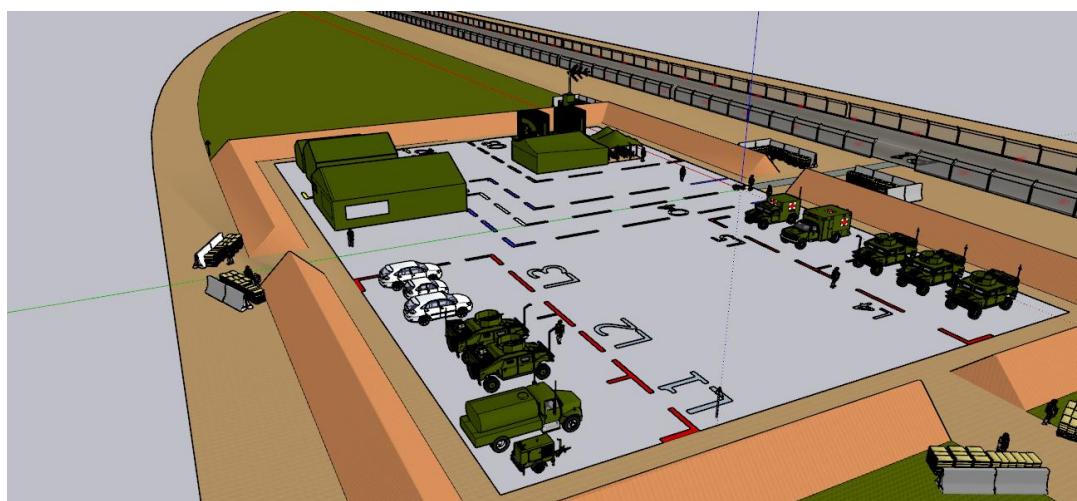


Figura 33: Foto aérea CORPAS fondo izquierdo

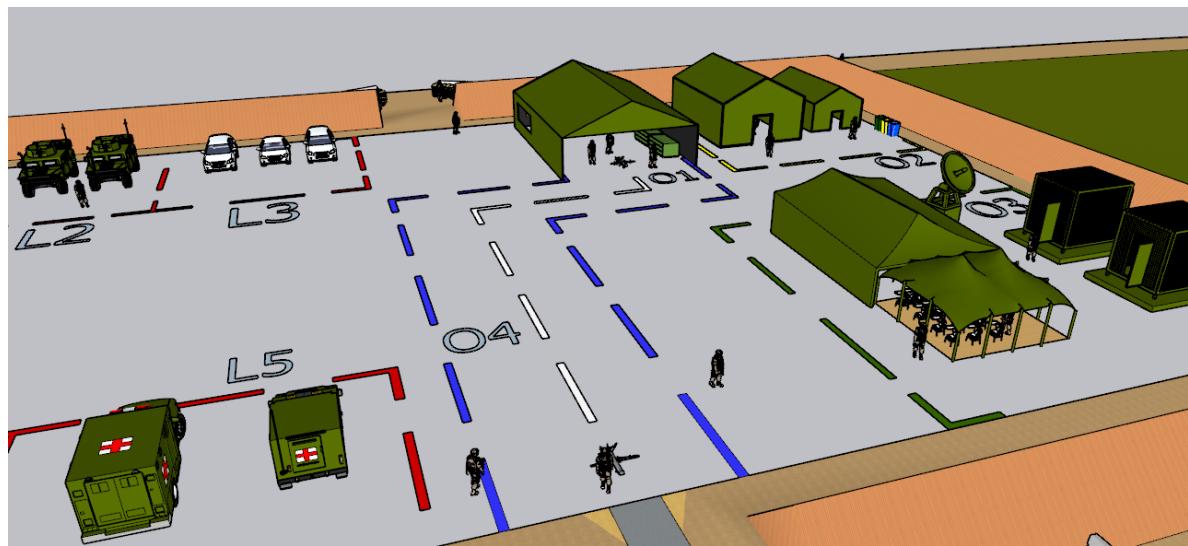


Figura 34: Foto aérea CORPAS frente izquierda

ANEXO XVI

Diagrama de la Metodología General del Proyecto

