

2. UAS/RPAS

En el capítulo anterior se hizo una breve introducción a la temática abarcada en este documento. Después de definir los principales objetivos se elaboró un análisis de los UAS/RPAS identificando su clasificación, tareas, características, ventajas y desventajas.

En el presente capítulo se encuentra organizado de la siguiente manera: inicia hablando una breve introducción del tema, después se describe la historia de los UAS/RPAS, su evolución y participación en distintos campos de investigación. Posteriormente se define su denominación, tareas, ventajas y desventajas. Además se menciona las capacidades que fortalecen, su clasificación y se termina el capítulo describiendo los trabajos relacionados donde se presenta y describe la participación de Fuerzas Armadas del Ecuador en desastres naturales, poniendo énfasis en el último año. Finalmente se realiza una síntesis del contenido del capítulo en una forma general.

Con este capítulo se puede garantizar la comprensión de la investigación, el uso de los términos en una forma adecuada además de su aplicabilidad en el Ecuador tomando en cuenta sus antecedentes durante su historia.

2.1. Introducción a los UAS/RPAS

Inicialmente se aclarará los términos usados para referirnos a estos sistemas de forma adecuada así pues las siglas RPAS significan “Sistemas de Aeronaves Piloteadas a Control Remoto” de sus siglas en inglés “Remotely Piloted Aircraft Systems”, también conocidos como “Sistemas de Aeronaves No Tripulados” o “Sistemas Aéreos no tripulados”, UAS de sus siglas en inglés “Unmanned Aircraft Systems” o “Unmanned Aerial Systems”, además dentro de las denominaciones tenemos a los “Vehículos aéreos no tripulados”, UAV de sus siglas en inglés “Unmanned Air Vehicles” y según variantes como tamaño y peso se los llama “Micro Vehículos Aéreos”, MAV con sus siglas en inglés “Micro Air Vehicles” o “Micro Vehículos Aéreos No Tripulados”, μ UAV de sus siglas en inglés “Unmanned Aerial Vehicles” o

simplemente drones como se los conoce popularmente, y de este último término se deriva los “Minidrones” o “Microdrones”, según sus dimensiones y peso como ya lo veremos más adelante en su clasificación la cual adoptaremos como referente.

Las nuevas formas de usar los RPAS/UAS generan la necesidad de analizar si conviene o no regular su espacio y forma de actuar, y buscar alternativas para regularlos totalmente y si no es posible esto por lo menos hacerlo en una forma parcial para obtener una normativa que armonice con las normas de otros países.

La tecnología avanza de una forma muy rápida y a los RPAS/UAS se los consideran que poseen una inmensa autonomía de vuelo y una gran gama de posibilidades de aplicación, ya que usan procesadores electrónicos, software especializado y Sistema de Posicionamiento Global (GPS), las capacidades de control automático en base a la información procedente de los sensores instalados en las aeronaves, y la rápida reacción correctiva como consecuencia del procesamiento local de la información del estado de vuelo, hacen posible que la retroalimentación aporte un inmenso potencial, minimizando para estos artefactos las posibles desviaciones.

El mundo en sí, es consciente del enorme potencial económico y estratégico que tiene este sector en el presente y en un futuro próximo, los RPAS/UAS ofrecen amplias posibilidades de aplicación a sectores como gestión de riego y desastres naturales, en los países como España y EEUU se están impulsando diferentes proyectos de investigación con este tipo de aeronaves no tripuladas, evitando la exposición a riesgos de los equipos humanos en vuelos tripulados, mejorar la capacidad de carga, aumentar la autonomía de vuelo cambiando la tecnología de las baterías, incluso hasta triplicar el tiempo de vuelo usando baterías de combustible de hidrógeno por ejemplo. [23]

Los RPAS/UAS han pasado de ser una aplicación limitada exclusivamente al mundo militar, y ligada a las necesidades de las zonas de operaciones, a convertirse en una realidad de aplicaciones civiles, actualmente se tiene un gran empeño en especial al segmento inferior a los 600 kg.

Internacionalmente se intenta mediante la regulación de esta tecnología, impedir que el uso de RPAS/UAS de forma generalizada y descontrolada. Aún falta mucho para la toma de conciencia por parte de las autoridades aeronáuticas nacionales e internacionales sobre la necesidad de resolver esta problemática en un futuro ya que estos sistemas se prevé su conjunción con aplicaciones cotidianas no ligadas exclusivamente al mundo militar o de la seguridad.

Dentro de los intentos de normar el uso de estos sistemas podemos resaltar que por ejemplo en España en el 2009 se publicaron normas dedicadas exclusivamente para los sistemas aéreos, después en abril del 2012, se enfocó a los sistemas no tripulados en general; y en mayo de 2013 se explica la situación en Latinoamérica en referencia a estos temas.

Es lógico entender que al pretender actualizar la situación en cuanto a los RPAS/UAS se proporciona un instrumento útil de información, consulta y referencia, que concede la adecuada importancia a unos sistemas especialmente estratégicos.

Por esta razón en este capítulo se incluye una breve historia, sus aplicaciones y las capacidades de los RPAS/UAS pero con especial atención a las aplicaciones militares en áreas emergencia y desastres naturales o antrópicos.

Con el ánimo de realizar un trabajo útil para los profesionales, tanto militares como civiles, se pretende contribuir a la expansión de un sector que tiene buenas perspectivas en Ecuador, para que sus soluciones puedan materializarse en diferentes actividades y permitir su crecimiento e integración en el mercado y espacio aéreo.

Disponer de una regulación adecuada es un elemento clave para el desarrollo seguro y ordenado de dicho sector. La regulación da a los actores la seguridad jurídica, lo que facilita y favorece la profesionalización de este sector.

Las características de los RPAS/UAS hacen que formular una regulación para ellos sea una tarea compleja. Se pueden encontrar un gran contraste de características y prestaciones, con distintos tamaños, y con diferentes velocidades de desplazamiento. Además, distintos sistemas de control, desde manuales hasta los completamente automáticos.

Por todo esto, se debe establecer requisitos que sean proporcionales a los riesgos asociados a cada caso, tomando en cuenta que algunos de los operadores y pilotos de estas aeronaves, en particular los de las de menor tamaño, han sido ajenos hasta ahora al sector aeronáutico, y no están familiarizados con las normas básicas del mismo, ni con los riesgos a los que van a estar expuestos en sus actividades, ni aquellos a los que pueden exponer a terceros.

Estas aeronaves están dotadas de nuevas tecnologías, que están en constante evolución, lo que hará necesaria una actualización continua de la normativa, de manera que mantenga su adecuación con las posibilidades técnicas que se demande, es decir, la normativa debe contener elementos flexibles que permitan acomodar las situaciones especiales que se vayan presentando, por lo que, aun no se permite la integración completa de estas aeronaves, ante la falta de un sistema que garantice su convivencia armónica en el espacio aéreo. [24]

2.2. Los RPAS/UAS

Podemos definir un sistema aéreo no tripulado (UAS) como aquel sistema compuesto por uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAV) y todos aquellos elementos necesarios para su operación (sistemas de control, comunicaciones, medios de lanzamiento y recuperación, elementos de transporte) y equipos de apoyo asociados. Genéricamente los UAS están compuestos por un segmento aéreo y un segmento terreno. [31]

Tabla 1. Elementos genéricos que componen los RPAS/UAS [31]

Elemento	Descripción
Vehículo aéreo	La plataforma debe reunir unas características que le permitan explotar las capacidades de los sensores, armamento o carga de pago.
Carga de pago*	Sensores, armamento para las misiones asignadas y todo tipo de cargas útiles. Ya que la misión principal de los UAS ha sido hasta ahora las de tipo ISTAR, la mayor parte de los sensores se inscriben en alguna de estas categorías: <ul style="list-style-type: none">■ EO (visible, y telémetro láser)■ Radar (SAR, MTI, MPR)■ Guerra electrónica (principalmente ELINT y COMINT)■ Designadores de blancos
Comunicaciones	Data links para control (LOS y BLOS) e intercambio de datos de misión.
Estación de control	Desde donde es operado o controlado por los operadores.
Equipos de apoyo	Lanzamiento y recuperación, kit de despliegue, etc.
Interfaz C2	Con los centros de operaciones.

El primero está constituido por la plataforma aérea, su carga útil y la parte del sistema de comunicaciones, tanto para el control en vuelo como para la transmisión de datos obtenidos.

El segundo incluye la estación y el sistema de control de la o las plataformas y los equipos de comunicaciones y estación necesarios para realizar el control del vuelo, recibir la información obtenida por los sensores, analizarla y transmitirla a los usuarios. Este segmento de tierra incluye también los elementos de lanzamiento y recuperación de las plataformas aéreas y el equipamiento necesario para su despliegue y protección.

Un UAV es “una aeronave sin piloto”. Según el Departamento de Defensa de Estados Unidos, es “un vehículo propulsado que no dispone de operador humano, que puede operarse de forma autónoma o por control remoto, que puede ser recuperable y que puede llevar una carga letal o no letal”.

2.3. Denominación de los RPAS/UAS

Comúnmente a los UAS se los confunde con los misiles de crucero lo cual está mal en vista que existen dos diferencias fundamentales: Los UAVs están ideados para ser recuperados y su carga no está integrada dentro de la estructura aerodinámica básica, mientras que los misiles de crucero no son recuperables y su cabeza de guerra forma parte de la estructura.

Como se analizó en la historia de los RPAS/UAS, a través del tiempo se los ha denominado de diferente forma como “aeronaves robóticas”, “torpedos aéreos”, “teledinos”, “aeronaves automáticas” o “teleautomatones”.

En 1930 se comenzó a utilizar la denominación “drone” que traducido literalmente del inglés significa “zángano” y que se utilizó de forma extendida hasta la década de los 50.

En los 60 apareció la denominación RPV (Remotely Piloted Vehicle), es decir, vehículo pilotado a distancia. La denominación UAV empezó a cobrar fuerza en la década de los 80, aunque la autoridad de aviación civil norteamericana aplicaba la denominación “Remotely Operated Aircraft” (ROA) sustituyendo con respecto al antiguo concepto RPV las palabras “vehículo” por “aeronave” y “pilotado” por “operado”, cambios que no son solo de mera denominación y que parecen más de tipo conceptual entorno a la problemática de operación que tienen estos sistemas.

En el siglo XXI se extendió la denominación UAS (Unmanned Aircraft System) de tal manera que se contemplara, además del vehículo aéreo, todos los componentes asociados para la operación del mismo. No obstante, algunos países mantienen denominaciones más tradicionales, como en el caso de Francia donde se sigue empleando la denominación “drône” o “système drône”.

Esta larga historia de cambios de denominación no parece que haya terminado aunque el acrónimo UAS esté más extendido y sea el que muchas organizaciones internacionales, como la OTAN, están adoptando de manera oficial. Recientemente cuestiones legales o regulatorias plantean que conceptualmente la designación más apropiada sea la de Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) para evitar confusión sobre el grado de control humano sobre el sistema. [31]

2.4. Tareas de UAS/RPAS

Las tareas asignadas a los UAS/RPAS en la actualidad seria ilimitadas en vista que conforme la tecnología va avanzando ellos se tornan más autónomos y con mayores prestaciones, pero dentro de las tareas tradiciones y donde se enmarca la presente investigación, realizan operaciones de vigilancia y reconocimiento a través de aeronaves no tripuladas de corto y mediano alcance, para identificar riesgos y/o amenazas que atenten contra la seguridad integral, y apoyar el cumplimiento de las operaciones de las unidades militares, entre estas tareas podemos enumerar:

- Evaluación de daños ante desastres naturales o antrópicos;
- Inteligencia (de imágenes o de señales);
- Vigilancia y Reconocimiento;
- Relay de Comunicaciones y Guerra Electrónica;
- Adquisición de Objetivos, y;
- Apoyo a la Artillería para adquisición de blancos o corrección de tiro.

Dentro de las tareas principales tareas antes citadas nos enfocamos principalmente en lo referente a evaluación de daños ante desastres naturales o antrópicos.

2.5. Ventajas y desventajas de UAS/RPAS

Los UAS/RPAS conforme pasa el tiempo disminuyen sus desventajas mediante el desarrollo de la tecnología lo cual permite tener mejores y mayores prestaciones las cuales se las puede aprovechar de una mejor forma haciéndolo ordenadamente.

Entre la literatura investigada a nivel mundial sobre estos aspectos, se identifica y sintetiza las ventajas y desventajas de los sistemas UAS/RPAS ambicionado realizarlo de la forma más resumida posible.

2.5.1. Ventajas de UAS/RPAS

Dentro de las ventajas que nos brindan los RPAS/UAS podemos discriminar dos tipos, las primeras generales y las segundas específicas de los multirotores:

- Permiten evitar riesgos personales;
- Ejecuta operaciones más rápidas y menos costosas que los sistemas tripulados;
- Incrementa la disponibilidad operativa del personal;
- Optimiza el tiempo de duración de la misión;
- Los sistemas de corto alcance no necesitan pista de despegue;
- Sencillos de transportar, relativamente simples de desplegar, fáciles de lanzar y recuperar;
- Flexibilidad al poder desarrollar en una sola salida múltiples tareas, o ser reasignado para una misión diferente a la inicialmente prevista, y;
- Al poder ser controlados remotamente, pueden proyectar diferentes operaciones. [31]

Y específicamente las principales ventajas de los multirotores son las siguientes:

- Despegue y aterrizaje vertical;
- La posibilidad de volar a punto fijo (vuelo estacionario) o a muy baja velocidad;
- Mayor maniobrabilidad y precisión de vuelo, y;
- Su diseño les permite embarcar cargas de pago más voluminosas. [23]

A la vista de lo anterior se explica por qué los multirotores dominan actualmente el mercado, si bien es previsible que en el futuro, a medida que se desarrollen aplicaciones de ejecución más complejas, cubriendo mayores distancias y desarrolladas a mayor altura sobre el terreno, los sistemas de ala fija aumentarán su peso. [23]

2.5.2. Desventajas de UAS/RPAS

Las desventajas a la que están expuestas entre los RPAS y UAS son generalmente las mismas sin tener que discriminar alguna caracterización:

- Apoyo logístico y técnico permanente;
- Alto nivel de capacitación de las tripulaciones y su continuo perfeccionamiento;
- Los sistemas de mediano alcance necesitan pista de despegue o lanzadores y ser operados desde centros de mando;
- Vulnerabilidad ante ciberataques;
- Percepción por parte de la población civil de pérdida su privacidad, y;
- No existe una normativa detallada para el uso de UAS/RPAS. [31]

2.6. Fortalecimiento de capacidades

Enmarcándose en el campo de investigación del presente proyecto podemos asociar el fortalecimiento de capacidades para las unidades militares en dos puntos específicos:

- Obtención de inteligencia, y;
- Vigilancia y reconocimiento.

2.6.1. Obtención de inteligencia

En el campo militar, la obtención de inteligencia es el conocimiento obtenido a partir de la recolección, procesamiento, diseminación y explotación de información, para la toma de decisiones y con el propósito de salvaguardar la seguridad, en la presente investigación se tiene como fin el potencializar capacidades que actualmente posee la Fuerza Terrestre del Ecuador como: Obtención Inteligencia de Imágenes (IMINT); Localización e identificación de objetivos, y Obtención de inteligencia terrestre.

2.6.2. Vigilancia y reconocimiento

La importancia de las tareas de vigilancia y reconocimiento en cualquier operación militar ha sido constatada a lo largo del tiempo y cobra mayor relevancia en operaciones en apoyo a la Gestión de Riesgos por lo cual es tomada como una capacidad prioritaria para ser potencializada: Capacidad de vigilancia, exploración y reconocimiento en tiempo real, y dentro de esta capacidad se abarca lo referente al monitoreo del evento adverso.

2.7. Clasificación de UAS/RPAS

Son varias las clasificaciones que se establecen según las distintas organizaciones y atendiendo a diferentes parámetros como el peso, tamaño, empleo (táctico, operativo y estratégico), tipo de misión, altitud, radio de acción-autonomía, velocidad, lanzados por catapulta o desde el hombro, lanzados desde el aire.

A diferencia de lo que sucede con otros tipos de sistemas (misiles, buques, vehículos o aeronaves tripuladas), para los UAS no existe una clasificación universalmente aceptada sino múltiples taxonomías que se acostumbra a entremezclar.

Esto se debe a la gran diversidad de UAS existente, a las múltiples misiones que estos pueden desempeñar y, sobre todo, al hecho de que un UAS no es únicamente una aeronave o dicho de otra manera, un UAV.

La necesidad de elaborar una taxonomía estándar para los UAS no responde a un mero capricho o a la búsqueda de un método que nos permita agrupar de forma simplificada los distintos tipos de sistemas, sino que está estrechamente ligada al desarrollo de una normativa específica para que los UAS puedan desempeñar sus misiones de forma fiable y segura, y en un espacio aéreo compartido con las aeronaves tripuladas. [31]

Algunos de los métodos de clasificación son:

- **Por las características físicas del UAV:** masa, tamaño, método de generación de sustentación, autonomía en vuelo, velocidad, techo de vuelo, entre otras;
- **Por la misión específica del UAS:** este parámetro es el que determinará qué tipo de carga de pago llevara dependiendo del objetivo de la misión, como por ejemplo se es de combate o no, letal o no, etc.;
- **Por el nivel de conducción de las operaciones militares:** depende del nivel al cual prestará su servicio o el nivel de la unidad a la que pertenece: Táctico, Operacional o Estratégico en el primer caso o de Compañía o de Brigada en el segundo caso;
- **Otros tipos de clasificación:** como por ejemplo por el tipo de sistema de comunicaciones, pudiendo ser LOS o BLOS.

Como se puede observar no es fácil clasificar los RPAS/UAS en vista que hay que ajustar a su respectiva realidad y lo que se intenta es tener una clasificación funcional adecuada, por ende todas las clasificaciones están bien y mal a la vez por encontrarse incompletas o por incompatibilidad de parámetros o características.

Conociendo estas particularidades, para la realidad del Ecuador, la investigación se enfoca en dos clasificaciones o categorizaciones dada por la OTAN. [31]

2.7.1. Categorías de UAS/RPAS según la OTAN

Dentro de la OTAN hay entidades y/o grupos de trabajo interesados en diversos aspectos de los UAS, como por ejemplo:

- Joint Capability Group on Unmanned Aerial Vehicles (JCGUAV) ;
- NATO Standardization Agency (NSA) Joint UAV Panel;
- Operations Research Division de la NATO Consultation, Command and Control Agency (NC3A), y;
- JAPCC (Joint Airpower Competence Centre).

En la investigación tomamos como base a la JCGUAV por su concepción sobre estos sistemas, el cual nos da la pauta clara y comprensible de una clasificación adecuada.

En la Figura 2 se describe las categorías de los UAS/RPAS según su altitud operacional y su radio de misión:

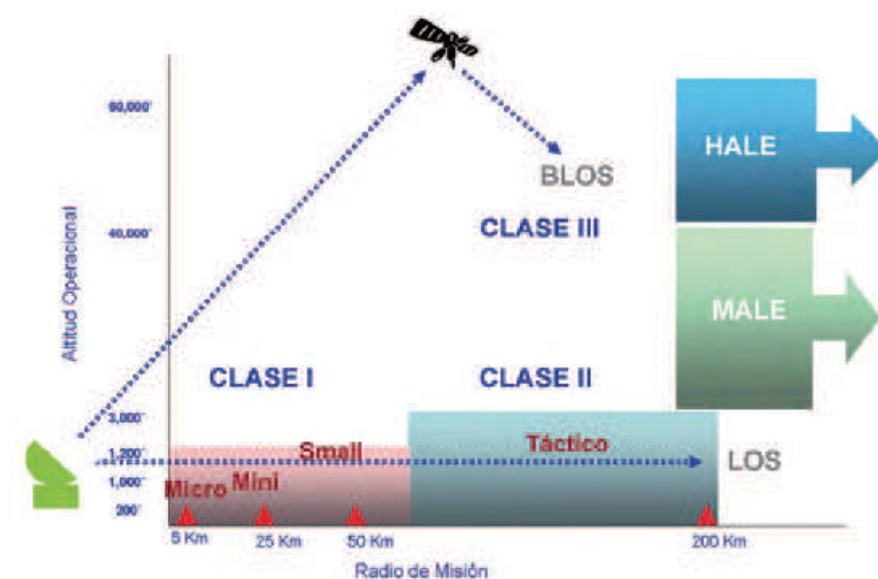


Figura 1. Clasificación de UAS/RPAS según OTAN [10]

Dentro de la categorización de los UAV por parte de la OTAN se identifican dos parámetros esenciales: radio de misión y altitud operacional, tomando en cuenta estos dos parámetros se los clasifica en tres clases:

- Clase I: hasta 50 Km de radio de misión y hasta 1200 pies de altitud operacional. A su vez se les da la categoría de Micro, Mini y Small, de hasta 5Km, 25 Km y 50 Km de radio de misión respectivamente;

- Clase II: desde 50 Km hasta 200 Km de radio de misión y hasta 3000 pies de altitud operacional, identificados con categoría táctico;
- Clase III: desde los 200 Km en adelante de radio de misión y por su altitud operacional se les da la categoría de HALE (High Altitude Long Endurance) (gran altitud, larga resistencia) y MALE (Medium Altitude Long Endurance) (media altitud, larga resistencia).

Tabla 2. Grupo de Capacidad Conjunta sobre Vehículos Aéreos No Tripulados [31]

UAS: CLASIFICACIÓN PROPUESTA EN EL JCGUAV				
Clase (MTOW)	Categoría	Empleo	Altitud Operacional	Radio de Misión
CLASE III > 650 Kg	HALE (High Altitude Long Endurance)	Estratégico	Hasta 65.000 ft	Sin Límite (BLOS, radio sin visibilidad directa entre antenas)
	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Operacional	Hasta 40.000 ft	Sin Límite (BLOS)
CLASE II 150 / 650 Kg	TÁCTICO	Formación Táctica	Hasta 3.000 ft	200 Km (LOS, radio con visibilidad directa entre antenas)
CLASE I < 150 Kg	SMALL	Unidad Táctica	Hasta 1.200 ft	50 Km (LCS, servicios de localización)
	MINI	Subunidad Táctica	Hasta 1.000 ft	25 Km (LCS)
	MICRO	Táctico, Pelotón, Sección, Personal	Hasta 200 ft	5 Km (LOS)

Adicionalmente la OTAN clasifica los UAV por su peso, insertando esta característica a las clases anteriormente descritas.

- Clase I: hasta 150 Kg;
- Clase II: desde 150 Kg hasta 650 Kg, y;
- Clase III: más de 650 Kg.[31]

2.8. Otros trabajos relacionados

Para un mejor planteamiento de la solución propuesta para la realidad de Ecuador, fueron analizados algunos trabajos y publicaciones científicas de interés en esta área tecnológica. Con la investigación realizada fue posible constatar que todos los trabajos inciden en la necesidad de normar específica y técnicamente la utilización de RPAS/UAS para un control adecuado y una utilización ordenada que permita mantener directrices que garanticen la seguridad integral disminuyendo el riesgo al emplear esta tecnología.