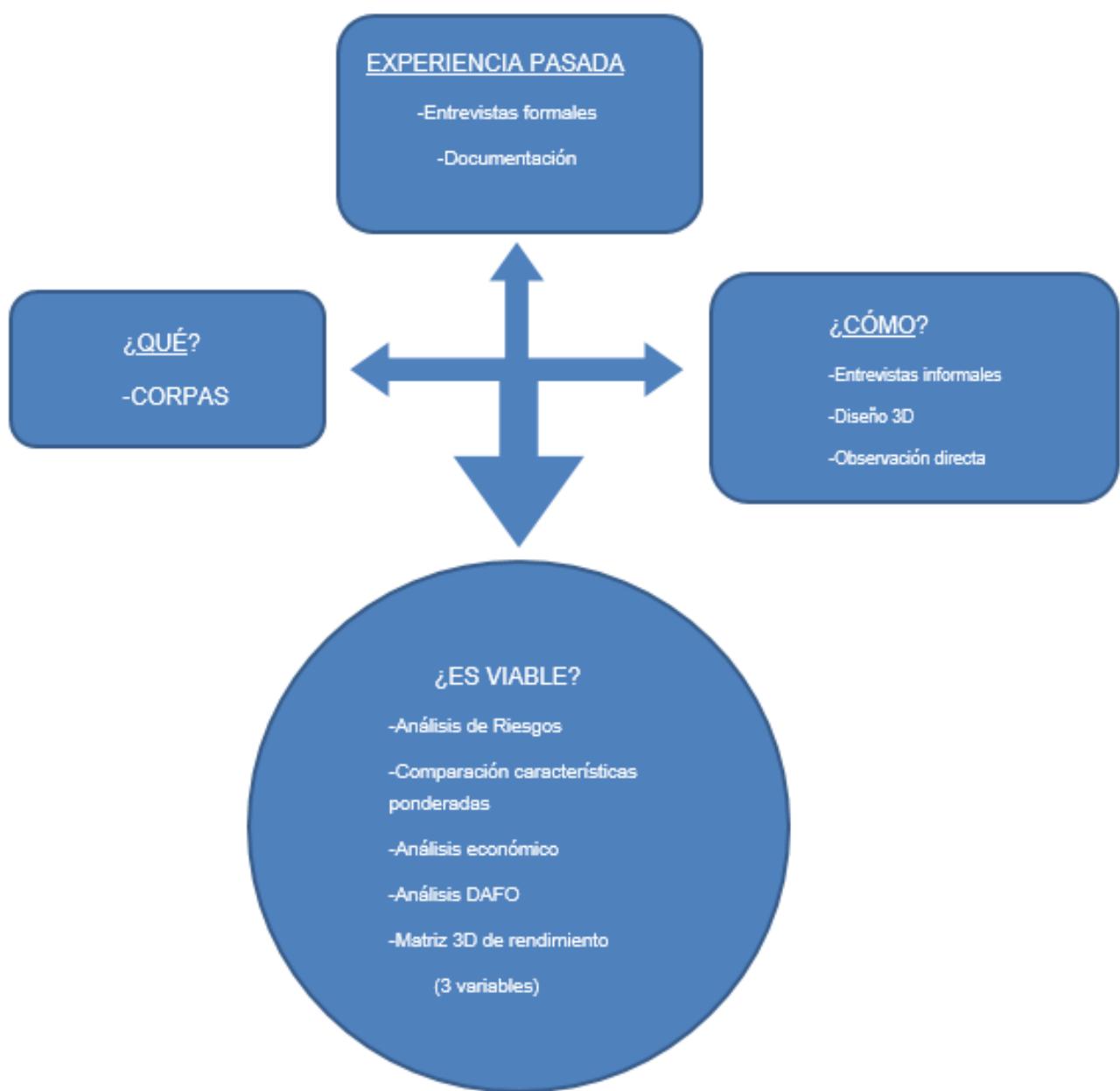


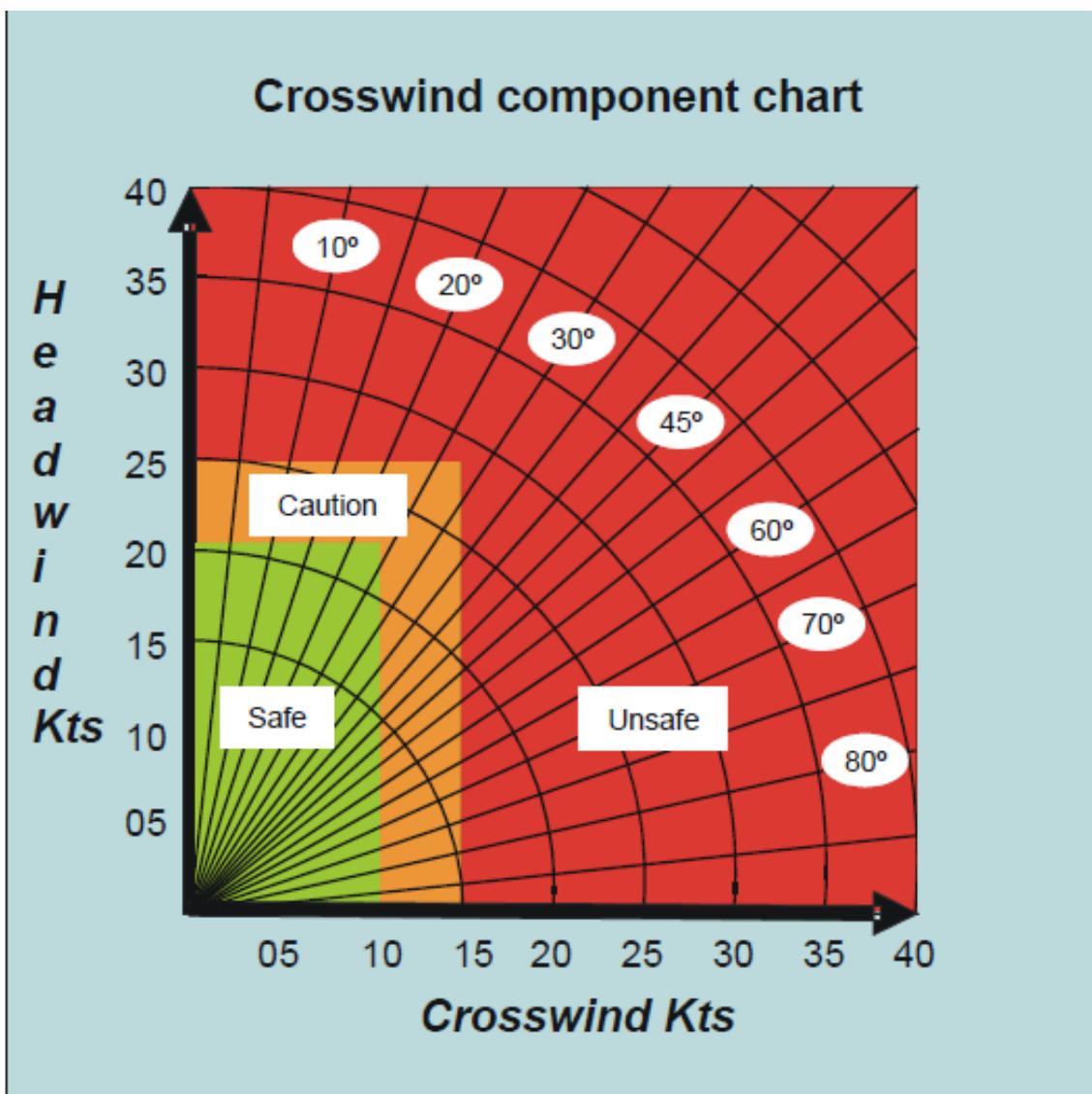
Figura 35: Diagrama de la Metodología

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO XVII

Tabla de Viento en Cara y Viento Lateral del Modelo “Searcher”

Tabla 6: Tabla de vientos en cara y laterales en el RPAS "Searcher"



Fuente: Elaboración a partir de [13]

ANEXO XVIII

Partes del Fuselaje del RPAS “Searcher MK-III J”