Otros trabajos analizados nos encaminan en la manera correcta de cómo sacar el mejor y mayor beneficio de las ventajas que nos brinda esta tecnología y asociarla en el caso de fuerzas militares a la estructura orgánica que mantienen dichas unidades y a la innovación tecnológica en información y comunicación, además en sistemas de información geográfica y sistema de comando y control de fuerzas militares.

En [10] detalla un trabajo de la reglamentación vigente en EEUU mediante la intervención de la Administración Federal de Aviación, la Oficina de la Secretaría de Transporte y el Departamento de Transporte en el cual modifica su reglamento para permitir la operación de pequeños sistemas de aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo nacional. Estos cambios abordan el funcionamiento de los sistemas de aeronaves no tripuladas y certificación de sus pilotos remotos. Esta regla legaliza las operaciones para evitar poner en peligro la seguridad del espacio aéreo nacional.

Mediante la nota de prensa [11] se describe las reglas para los sistemas aéreos no tripulados con regulaciones que crean nuevas oportunidades de negocio y el gobierno para la utilización adecuada de aviones no tripulados permitiendo el uso comercial rutinario de pequeños sistemas de aeronaves no tripuladas, permitiendo la plena integración en el espacio aéreo de la nación norteamericana.

En cambio en [12] describe como la nueva reglamentación de los aviones no tripulados crea incertidumbre especialmente en los usuarios deportivos por cambios realizados en esfuerzo de reglamentar para hobby o reglamentos vuelos recreativos, la incertidumbre se basa en saber si podrán o no seguir volando sus aviones a escala.

En [13] y [14] señala los problemas que se tiene al incluir al espacio aéreo la tecnología de los RPAS/UAS en vista de las empresas que los quieren utilizar como medio de transporte para entrega de paquetes y el peligro que se corre al presentarse percances de colisiones con

aeronaves tripuladas, comparando a los RPAS/UAS con las aves que causan accidentes aéreos, además cita incidentes como la paralización de operación de aeronaves que se encontraban realizando actividades de extinción de un incendio por la presencia de RPAS/UAS ilegales.

Un artículo de la Conferencia Nacional de Legislación Estatal en donde señala las peticiones, prohibiciones y cambios de leyes en los años entre 2013 al 2015 y en varios estados de EEUU. Se da las normativas generales a las cuales todos los estados están obligados a enmarcarse en el desarrollo e identificación de diferentes sistemas, en especial por sus características como su peso. Se fija costos de multas y plazos para realizar actividades como la inscripción y/o matriculación de los UAVs en [15].

En [16] habla acerca de los estados donde se consideró proyectos de ley relacionados con aviones no tripulados en 2015, se los puede identificar gráficamente, entre ellos los estados que aprobaron la legislación, los que aprobaron resoluciones relacionadas con aviones no tripulados, los estados que proponen llevar a cabo un estudio sobre el uso de la RPAS/UAS por las agencias estatales y locales, incluso indica que estado creó una comisión legislativa para estudiar la regulación y revisión de los RPAS/UAS.

Mediante una interface de usuario gráfica, en [17] se presenta en un mapa los países que han optado o no por la legislación para los RPAS/UAS dando información de las regulaciones y las fuentes de búsquedas. Se puede observar que gran parte de América y Europa ya se tiene un referente en regulaciones para el uso de RPAS/UAS, al contrario en África que son una minoría los que poseen regulaciones de esta índole. Revive una reseña histórica de la evolución de los RPAS/UAS y se da carta abierta para la recepción de propuestas de incorporación de información mediante formularios establecidos.

En la descripción del marco regulatorio para la operación de RPAS/UAS por parte de Gobierno de España por medio de su Ministerio de Fomento con su entidad reguladora que es la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en [18], se encuentra información muy valiosa sobre formación y certificación de pilotos, regulaciones, inspecciones a operadores, actividades, operaciones y folletos informativos entre otros.

En el informe sobre aviones no tripulados y vigilancia aérea, las consideraciones tomadas para la legislatura las cuales topan temas como la seguridad y la ruptura de la privacidad, ampliando los puntos de vista para la normalización de esta tecnología, aunque no está reglamentado es un referente para ser tomado en cuenta ya que indica una perspectiva diferente para los legisladores, información descrita en [19].

En el artículo de opinión de la Universidad de St. Gallen en [20], sobre los nuevos mercados, las regulaciones que rigen aviones civiles se están adaptando actualmente en Europa y los EE.UU. Topando temas importantes y dando criterio sobre lo bien que van a proteger a las personas y al medio ambiente las nuevas regulaciones que se plantea incorporar para normas la utilización de RPAS/UAS en Norteamérica, basándose en un aumento potencial en el mercado de dispositivos no tripulados.

Como se aprecia, existen diferentes estudios con la tendencia de normalizar de la mejor manera a los RPAS/UAS, intentando abarcar todas las posibilidades existentes, modificando las normas ya existentes a la realidad de cada país afrontando los desafíos que conlleva esta necesidad actual y futura.

En los trabajos relacionados con la segunda parte de esta investigación, encontramos propuestas que se han implementado en otros países y que se relacionan con la intención de replicarlas en Ecuador tomando como referentes especialmente a los países de España y Colombia.

En [4] se detalla un documento completo referente a la participación de Fuerzas Armadas de España en desastres naturales, este documento describe una introducción en la cual revisa la historia de desastres naturales y la participación de sus Fuerzas Armadas hasta la actualidad. En su contenido detalla su sistema nacional civil, su situación jurídica, su organización y sus procesos.

Se enfatiza en la participación de Fuerzas Armadas, su normativa, planes y forma de operar, además sus directrices respecto al ámbito internacional. También describe el cómo se actúa frente a comunidades autónomas y se analiza las normativas y planes de la Unidad Militar de Emergencia de España, comparando su estructura y procedimientos con la situación de países como son Alemania, Francia, Reino Unido, EEUU y Chile.

Tiene relación con el presente trabajo en la intención de dar una estructura a la Gestión de Riesgos con la participación de Fuerzas Armadas, se acoge la normativa y estructura que se plantea en España y se acopla a la realidad del Ecuador, tomando como base la comparación entre países con diferentes situaciones.

Un documento redactado por el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional y en él se describe las operaciones multinacionales de socorro en emergencia [21]. Detalla la participación de Fuerzas Armadas, las estructuras de carácter no militar y los procedimientos

y experiencias de las organizaciones no gubernamentales en la mejora de la calidad y respuesta a los desastres naturales.

Tiene relación con el presente documento ya que se toma las experiencias vividas en España para poder basarnos doctrinariamente en la forma de operación de las unidades participantes de Fuerzas Armadas para determinar lo útil que es utilizar la tecnología y lo importante que es tener acceso a información rápida y veraz para la toma de decisiones.

El punto de vista de un alto mando militar de la Fuerza Aérea Colombiana, en [22] se describe sobre la contribución por parte de Fuerzas Armadas de ese país ante catástrofes naturales y las leyes que la ampara para su participación, fundamenta estas leyes y expone argumentos basándose en experiencias de la historia citando eventos ocurridos en todo el mundo, por ejemplo en Europa, tomando en cuenta puntos de vista como el de las Naciones Unidas.

Las investigaciones y documentos analizados tienen relación con el documento en la concepción de participación activa de las Fuerzas Armadas en circunstancias de desastres naturales, como actúan las unidades militares y la complejidad que afrontan, además del requerimiento de flexibilidad para optar por diferente organización dependiendo el evento ocurrido.

2.9. Síntesis del capítulo

En este capítulo fue descrita una breve introducción de los UAS/RPAS, su historia, sus definiciones, ventajas y desventajas, tareas concordantes con el presente trabajo, y su clasificación.

Este capítulo nos entrega información adecuada y suficiente para estandarizar los conocimientos para poder comprender de mejor manera la propuesta de solución que en capítulos posteriores se plantea. En el contenido del capítulo anterior se estructuró para una comprensión con el máximo de simplicidad posible para facilitar el entendimiento del lector.

En el siguiente capítulo se describe la legislación actual existente de uso de UAS/RPAS tanto internacional como nacional, con lo cual nos da la pauta para realizar la primera parte de la propuesta de solución, que a su vez será la base para el modelo de prototipo de unidad militar que es la segunda parte de la propuesta de solución.

3. Legislación de uso de UAS/RPAS

Teniendo como antecedente la introducción a los UAS/RPAS, y después de analizar su historia, definiciones, evolución, clasificación, tareas, ventajas y desventajas; la investigación continúa analizando brevemente la situación actual de la legislación de uso de UAS/RPAS, inicialmente será en el ámbito internacional, tomando como referente, para posteriormente encuadrarnos en la legislación nacional en el Ecuador adoptada por la Dirección General de Aviación Civil.

En el presente capítulo se lo organizó de la siguiente manera, se lo divide en dos partes, la primera netamente en lo referente al campo internacional y la segunda parte se basa en la descripción de la legislación nacional; en la primera parte inicialmente se abarca y analiza las distintas normativas y organizaciones encargadas de la legislación, posterior a este tópico se describe los requerimientos solicitados internacionalmente y las medidas adoptadas para la integración de tecnología no tripulada al espacio aéreo internacional. Para finalizar la primera parte del capítulo, se compara el uso de UAS/RPAS desde el campo civil con el campo militar, la certificación internacional requerida y las comunicaciones empleadas. Para concluir el capítulo son descritos los artículos que norman el uso de UAS/RPAS dentro de la legislación actual en el Ecuador. Finalmente se realiza una síntesis general del capítulo donde se extrae lo más relevante.

3.1. Legislación internacional

La ausencia de normativa y reglamentación específica hace que su utilización esté limitada a espacios segregados o zonas de operaciones militares. La regulación de estos sistemas abarca muchos ámbitos y muchos campos, por lo cual se encuentra retrasado con respecto a los desarrollos tecnológicos.

A falta de una normativa específica, para los RPAS/UAS se ha optado por tomar referencialmente a los requisitos de certificación equivalentes para sistemas tripulados para constituir sus bases de certificación, tomando en cuenta determinados requisitos adicionales especiales.

Si estuviera normado en todo ámbito y circunstancia el uso de RPAS/UAS, no existiría la necesidad de limitarlos a espacio segregados o de operaciones militares, existe un sin número de documentos referentes que intentan normar de alguna forma el uso de RPAS/UAS pero ninguno abarca en su totalidad todos los campos ya que cada realidad es diferente dependiendo el lugar y características que se presenten.

3.1.1. Normativa en la Unión Europea

En la unión europea la normativa sobre seguridad aérea es competencia comunitaria y está regulada por el reglamento del parlamento Europeo, de 20 de febrero de 2008, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia Europea de Seguridad Aérea.

Se encuentran excluidas del ámbito de aplicación de la normativa europea los productos, incluidas las aeronaves, cuando se efectúen actividades o servicios militares, de aduanas, policía, búsqueda y salvamento, lucha contra incendios, guardacostas o similares, en el caso de las RPA están excluidas además las aeronaves no tripuladas con una masa operativa no superior a 150 kg. La competencia para regular ambas categorías de aeronaves permanece actualmente en los Estados miembros.

Un Grupo Director conformado por personalidades de este campo, presentó una propuesta de desarrollo a la Comisión Europea en junio de 2015, donde recomienda que la normativa europea sobre RPAS/UAS se base en los documentos elaborados por las Autoridades Conjuntas para la Reglamentación de Sistemas No Tripulados (JARUS). [23]

3.1.2. Normativa española de seguridad aérea.

La normativa temporal española para regular la utilización civil de los RPAS/UAS de 2014 y de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia establece que: “El Gobierno determinará reglamentariamente el régimen jurídico aplicable a

las aeronaves civiles pilotadas por control remoto, así como a las operaciones y actividades realizadas por ellas...”

Entre las modificaciones se tiene:

- La definición de aeronave para establecer sin lugar a dudas que las aeronaves pilotadas por control remoto o drones son aeronaves;
- Se especifica que las aeronaves civiles pilotadas por control remoto, cualesquiera que sean las finalidades a las que se destinen excepto las que sean utilizadas exclusivamente con fines recreativos o deportivos, quedarán sujetas asimismo a lo establecido en la LNA (ley de navegación aérea) y en sus normas de desarrollo, y que no están obligadas a utilizar infraestructuras aeroportuarias autorizadas, y;
- Permitir que las actividades de trabajos técnicos y científicos realizadas con aeronaves pilotadas por control remoto puedan iniciarse con una comunicación previa a la Agencia estatal de Seguridad Aérea (AESA), sin necesidad de autorización explícita.

Las normas para la operación de aeronaves civiles pilotadas por control remoto y las disposiciones que regulan la utilización civil de estas aeronaves, deja sentada la responsabilidad del operador sobre la aeronave y su operación, y se hace referencia a la obligación de éste de cumplir con todo el resto de normas que sean aplicables, en particular las que se refieren a la utilización del espectro radioeléctrico, y, en su caso, la protección de datos y la toma de imágenes aéreas.

Se establece la exención para las aeronaves civiles pilotadas por control remoto cuya masa máxima al despegue no exceda de 25 kg de los requisitos establecidos con carácter general para todas las aeronaves en la LNA de inscribirse en el registro de Matrícula de Aeronaves y disponer de certificado de aeronavegabilidad, conforme a lo ya previsto en esta misma Ley.

Se ha considerado que dadas las limitadas características técnicas y prestaciones de estas aeronaves, así como las limitaciones que en la norma se imponen a su utilización, la combinación de requisitos que se les imponen establece un nivel de seguridad adecuado, no siendo necesario requerir su certificación.

Se establece la obligación para todas las aeronaves pilotadas por control remoto de llevar fijada a su estructura una placa de identificación en la que figure, de forma legible a simple vista e indeleble, la identificación de la aeronave, mediante la designación específica y, en su caso, número de serie, así como el nombre de la empresa operadora y sus datos de contacto. Esta

placa tendrá que ser elaborada o adquirida por el propietario / operador de la aeronave, y no se han especificado unas dimensiones mínimas para la misma; éstas vendrán determinadas por el cumplimiento de los requisitos de información que debe contener y que ésta figure de forma visible a simple vista.

Las actividades aéreas con aeronaves pilotadas por control remoto que se contemplan son:

- Trabajos técnicos o científicos, ya sea por cuenta ajena o por cuenta propia; los requisitos para su realización y los escenarios operacionales en que se pueden realizar están contemplados en la ley, y;
- Vuelos especiales, cuyos requisitos se contemplan en la ley y en todos los casos, trabajos aéreos y vuelos especiales, se establece la limitación de que los vuelos habrán de realizarse de día, en condiciones meteorológicas visuales y en espacio aéreo no controlado.

Las condiciones meteorológicas visuales determinadas en el reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea.

El espacio aéreo no controlado es el clasificado como de clase F o G, según la clasificación establecida. La información sobre la clasificación del espacio aéreo en España se encuentra contenida en el Servicio de Información Aeronáutica (AIS).

Las operaciones de trabajos técnicos o científicos, trabajos aéreos, están sujetas además a las siguientes condiciones y limitaciones:

- Las aeronaves pilotadas por control remoto cuya masa máxima al despegue no exceda de 25 kg sólo podrán operar en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, y a una altura sobre el terreno no mayor de 400 pies (120 m);
- Estas aeronaves habrán de volar dentro del alcance visual del piloto, a una distancia de éste no mayor de 500 m. Se exceptúan aquéllas cuya masa máxima al despegue sea inferior a 2 kg, que podrán operar más allá del alcance visual del piloto, siempre que se mantengan dentro del alcance de la emisión por radio de la estación de control y que cuenten con medios para poder conocer la posición de la aeronave;
- El resto de las aeronaves (aquéllas cuya masa máxima al despegue exceda de 25 kg y no sea superior a 150 kg y aquéllas cuya masa máxima de despegue sea igual o superior a 150 kg destinadas a la realización de actividades de lucha contra incendios o búsqueda y salvamento), podrán operar con las condiciones y

limitaciones establecidas en su certificado de aeronavegabilidad emitido por la Agencia estatal de Seguridad Aérea.

Los operadores de trabajos aéreos con aeronaves pilotadas por control remoto habrán de cumplir todos los requisitos descritos en la ley, sin excepción de usuario.

Además se deberá considerar como vuelos especiales a los casos estipulados en la ley para poder tener en claro su diferenciación para asignar permisos o dar limitaciones.

En situaciones de riesgo, catástrofe o calamidad pública, los operadores de trabajos aéreos habilitados conforme a la normativa para realizar esas actividades podrán realizarlas, bajo su responsabilidad, vuelos que no se ajusten a las condiciones y limitaciones mencionadas anteriormente para las operaciones de trabajos aéreos y para los vuelos especiales, en situaciones de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, así como para la protección y socorro de personas y bienes en los casos en que dichas situaciones se produzcan, cuando les sea requerido por las autoridades responsables de la gestión de dichas situaciones.

Sobre Fotografía Aérea, es necesario solicitar autorización a AESA si se va a realizar en una serie de zonas del territorio español que tienen la consideración de zonas restringidas al vuelo fotográfico. Para otorgarla, AESA ha de consultar al estado Mayor del ejército del Aire.

En el caso de vuelos con fines de cartografía, se ha de solicitar autorización al Instituto Geográfico Nacional (IGN), para cualquier zona, restringida al vuelo fotográfico o no.

Para aquellas operaciones en que pudieran captarse datos personales, sería de aplicación la normativa sobre protección de datos de carácter personal, en particular la Ley orgánica, de protección de datos de carácter personal por el que se aprueba el reglamento de desarrollo de la Ley orgánica, de protección de datos de carácter personal.

La Agencia española de protección de datos es el organismo de la Administración General del Estado encargado de velar por su aplicación. Resulta recomendable que los operadores que vayan a realizar actividades susceptibles de captar datos personales se familiaricen con esta normativa y elaboren un plan para facilitar su cumplimiento.

Sobre la normativa de telecomunicaciones, de manera general regirse al Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias (CNAF). Se pueden utilizar las bandas de frecuencias asignadas al servicio móvil aeronáutico, para lo que hay que obtener la correspondiente autorización del organismo competente, o utilizar una frecuencia en bandas de uso libre, teniendo en cuenta que hay que respetar las limitaciones de potencia de emisión y que se está sujeto a posibles

interferencias de otros usuarios que la utilicen. Además, habrá que tener en cuenta la posible aplicabilidad de la directiva sobre equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad, por el que se aprueba el Reglamento que establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad de los aparatos de telecomunicaciones. [32]

3.1.3. Organismos internacionales para legislación de RPAS/UAS

Con el fin de obtener una normalización estándar para la legislación internacional de uso de RPAS/UAS, Estados, Organizaciones, investigadores, desarrolladores, fabricantes y demás participantes en este campo vieron la necesidad de coordinar y formalizar organizaciones que aporten sin imponer las normas a aplicar internacionalmente como base sólida mediante lineamientos acordes para el desarrollo y planteamiento de normas de uso de los RPAS/UAS, entre los cuales se tomó para esta investigación los de mayor grado de madurez alcanzado a nivel internacional, que a continuación se analizarán y detallará los puntos más importantes o sobresalientes que aportan a la presente investigación.

3.1.3.1. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)

La OACI creada por el convenio de Chicago, en el 2011, publicó la circular 328 de Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS); donde propone que se consulte a los Estados y organizaciones internacionales seleccionados con respecto a las actividades civiles internacionales presentes y previstas con vehículos aéreos no tripulados (UAV) en el espacio aéreo civil, procedimientos para evitar peligros a las aeronaves civiles planteados por UAV explotados como aeronaves de Estado y procedimientos que podrían instituirse para la expedición de autorizaciones operacionales especiales para los vuelos internacionales civiles de UAV.

En el 2006 fue la primera reunión sobre UAV en Montreal, con el objetivo de determinar la posible función de la OACI en la elaboración de reglamentación sobre UAV. Pero por la gran cantidad de especificaciones, normas técnicas y de performance, solo una parte de estas debería transformarse en normas y métodos recomendados de la OACI. Además se determinó que la

OACI no era el órgano más adecuado para dirigir las actividades de elaboración de tales especificaciones.

Sin embargo la OACI sería el agente coordinador para poder armonizar los términos, estrategias y principios con respecto al marco normativo.

En el 2007 se llevó a cabo la segunda reunión oficiosa de la OACI sobre UAV, y en esta reunión se concluyó que la labor sobre especificaciones técnicas para operaciones UAV estaba ya bien avanzada tanto en la Comisión Radiotécnica para la Aeronáutica (RTCA) como en la organización Europea para equipamiento de aviación civil (EUROCAE).

La OACI se relaciona con la necesidad de garantizar la seguridad y la uniformidad de las operaciones de la aviación civil internacional, y coordina la elaboración de un documento de orientación estratégica que guía la evolución normativa, documento base para la elaboración de reglamentos por los diversos Estados y organizaciones. [32]

Si bien es poco probable que la mayoría de las RPA existentes en la actualidad, especialmente las categorías denominadas mini-RPA (hasta 25 kg) e inferiores, se vean involucradas en la navegación aérea internacional, salvo acaso en zonas fronterizas entre estados, los criterios y directrices de OACI son seguidos normalmente por los estados miembros a la hora de regular las actividades aeronáuticas civiles domésticas. [23]

La OACI, para el último trimestre de 2016 puso en ejecución las modificaciones correspondientes a aeronavegabilidad, así como las relativas a los operadores de estas aeronaves y a las licencias de sus pilotos, denominados pilotos remotos. [23]

Una de las consideraciones que interviene la OACI es que a corto y medio plazo, las aeronaves autónomas no tienen cabida en la aviación comercial, por razones de responsabilidad en caso de accidente. Las aeronaves autónomas se diferencian por ser capaces de desarrollar una misión por sí solas, sin intervención del piloto. [23]

3.1.3.2. Agencia Estatal de Seguridad Aérea de España

Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) del Ministerio de Fomento del Gobierno de España, organizó una jornada en el 2013 sobre diferentes aspectos de la normativa, después organizó en el 2014, juntamente con la Dirección General de Aviación Civil y la Asociación española de RPAS (AERPAS), un Taller para la comunidad española de RPAS, en que además de la industria participaron una serie de usuarios potenciales y otras instituciones y organismos

interesados (Fuerzas Armadas, compañías de seguros, organismos de investigación), con el objetivo de identificar las oportunidades y los retos para el desarrollo del sector en España, así como las posibles medidas para sortear estos últimos.

Dentro de las conclusiones del Taller se resaltaba la urgencia de disponer de la regulación, así como de legalizar lo antes posible al sector de los mini-RPAS. Se determinó la decisión de promover una normativa inicial, de carácter temporal, que permitiese al sector desarrollar dentro de la legalidad una serie de actividades, aquéllas que representaban unos niveles de riesgos más bajos y respecto de las cuales se había alcanzado un elevado nivel de consenso sobre los requisitos a aplicar para garantizar la seguridad. En julio de 2014 se publica la normativa temporal de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. [23]

En paralelo a la iniciativa anterior continuaron los trabajos de elaboración de la normativa definitiva, la cual entrego un borrador de dicho proyecto, que fue sometido a trámite de audiencia a las partes interesadas, y posteriormente, por Resolución de la Dirección General de Aviación Civil fue publicada el 22 de octubre de 2014.[23]

3.1.3.3. Autoridades Conjuntas para la Reglamentación de Sistemas No Tripulados (JARUS)

Es un foro informal de expertos y de participación voluntaria, los cuales elaboran propuestas para normalizar los UAS, conocido por sus siglas JARUS acrónimo en inglés de Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems, Autoridades reunidas para la regulación de Sistemas no tripulados, establecido en el 2007 por las autoridades aeronáuticas de un grupo de países europeos.