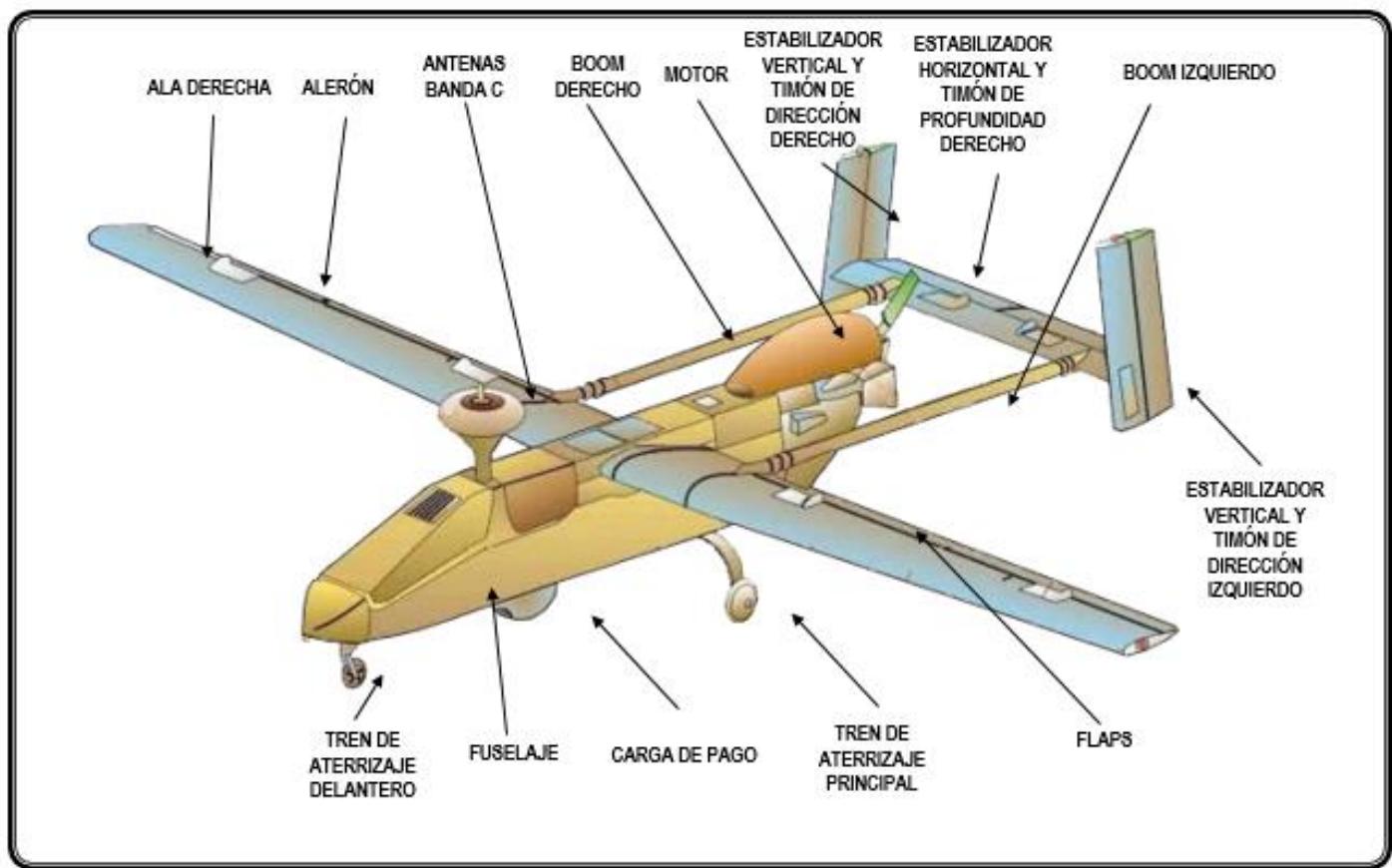


Figura 36: Partes del Fuselaje del modelo "Searcher"

Fuente: Elaboración a partir de [12]

ANEXO XIX

Tabla resumen de los RPAS descritos en Marco Teórico

Tabla 7: Tabla resumen RPAS

RPAS	Empresa	Dotación (Unidad)	Altura Máxima sobre el terreno (metros)	Autonomía (horas)
“Searcher MK-III J”	“Israel Aerospace Industries”	GROSA IV/1	3.000	15
“Orbiter 3B STUAS”	“Aeronautics Defense Orbiter”	La Legión y Operaciones Especiales	1.300	2
“Scan-Eagle RM1”	“Insitu”	Armada	1.500	15

Fuente: [9]