Este foro se formó para que los distintos estados pudiesen proponer iniciativas para el ordenamiento jurídico, de manera que el resultado final fuera una normativa armonizada en los estados que hubieran adoptado sus propuestas.

Inicialmente en JARUS participaba solo las autoridades aeronáuticas europeas como la española, pero después se abrió a la participación de autoridades de estados no europeos, y en la actualidad participan en el grupo las autoridades de países como Australia, Brasil, Canadá, Colombia, EE.UU., Israel, Rusia y Sudáfrica. [23]

3.1.4. Requerimientos internacionales para legislación de RPAS/UAS

La operación de RPAS/UAS presenta una problemática específica tanto en entornos nacionales como internacionales, y desde los puntos de vista militares como civil. Esta problemática tiene componentes normativos, de certificación de los sistemas, de comunicaciones, privacidad y de interoperabilidad que posteriormente analizaremos.

Además a continuación se analizará las medidas adoptadas para la integración de los RPAS/UAS al espacio aéreo y su estado actual con respecto a su uso en el campo militar y civil.

3.1.5. Medidas para la integración de RPAS/UAS al espacio aéreo

La Comisión Europea presentó un documento en el año 2016 en el cual se propone reglas como medidas para la integración de los UAS/RPAS al espacio aéreo internacionalmente hasta el año 2023, entre las cuales se describen reglas en el aire y las tecnologías usadas, comunicaciones, planes de integración en el espacio aéreo y el uso de la propiedad de detectar y evitar.

Las reglas en el aire y uso de las tecnologías, también conocidas como reglas de vuelo, son creadas para una aeronave con piloto a bordo, que puede tomar decisiones ante cualquier contingencia, un sistema no tripulado debe incluir los mecanismos adecuados para conseguir un nivel de seguridad equivalente, incluso cuando se produce una pérdida de comunicación con la estación de control. Las funciones desarrolladas por pilotos deben ser realizadas por otros medios en los UAS, por lo que es necesario desarrollar tecnologías que soporten funcionalidades críticas para la seguridad en la operación, donde hay dos áreas diferenciadoras: comunicaciones BLOS y capacidad de ver/detectar y evitar (sense and avoid S&A).

Comunicaciones BLOS. Un sistema UAS debe disponer de algún medio que asegure que las instrucciones del controlador son ejecutadas en tiempo adecuado y de forma segura. Para ello, además de desarrollar tecnologías de mando y control, es necesario disponer de frecuencias seguras y ancho de banda suficiente para manejar los datos de la misión asignada.

Detectar y Evitar. En los UAS se debe proporcionar medios para realizar esta tarea con niveles de seguridad equivalentes para poder ver a otros aviones y evitar colisiones.

En Estados Unidos se están desarrollando conceptos S&A tanto embarcados como en sistemas en tierra. La idea es usar la tecnología para determinar la posición relativa de los tráficos circundantes. Se intenta proporcionar la capacidad S&A a los pilotos en tierra a partir de radares como fuente de datos para determinar la posición relativa de los otros usuarios del espacio aéreo.

En Estados Unidos la FAA ha publicado a finales de 2013 un plan de integración de UAS civiles en el espacio aéreo nacional donde se propone una integración progresiva y se plantean objetivos concretos. A corto plazo se establece la necesidad de disponer de estándares de certificación para el año 2015 en operaciones LOS. La certificación para actividades BLOS se contempla en el horizonte 2020.

El documento contempla recomendaciones a la industria y sobre desarrollo de tecnologías, con especial atención a las relacionadas con “sense and avoid”; así como consideraciones sobre normativa, formación de operadores, pruebas y evaluaciones e interoperabilidad.

En Europa el plan de integración de los UAS en espacios no segregados se ha presentado en junio de 2013, tras el encargo realizado por la Comisión Europea en su documento que presenta medidas concretas para iniciar la integración progresiva de los sistemas desde finales de 2016 hasta 2023.

La EASA ha publicado en 2013 las primeras especificaciones civiles para certificación de sistemas UAS de ala rotatoria. Y se han financiado de forma conjunta algunos proyectos en este sentido.

En Francia se ha creado la Fédération Professionnelle du Drone Civil (FPDC) como órgano coordinador de las necesidades tecnológicas e industriales de aplicación civil.

El Reino Unido se creó el National Aeronautical Centre (NAC) para permitir la operación de UAS en el espacio aéreo civil, validando el apoyo en certificaciones y experimentación para los UAS. La cooperación bilateral franco-británica en este sentido es especialmente interesante y se está desarrollando un proyecto de investigación bilateral para facilitar la gestión de grandes volúmenes de datos para operaciones con UAS a través de una red de satélites.

La integración de estos sistemas es un desafío mundial que requiere la coordinación de todos los esfuerzos tanto en planeamiento como en ejecución de proyectos y llevará tiempo hasta que

ofrezca resultados prácticos. Se ha manifestado la necesidad de establecer un plan de acción español coordinado, que permita impulsar el desarrollo normativo para la certificación y operación de UAS, disponer de infraestructuras de evaluación y certificación, y coordinar la formación de operadores. [32]

3.1.6. Uso civil vs uso militar de los RPAS/UAS

En el ámbito militar los RPAS/UAS han alcanzado un grado de madurez notable; en el ejército norteamericano, los RPAS constituyen ya alrededor de un tercio del total de la flota de aeronaves en operación y desempeñan en exclusiva todas las misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) que llevan a cabo las Fuerzas Armadas, habiendo desplazado totalmente a los medios aéreos convencionales.

En el ámbito militar el predominio de los sistemas de ala fija es casi absoluta. En el ámbito civil es lo contrario, aunque no en tan alto grado, de acuerdo con la información suministrada por la Dirección General de la Aviación Civil Francesa. Los sistemas basados en aeronaves de ala rotatoria superan ampliamente a los de otros tipos. [23]

Si se analiza las ventajas de los RPAS se explica la discrepancia entre el mundo militar y el civil.

El departamento de defensa de los EE.UU. ha popularizado el concepto de que los sistemas no tripulados son adecuados en tres tipos de aplicaciones militares, conocidas como las tres “D”:
[23]

- Dull (aburridas);
- Dangerous (peligrosas), y;
- Dirty (sucias).

Los RPAS por ser utilizados en misiones ISR de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, misiones de larga duración y muy rutinarias, en las que los sensores embarcados en el sistema recogen la información necesaria mientras la aeronave recorre un plan de vuelo preestablecido y en las que el piloto no interactúa con la aeronave a no ser por una alerta, son misiones de carácter extremadamente aburrido por ende muy poco adecuadas para un piloto humano. [23]

En misiones de reconocimiento a corta distancia, se trata de determinar si existe algún peligro, lo contrario de lo anterior. Existe un riesgo cierto de que el enemigo abata a la pequeña aeronave que se envía a reconocer el terreno. [23]

Misiones en que el ambiente a sobrevolar se encuentra contaminado, lo que podría acarrear problemas sanitarios a la tripulación del avión.

Otra consideración que resultan incluso más importante: el factor del coste. [23]

La tripulación del avión se quede en tierra y la aeronave es más pequeña, se traduce en reducción del coste de fabricación, mantenimiento y operación de la aeronave. [23]

El menor tamaño, combinado con la mayor automatización que resulta característica de los RPAS, permite llevar a cabo operaciones que no serían posibles con aeronaves tripuladas como puede ser el volar en interiores, acercarse mucho más al objetivo y realizar maniobras de muy alta precisión utilizando radios de giro muy reducidos. [23]

Los RPAS de tamaño reducido se pueden desplegar desde terrenos no preparados, sin utilizar ningún tipo de infraestructura aeroportuaria, lo que puede resultar crítico en situaciones de emergencia y en general ahorra notablemente los costes de operación. [23]

Por el contrario, el pequeño tamaño impone algunas limitaciones importantes como son la capacidad de carga, la autonomía y, muy notablemente, las condiciones meteorológicas que pueden soportar, especialmente el viento. Es evidente que no existe ninguna limitación al tamaño posible de los RPAS, que pueden ser tan grandes como las aeronaves tripuladas, pero en ese caso desaparecen la mayor parte de las ventajas consignadas, quedando su uso prácticamente restringido a las tres “D” mencionadas anteriormente. [23]

Esa es la razón principal de que en el mundo civil el desarrollo de los RPAS esté limitado actualmente a las aeronaves de menor tamaño. Por encima de unos 25 kg no es fácil encontrar modelos de negocio viables, y ello incluso sin tener en cuenta los problemas que se derivan de aumentar la distancia entre el piloto y la aeronave por lo que nos centraremos en los RPAS con una masa máxima al despegue de menos de 25 kg. [23]

3.1.7. Certificación internacional

Actualmente no existen estándares válidos y reconocidos por las autoridades competentes que permitan la incorporación de tráfico de RPAS/UAS en espacios no segregados, cumpliendo con los niveles de seguridad exigidos.

Para certificar un sistema, la operación prevista para una aeronave determina el grado de certificación que necesita. Por tanto, definir el nivel adecuado de seguridad en la operación depende del tipo de aeronave y de su misión.

En el caso de los RPAS/UAS su fiabilidad debe ser global en vista que se está hablando de sistemas y no solo de uno de sus componentes, es decir, tanto del segmento aéreo como del terrestre.

Se entiende como aeronavegabilidad la cualidad de una aeronave para operar en tierra o en vuelo sin daños para otros usuarios del espacio aéreo o a terceros. Para sistemas no tripulados no se consideran los daños a tripulación y pasajeros que evidentemente hay que considerar en sistemas tripulados. Una aeronave es aeronavegable cuando la autoridad competente ha emitido el correspondiente certificado.

En España la Ley de Navegación aérea establece que toda aeronave debe disponer de un certificado de aeronavegabilidad. Para aviación civil es el Ministerio de Fomento es quien tiene la competencia a través de la AESA, y en el campo militar es el Ministerio de Defensa que aplica el Reglamento de aeronavegabilidad de la Defensa (RAD) del año 2004. Actualmente está en trámite una modificación del Reglamento para contemplar el caso de los sistemas no tripulados.

La operación de los UAS en espacios segregados está bajo la Orden que asigna el Jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire como competencia en cuanto a gestión y regulación en la operación de los RPAS/UAS en territorio nacional. [31]

3.1.8. Comunicaciones de UAS/RPAS

Es necesario resolver la gestión del espectro radioeléctrico para buscar frecuencias seguras y anchos de banda suficientes que soporten el volumen de información manejado.

El grado de avance en los aspectos mencionados ayudará a resolver el principal problema para su total desarrollo y aplicación que no es otro que la integración en el espacio aéreo no segregado con garantías en la operación equivalentes a los de los sistemas tripulados.

Esta integración pasa por resolver tres aspectos: certificación del sistema, cualificación de operadores y cumplimiento de la normativa aeronáutica. [32]

3.2. Legislación nacional

En el Ecuador el organismo competente sobre legislación aérea a nivel nacional es la Dirección General de Aviación Civil, y esta no disponía de una reglamentación que establezca requisitos para la Operación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) o Sistemas de Aeronaves no Tripuladas (UAS) hasta el 17 de septiembre del 2015, donde con la finalidad de precautelar la seguridad operacional en las actividades aéreas, usuarios del transporte aéreo y público en general, debido al incremento significativo de los dispositivos antes mencionados, fue necesario establecer disposiciones generales para la operación de las Aeronaves antes citadas, y de acuerdo con la ley que determina las atribuciones y obligaciones del Director General de Aviación Civil, este puede "Dictar, reformar, derogar regulaciones técnicas, órdenes, reglamentos internos y disposiciones complementarias de la Aviación Civil, de conformidad con la presente Ley, el Código Aeronáutico, el Convenio sobre Aviación Civil Internacional y las que sean necesarias para la seguridad de vuelo, y la protección de la seguridad del transporte aéreo". [33] [34]

Aprobó el establecimiento de disposiciones complementarias que normaban la Operación de DRONES, mediante diez reglamentaciones detalladas en los siguientes artículos: [33] [34]

- ✓ Art. 1 Operaciones en las cercanías de un aeródromo;

Se prohíbe la operación de las RPAS/UAS en espacios aéreos controlados.

La operación de las RPAS/UAS se mantendrá durante toda la duración del vuelo, a una distancia igual o mayor a 9 kilómetros (5 NM) de las proximidades de cualquier aeródromo o base aérea militar.

- ✓ Art. 2 Altura máxima de vuelo;

La operación de las RPAS/UAS no excederá en ningún momento una altura de vuelo de 400 pies (122 metros) sobre el terreno.

- ✓ Art. 3 Horas de operación;

Las RPAS/UAS serán operadas solamente en las horas comprendidas entre la salida y la puesta del sol; y en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), libre de nubes, neblina, precipitación o cualquier otra condición que obstruya o pueda obstruir el contacto visual permanente con la RPAS/UAS.

- ✓ Art. 4 Responsabilidad por la operación;

La persona que opera los controles de las RPAS/UAS será responsable por la operación general de la misma durante todo el vuelo, en forma solidaria con el explotador o propietario de la aeronave.

- ✓ Art. 5 Integridad fisiológica del operador de una RPA;

Ninguna persona operará los controles de una RPAS/UAS si:

- Se encuentra fatigado, o si considera que pudiera sufrir los efectos de la fatiga durante la operación;
- Se encuentra bajo el efecto del consumo de bebidas alcohólicas, o de cualquier droga que pudiera afectar sus facultades para operar los controles de manera segura.

- ✓ Art. 6 Funciones de automatización;

Si las RPAS/UAS tienen la capacidad de realizar vuelo automático, esta función podrá ser utilizada solamente si le permite al operador de los controles intervenir en cualquier momento para tomar el control inmediato de la aeronave.

- ✓ Art. 7 Limitaciones;

La persona que opera los controles de una RPAS/UAS es responsable por asegurarse que la misma sea operada de acuerdo con las limitaciones operacionales establecidas por el fabricante.

- ✓ Art. 8 Seguros;

El propietario o explotador de las RPAS/UAS están en la obligación de responder por los daños causados a terceros, como resultado de sus actividades de vuelo, para lo cual debe contratar la póliza de seguros de responsabilidad civil legal a terceros en los montos mínimos establecidos en la tabla que consta a continuación:

- De 02 a 25 Kg. USD 3.000,00;
- De más de 25Kg. USD 5.000,00.

- ✓ Art. 9 Cumplimiento con estas leyes y reglamentos locales;

El cumplimiento de estas disposiciones, no exime al operador de las RPAS/UAS de cumplir con las leyes y reglamentos locales aplicables.

- ✓ Art. 10 Consideración final;

Cualquier aspecto no considerado en la presente resolución será analizado y resuelto por la Autoridad Aeronáutica Civil. [33] [34]

3.3. Síntesis del capítulo

En este capítulo se analizó la legislación existente tanto en el ámbito internacional como en el nacional, haciendo hincapié en los aspectos que se referirán a la investigación, y vuelos especiales como lo son los vuelos en catástrofes naturales o emergencias, se analizó la normativa en la Unión Europea, y en especial en España, además se analizó los diferentes organismos internacionales encargados y / o que aportan con la normalización de uso de RPAS/UAS como es la OACI, JARUS y AESA, además de la DGAC del Ecuador.

En el capítulo también se realizó un estudio de incorporación de RPAS/UAS al espacio aéreo, las medidas necesarias como certificaciones y comunicaciones, y se logró realizar una comparación entre el desarrollo y uso de RPAS/UAS entre los campos militar y civil.

En el siguiente capítulo se tomara como referente lo anteriormente analizado para poder proponer de manera justificada el cambio y aumento de artículos a la normativa vigente en el Ecuador que ayuden a tener una legislación de uso de RPAS/UAS de una manera estructurada y abierta a cambios por estar en constante evolución y desarrollo.

4. Normalización de políticas de uso de UAS/RPAS en el Ecuador

Después de analizar la actual situación de RPAS/UAS y las diferentes legislaciones tanto internacional como nacional, se fundamenta la base para orientar dicha legislación a la realidad del Ecuador, se realiza una propuesta de modificación de algunos artículos de la legislación actual en el Ecuador y la incorporación de nuevos artículos en base a las experiencias de otros estados que poseen mayor grado de madurez en este ámbito que servirán sustancialmente a la DGAC a adoptarlos y aplicarlos en Ecuador. [35]

Como se ha determinado en los capítulos anteriores, en la última década las aplicaciones de RPAS/UAS se ha desarrollado y aumentado en gran manera; las aplicaciones van desde exploración, recolección de datos, rescate, detección de fuego, etc. [35]

Debido al impacto ambiental, social y económico que poseen las catástrofes naturales como erupciones volcánicas o incendios forestales, se vuelve una tarea fundamental tener un sistema normado para el uso militar eficiente de RPAS/UAS mediante un sistema embebido autónomo, para explorar áreas desconocidas y detectar este tipo de catástrofes. [35]

Debido al rápido despliegue que poseen los RPAS/UAS, estos se vuelven el principal candidato para solucionar esta necesidad. [35]

En una catástrofe natural como erupciones volcánicas o incendios forestales en las cuales participen unidades militares realizando operaciones de búsqueda y rescate, es prioritario la efectividad del despliegue de dicho personal aumentado la probabilidad de salvar vidas y esto se lo realiza mediante la evaluación de la situación. Este proceso consiste en construir una imagen de lo sucedido para poder dar una adecuada respuesta organizada de los recursos

disponibles. Las coordinaciones y comunicaciones en este tipo de situaciones pueden ser muy complicadas y ocasionar errores o ambigüedades en la transmisión de la información o en la interpretación de información esencial para la toma de decisiones [35].

Los RPAS/UAS pueden ser de gran utilidad para los centros de coordinación y para los equipos de rescate aportando información visual complementaria [35].

Los RPAS/UAS están abriendo nuevas posibilidades al tener menor tipo de restricciones. Las líneas de trabajo actuales están dirigidas a hacer más seguro el uso de RPAS/UAS, visión continua y/o transmisión de información (posición GPS, transmisión de video, etc.) obteniendo información similar a la que un piloto dispone en la cabina de una aeronave. [35]

La incorporación de normas de uso de RPAS/UAS en operaciones militares permite la mejor organización y coordinación ente unidades militares y organismos de apoyo como la cruz roja y policía nacional, se optimiza recursos y medios. [35]

En presente capítulo se lo ha organizado en dos partes fundamentales, la primera referente a la propuesta de modificación de artículos existentes a la legislación actual en el Ecuador, donde se describe los cambios planteados para una mejor aplicabilidad de dichas normas al uso de UAS/RPAS, y la segunda parte del capítulo referente a la incorporación de nuevos artículos a la legislación existente, dichos artículos están previamente analizados y su incorporación se encuentra fundamentada en base a la realidad en la que vive el Ecuador en referencia al uso de UAS/RPAS. Con el planteamiento de esta solución a la legislación en el Ecuador, se obtiene un mayor campo de gestión y control gracias al análisis en el espacio aeronáutico ecuatoriano el cual permitirá la operación adecuada y correcta de esta tecnología como medio de obtención de información, normando los diferentes casos que pueden suscitarse y dando legalidad a su uso en operaciones militares en apoyo a la Gestión de Riesgos, finalmente se realiza una síntesis del capítulo en una forma general.

4.1. Propuesta de modificación de artículos

Dentro de las disposiciones complementarias emitidas por la DGAC para la normalización de la operación de los RPAS/UAS se debe considerar las siguientes acotaciones, tomando en cuenta la literatura analizada en capítulos anteriores. [35]

Se prohíba operar RPAS/UAS en áreas públicas, esto incluye parques, estadios, áreas urbanas y en eventos públicos como conciertos, maratones, etc. A acepción de tener una autorización otorgada por la DGAC o autoridad competente. [35]

En casos de emergencias se podrá efectuar vuelos sin restricciones de áreas a la unidad o unidades capacitadas para operar los RPAS/UAS. [35]

En el Art. 1 Se debe considerar como espacio aéreo controlado no solo a las bases aéreas militares, sino a toda unidad militar por motivos de seguridad y reserva, teniendo las mismas características, así mismo se debe tomar en cuenta las instalaciones que representan blancos rentables para cualquier tipo de acción hostil, estas instalación serán declaradas con esta condición después de un análisis previo de sensibilidad e importancia. [35]

Para dicha modificación el espacio aéreo no controlado será clasificado según la DGAC y publicado en medios de comunicación e información para permitir su libre difusión. [35]

En el Art. 2, sobre altura de vuelo no se debe exigir a la unidad de operación de RPAS/UAS, en caso de emergencias o desastres naturales, la altitud máxima pues estará dada según las capacidades del equipo, requerimiento de detección, pericia del operador, condiciones meteorológicas y la situación en sí, dejando la libertad de acción necesaria mientras dure la emergencia. [35]

Para determinar el espacio aéreo otorgado para la emergencia, la SGR será la encargada de limitar el área asignada, teniendo total potestad aérea en esa área el personal militar de la unidad que se esté empleando. [35]

En el Art. 3, en caso de emergencia o desastre natural se debe dar la libertad de acción pertinente a los operadores y las limitaciones de visión y horario estarán dadas por el equipo con el cual este dotado el RPAS/UAS como cámara de visión nocturna, cámara infrarroja, sensores de proximidad, etc. Ademes se puede perder contacto visual dependiendo la experiencia y entrenamiento del operador. Se deben tomar en cuenta los términos “ceniza volcánica y humo” que serán los agentes que impidan el control visual del RPAS/UAS. [35]

4.2. Propuesta de incorporación de artículos

Previo el análisis correspondiente, se observa la necesidad de plantear la inclusión de los siguientes artículos que contemplan diferentes temas como:

✓ Generales;

La DGAC Reconocerá a una unidad militar especializada y dedicada para que intervenga tanto en operaciones militares como en caso de emergencia o desastres naturales, previamente establecida y conformada en el orgánico funcional de Fuerzas Armadas, denominada Centro de Comando Táctico No Tripulado. [32]

En casos de entrenamiento las acciones realizadas serán tomadas en cuenta como “actividades”, y en otro caso, ya sea en ambientes hostiles o de desastres naturales, serán llamadas “operaciones”. [35]

La DGAC reconocerá las actividades aéreas con aeronaves pilotadas por control remoto a las siguientes: [32]

- Trabajos técnicos o científicos;
- Vuelos especiales.

Y se considerará como vuelos especiales los siguientes casos:

- Vuelos de prueba de producción o de mantenimiento, realizados por los fabricantes u organizaciones dedicadas al mantenimiento;
- Vuelos de demostración no abiertos al público, dirigidos a grupos cerrados de asistentes a un evento o clientes potenciales de un fabricante u operador;
- Vuelos para programas de investigación, en que se intenta demostrar la viabilidad de realizar determinadas operaciones con aeronaves de este tipo;
- Vuelos de desarrollo, para poner a punto técnicas y procedimientos para poner en producción una actividad con este tipo de aeronaves;
- Vuelos de I + D realizados por fabricantes de aeronaves pilotadas por control remoto para el desarrollo de nuevos productos;
- Vuelos necesarios para demostrar que las actividades de trabajos aéreos solicitadas, pueden realizarse con seguridad. [32]

✓ Sobre Privacidad;

En caso de usar un RPAS/UAS para observación, vigilancia, seguimiento, investigación y monitoreo, es necesario establecer las políticas pertinentes para no invadir la privacidad de las personas, por lo tanto se plantea que solo sea permitido operar los RPAS/UAS en lugares para el efecto o caso contrario mediante una orden judicial y autorización de la DGAC o SGR dado el caso. [35]

Para aquellas operaciones en que pudieran captarse datos personales, sería de aplicación la normativa sobre protección de datos de carácter personal, otorgada por el organismo competente. [32]

✓ En Casos de Emergencia;

Dentro de la estructura de unidades militares, existirá una unidad permanente y autónoma reconocida por la DGAC, para la intervención en caso de emergencia o desastres naturales a nivel nacional que tenga su orgánico funcional acorde para la operación afectiva de RPAS/UAS. Misma unidad militar en coordinación con la DGAC será la autorizada a realizar operaciones militares. [35]

En caso de emergencias o desastres naturales, la unidad militar que se encuentre operando en el área, se encontrará autorizada a realizar incautaciones sin orden de UAVs que estén volando ilegalmente en dicha área y que entorpezcan las operaciones (ya sean civiles o periodísticos), mediante RPAS/UAS equipados para interceptación e incautación (grupo especial del CCTNT), esto incluye la violación de espacio aéreo militar, y se lo realizará mediante la operación de interceptación e incautación. [35], [36]

En situaciones de riesgo, catástrofe o calamidad pública, los operadores de trabajos aéreos habilitados conforme a la normativa para realizar esas actividades podrán realizarlas, bajo su responsabilidad, vuelos que no se ajusten a las condiciones y limitaciones mencionadas para las operaciones de trabajos aéreos y para los vuelos especiales, en situaciones de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública, así como para la protección y socorro de personas y bienes en los casos en que dichas situaciones se produzcan, cuando les sea requerido por las autoridades responsables de la gestión de dichas situaciones. [32]

En casos de emergencia, desastres naturales e invasión de espacio aéreo, la unidad especial de RPAS/UAS de la unidad que se encuentre operando en esa área, incautará los UAVs ilegales y los entregará en la unidad a la cual estén apoyando en la operación para seguir la investigación y trámite correspondiente. [35]

✓ Certificaciones y capacitación;

La DGAC debe ser la institución que valide a nivel nacional las licencias de operadores y que registren todas las aeronaves (RPA/UAV) mediante matrículas, para su control. [35]

La DGAC debe estar en capacidad de dictar cursos de operación de RPAS/UAS o validar que instituciones u organismos están en condiciones de hacerlo. [35]

Toda aeronave catalogada como RPA / UAV deben estar inscritas en el registro de Matrícula de Aeronaves y disponer de certificado de aeronavegabilidad. [32]

Se establece la obligación para todas las aeronaves pilotadas por control remoto de llevar fijada a su estructura una placa de identificación donde se describa de forma legible a simple vista e indeleble, la identificación de la aeronave, designación específica, número de serie, nombre de la empresa operadora y sus datos de contacto. Esta placa tendrá que ser elaborada o adquirida por el propietario / operador de la aeronave, las dimensiones no están especificadas pero la información que contiene de observada a simple vista. [32]

✓ Requisitos para operadores;

La responsabilidad es directa del operador de RPAS/UAS sobre la aeronave y su operación, y éste debe cumplir con todas las normas que sean aplicables, en particular las que se refieren a la utilización del espectro radioeléctrico, la protección de datos y la toma de imágenes aéreas. [32]

Acreditar que poseen los conocimientos teóricos correspondientes a cualquier licencia de piloto, lo que puede hacerse de las siguientes maneras:

- Ser titular de una licencia, o;

Demostrar que dispone de los conocimientos teóricos necesarios para la obtención.

Todos los operadores deberán disponer de un documento que acredite que disponen de los conocimientos adecuados de la aeronave que van a pilotar y sus sistemas, así como de su pilotaje. [32]

✓ Obligaciones de los operadores;

Los operadores de trabajos aéreos con aeronaves pilotadas por control remoto habrán de cumplir los siguientes requisitos: [32]

- Disponer de la documentación relativa a la caracterización de las aeronaves que vaya a utilizar;
- Haber elaborado un Manual de Operaciones del operador que establezca los procedimientos de la operación. Este documento no debe confundirse con el Manual de Vuelo o documento equivalente de la aeronave, sino que debe contener los criterios y procedimientos que va a utilizar el operador para realizar de manera segura los diferentes tipos de operaciones que lleve a cabo;

- Haber realizado un estudio aeronáutico de seguridad de la operación u operaciones, en el que se constate que la misma puede realizarse con seguridad, que puede ser específico para un área geográfica o tipo de operación determinado, o genérico de manera que abarque un abanico amplio de tipos de operación y/o áreas geográficas;
- Haber realizado con resultado satisfactorio los vuelos de prueba necesarios para demostrar que la operación pretendida puede realizarse con seguridad;
- Haber establecido un programa de mantenimiento de la aeronave, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante;
- Que la aeronave esté pilotada por pilotos que cuenten con una póliza de seguro u otra garantía financiera que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por daños que puedan surgir durante y por causa de la ejecución del vuelo;
- Haber adoptado las medidas adecuadas para proteger a la aeronave de actos de interferencia ilícita durante las operaciones y establecido los procedimientos necesarios para evitar el acceso de personal no autorizado a la estación de control y al lugar de almacenamiento de la aeronave;
- Haber adoptado las medidas adicionales necesarias para garantizar la seguridad de la operación y para la protección de las personas y bienes subyacentes;
- No volar en ningún caso a menos de 8 km de cualquier aeropuerto o aeródromo, o si se trata de una operación más allá del alcance visual del piloto de una aeronave de menos de 2 kg. [32]

✓ Limitación de Áreas;

La DGAC debe identificar y limitar los espacios o instalaciones para poder operar los RPAS/UAS por entrenamiento. [35]

La SGR debe delimitar las áreas catalogadas como de riesgo, en caso de desastres naturales o de emergencia, en las cuales solo podrá operar la o las unidades que se encuentren empleadas. [35]

✓ Autorizaciones;

Todos los vuelos se los debe realizar en áreas fuera de conjuntos de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, y dentro del alcance visual del piloto, o, en caso contrario, en una zona del espacio aéreo segregada al efecto. [32]

Se encuentran exentas las aeronaves cuya masa máxima de despegue sea igual o superior a 150 kg destinadas a la realización de actividades de lucha contra incendios o búsqueda y

salvamento, podrán operar con las condiciones y limitaciones establecidas en su certificado de aeronavegabilidad emitido por la DGAC. [32]

Para realizar Fotografía Aérea desde el aire en cualquier caso, es necesario solicitar autorización a DGAC, en especial si se va a realizar en una serie de zonas del territorio ecuatoriano que tienen la consideración de zonas restringidas al vuelo fotográfico. [32]

En el caso de vuelos con fines de cartografía, se ha de solicitar autorización al Instituto Geográfico Militar (IGM), para cualquier zona, restringida al vuelo fotográfico o no. [32]

Para el uso de telecomunicaciones, se podrá utilizar las bandas de frecuencias asignadas al servicio aeronáutico, para lo que hay que obtener la correspondiente autorización de la Agencia de Regulación y control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), o utilizar una frecuencia en bandas de uso libre, respetando las limitaciones de potencia de emisión, evitando así posibles interferencias de otros usuarios que la utilicen. [32]

4.3. Síntesis del capítulo

En este capítulo fue descrito la propuesta de modificaciones a las normas generales que dictó la DGAC y la propuesta de implementación de artículos referentes a temas generales, privacidad, casos de emergencia, certificación, capacitación, limitaciones aéreas, requisitos y obligaciones de operadores de los RPAS/UAS. Donde se da la pauta de una adecuada normalización, además se justifica el cambio e implementación de los artículos para un mejor control, seguimiento y organización de estos sistemas a nivel nacional.

En el próximo capítulo se aborda la propuesta de implementación de una unidad especial militar, denominada Centro de Comando Táctico No Tripulado como solución a la problemática de participación de organismos de apoyo a la gestión de riesgo a nivel nacional, realizando acciones amparadas en la normativa de la DGAC.

5. Implementación del Centro de Comando Táctico No Tripulado del Ejército

Después de realizar la propuesta de modificaciones e incorporación de artículos en la normalización actual del reglamento de la DGAC, es necesario proponer la implementación de una unidad militar especializada en este campo para el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales, amparados en la ley para efectuar las operaciones en apoyo a la gestión de riesgo.

Como se señaló en los primeros capítulos de la presente investigación, la aparición de sistemas no tripulados ha producido un importante cambio para el desarrollo de operaciones militares. Los conflictos más recientes en el mundo han demostrado su utilidad en diferentes misiones como medios capaces de contribuir a la superioridad de información, reducir daños colaterales, protección de la fuerza o acciones sobre objetivos puntuales. [36]

Las emergencias causadas por desastres naturales o antrópicos pueden ocurrir en cualquier parte del Ecuador, estas pueden ser impredecibles, en estas circunstancias se requiere de instituciones con capacidad de reacción inmediata y operación ininterrumpida, debido a que en la gran mayoría de este tipo de eventos las actividades se concentran en operaciones de rescate y apoyo de ingeniería en beneficio de los sobrevivientes. [36]

La SGR en su planificación considera la participación activa de las Fuerzas Armadas en todas las mesas de trabajo existentes, por tanto siendo la Fuerza Terrestre la institución que abraza aproximadamente el 60% de los miembros de Fuerzas Armadas, mantiene un alto nivel de participación en todas las actividades inherentes a la Gestión de Riesgos como son: erupciones volcánicas, incendios forestales, inundaciones, sismos, deslaves, entre otros. [36]

La implementación de Sistemas Aéreos no Tripulados en apoyo a las operaciones militares a nivel mundial acredita un mejor desempeño mediante un despliegue rápido, oportuno y eficaz en las zonas donde se lo requiera. [36]

En este capítulo, con el fin de optimizar recursos de toda índole, se plantea la creación del “Centro de Comando Táctico no Tripulado del Ejército” (CCTNT), para incrementar la capacidad de intervención de las unidades militares, y se procede a describir la organización del capítulo, que inicia con la explicación de la propuesta como solución, planteando el objetivo del CCTNT, su misión y estructura, además un orgánico funcional totalmente flexible dependiendo las circunstancias y medios disponibles. Dentro del capítulo se realiza un análisis desmenuzado sobre la capacitación necesaria, mantenimiento y logística para el funcionamiento adecuado del CCTNT.

Posteriormente se indica los medios en dotación actual en el Ejército Ecuatoriano, con lo cual se basó para definir el modo de operación más doctrinario y las formas de comunicación ya sea voz y/o datos considerando las capacidades actuales de la Fuerza Terrestre en este campo, para esto se presenta una metodología fácil y de bajo costo de implementación, describiendo las tecnologías usadas para facilitar su replicación tanto en software como en hardware.

Finalmente se realiza un análisis mediante matrices de la ubicación en la cual debe ser considerado el CCTNT con sus debidas consideraciones y requerimientos para sustentar en donde sería lo más adecuado para albergar a la nueva unidad militar.

5.1. Explicación de la propuesta

La dinámica de las amenazas, demandan el acoplamiento y reestructuración de las unidades militares del Ejército, en este caso se plantea la creación de una unidad con magnitud de un escuadrón, denominado “Centro de Comando Táctico No Tripulado del Ejército”. (CCTNT) [36]

Actualmente por medio de la inversión de la SGR del Ecuador, se encuentran en dotación en el Ejército un sistema de aeronaves controladas a control remoto (RPAS) con miras a la adquisición y dotación de sistemas de aeronaves no tripuladas, el sistema existente se encuentra dotado de cámaras de visión diurna, para accionar en las distintas operaciones que realiza el Ejército ecuatoriano en apoyo a cualquier tipo de emergencias a nivel táctico, permitiendo la reacción oportuna frente ciertos factores de riesgo. [36]

La Brigada de Inteligencia Militar No. 29 “Gral. Calicuchima” con su Grupo de Reconocimiento de Inteligencia Militar (GRIM), actualmente ejecuta operaciones de Inteligencia y Contrainteligencia, con medios técnicos en el territorio nacional y su área de interés para identificar riesgos y/o amenazas que atenten contra la seguridad del Estado, para lo cual dispone de 05 (cinco) drones y 03 (tres) UAVs. [36]

La conformación del CCTNT, permitirá que las operaciones militares sean mejor organizadas y facilita las coordinaciones entre unidades militares y organismos de apoyo como son: el Cuerpo de Bomberos, la Cruz Roja Ecuatoriana y Policía Nacional, además se optimiza recursos, medios y personal. [36]

5.2. Objetivo del CCTNT

Crear el Centro de Comando Táctico No Tripulado del Ejército (CCTNT), en apoyo a las diferentes operaciones militares y Gestión de Riesgos proporcionando información aérea real e inmediata, mediante el despliegue rápido, oportuno y eficaz de sistemas de aeronaves no tripuladas en todas las zonas de operaciones del país y en especial atención a unidades de la frontera norte y sur, con el propósito de mantener la continuidad de las operaciones en el cumplimiento de las misiones asignadas.

5.3. Misión Militar del CCTNT

El CCTNT realizará operaciones de vigilancia y reconocimiento a través de aeronaves no tripuladas de corto y mediano alcance, en todo el territorio nacional para identificar riesgos y/o amenazas que atenten contra la seguridad integral, y apoyar el cumplimiento de las operaciones de las unidades de la Fuerza Terrestre, inicialmente enfocándose como tarea principal la evaluación de daños ante desastres naturales o antrópicos.

5.4. Estructura del CCTNT

En la figura 3, se muestra la estructura propuesta del CCTNT con su respectiva proyección de escalamiento:

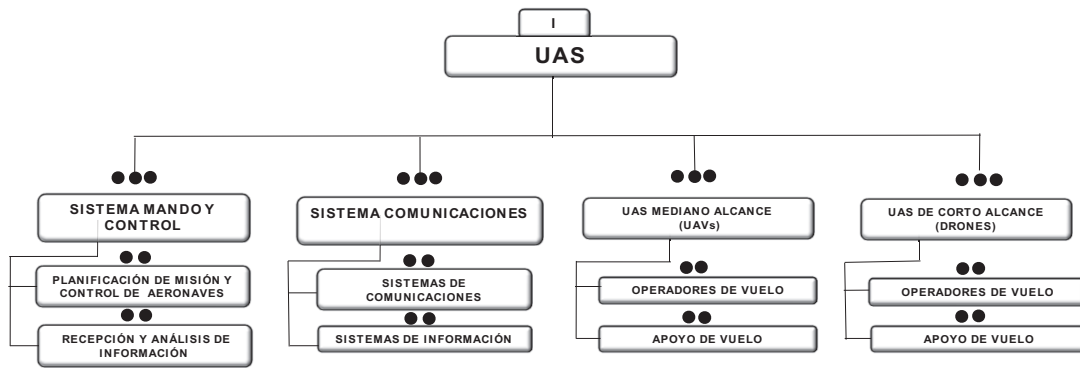


Figura 2. Estructura del CCTNT

El CCTNT estará conformado por cuatro pelotones:

- Pelotón Sistema Mando y Control, conformado por dos secciones encargadas de la Planificación de Misión y Control de Aeronaves además Recepción y Análisis de Información;
- Pelotón Sistema Comunicaciones, conformado por dos secciones y encargadas de los Sistemas de Comunicaciones e Informática;
- Pelotón UAS de mediano alcance (UAVs), conformado por dos secciones, la primera encargada de la operación de los UAVs, y la segunda sección encargada de dar apoyo de vuelo, y;
- Pelotón UAS de corto alcance (Drones), conformado por dos secciones, la primera encargada de la operación de los drones, y la segunda sección encargada de dar apoyo de vuelo.

5.5. Orgánico funcional del CCTNT

El CCTNT de Ejército dentro de su orgánico funcional y numérico estará conformado por 03 (tres) oficiales y 33 (treinta y tres) voluntarios inicialmente, con los cuales se cubriría todas las necesidades actuales para el cumplimiento de su misión, y estarán distribuidos de la siguiente forma:

- Un (01) oficial comandante con el grado entre Capitán hasta Mayor de arma el cual a más de comandar el CCTNT está a cargo de la planificación de las distintas misiones;

- Dos (02) oficiales analistas de información, con el grado desde teniente hasta capitán, los cuales estarán a cargo del control de empleo de las aeronaves, recepción y análisis de información de la misión;
- Cuatro (04) voluntarios de arma encargados de los sistemas de comunicaciones e Información;
- Cuatro (04) voluntarios de arma encargados del UAS de mediano alcance; dos (02) de ellos, operadores del UAS y dos (02) de apoyo para el lanzamiento y recuperación de los UAVs;
- Dieciséis (16) voluntarios encargados del UAS de corto alcance; ocho (08) de ellos, operadores de los drones y ocho (08) de apoyo de vuelo de los drones, y;
- Cinco (05) voluntarios encargados de los vehículos y conducción de los mismos.

Tabla 3. El orgánico funcional del CCTNT con la cantidad de personal requerido.

FUNCIÓN	OFICIALES	VOLUNTARIOS	TOTAL
COMANDANTE (PLANIFICACIÓN MISIÓN)	01		01
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	02		02
SISTEMA DE COMUNICACIONES		04	04
SISTEMAS DE INFORMACIÓN		04	04
UAS MEDIANO ALCANCE OPERACIÓN LANZAMIENTO Y RECUPERACIÓN		02 02	04
UAS CORTO ALCANCE OPERACIÓN APOYO		08 08	16
APOYO LOGÍSTICO (CONDUCTORES)		05	05
TOTAL	03	33	36

5.6. Capacitación para CCTNT

La capacitación de operadores de los UAS será inicialmente para operadores a cargo del proveedor. Posterior a esta capacitación se estará en capacidad de realizar la transferencia

tecnológica a cargo de una escuela técnica de la Fuerza Terrestre, considerando los siguientes puntos:

- Los operadores del CCTNT, se debe realizar el curso de operador y estar adecuadamente calificado para controlar la operación de la aeronave en la clase de espacio aéreo de operaciones;
- El personal de operadores deben tener conocimiento pleno de las capacidades y limitaciones del equipo que se encuentran operando sometidos a una evaluación periódica planificada por el comandante del CCTNT;
- Los operadores (pilotos) serán quienes demuestren mejores condiciones para volar los UAVs, y los hombres de apoyo, serán los encargados de dar soporte al operador con el equipo y tendrán conocimientos básicos sobre mantenimiento y uso de los diferentes dispositivos dotados para uso de los UAS;
- Los integrantes del CCTNT deben tener conocimientos previos de electrónica básica e informática, y;
- El personal del CCTNT conocerá a la perfección las características técnicas y limitaciones de los UAS.

5.7. Mantenimiento del CCTNT

El canal de capacitación de personal de mantenimiento estará a cargo del proveedor. Posterior a esta capacitación se estará en capacidad de realizar la transferencia tecnológica a cargo de una escuela técnica de la Fuerza Terrestre, considerando los siguientes puntos:

- El proveedor debe brindar soporte técnico y mantenimiento mientras dure la garantía de los UAS;
- El proveedor deberá incluir en la entrega de los UAS los repuestos pertinentes para el mantenimiento y reparación de los UAS;
- El mantenimiento especializado de los UAS será realizado por la unidad técnica, y los mantenimientos se los realizará por motivos como: necesidad del equipo, tiempo de vuelo o tiempo de vida de los UAS;
- En caso de no ser posible solventar algún requerimiento logístico en el mantenimiento, será necesario evacuar el UAS o equipo a la fábrica del proveedor para dar solución;

- La unidad técnica de mantenimiento deberá llevar un control de los trabajos efectuados para cada uno de los UAS y sus equipos en dotación mediante tablas de control, y;
- La unidad técnica de mantenimiento deberá poseer los repuestos en stock necesarios para cada uno de los modelos y tipos de los UAS.

5.8. Logística del CCTNT

Mediante la propuesta de creación del CCTNT del Ejército se dará una estructura a una unidad de apoyo para todas las operaciones que lo requieran, evitando la adquisición y uso indiscriminado de aeronaves controladas a control remoto y aeronaves no tripuladas, a fin de integrar todos los dispositivos que posean las unidades militares de manera centralizada, para el uso ordenado y priorizado, llevando el control de las tareas y operaciones que se estén realizando o que se realizarán bajo el conocimiento del COT, para lo cual queda terminantemente prohibido el disponer de estos dispositivos bajo cualquier medio de adquisición o donación sin ingresar previamente al inventario del CCTNT y tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- La adquisición, cambio, arreglo y modernización de los UAS se lo realizará únicamente mediante el Comando Logístico del Ejército (COLOGE) y con conocimiento del COT;
- Todos los dispositivos de los UAS deben estar registrados en el inventario del CCTNT;
- La unidad a la que pertenezca el CCTNT realizará el trámite al COLOGE para la dotación de dos camionetas 4X4 doble cabina para el personal y equipo de los UAS de corto alcance;
- De ser necesario, la unidad a la que pertenezca el CCTNT deberá tener recursos económicos para el desplazamiento del personal y equipo vía aérea para el despliegue rápido y oportuno de los UAS en lugares lejanos;
- La unidad apoyada debe proveer al equipo del CCTNT alojamiento y alimentación, así como dar todas las facilidades para la operación de los sistemas;
- Los UAS se encontrarán custodiados en la bodega del CCTNT;

- El CCTNT realizará las coordinaciones para el pago de licencias, renovación y matriculación de drones mediante la SGR y en coordinación con la DGAC, según requerimientos futuros, y;
- El CCTNT realizará las coordinaciones para que por medio de la SGR se provea de un seguro de accidentes y daños a terceros para cada dispositivo.

5.9. Dotación actual de UAS/RPAS de corto alcance del CCTNT del Ejército

Dentro del equipamiento de RPAS/UAS que posee actualmente el Ejército Ecuatoriano, se puede observar una adquisición no controlada ni organizada, mucho menos normalizada que existe del material de UAVs y que se encuentran en custodia de:

- Comando de Inteligencia Militar Conjunto (COIMC), el mismo viene operando específicamente en obtención de información de blancos específicos para adquisición de información para generar inteligencia militar en apoyo a las distintas operaciones militares, e;
- Instituto Geográfico Militar, el mismo que adquirió UAVs con el fin de apoyar a las unidades militares que intervinieron en operaciones de búsqueda y rescate en el terremoto del 16 de abril del 2016 mediante levantamientos topográficos de pronta respuesta con sus Centros de Información Geográfica (C.I.G.), en apoyo a la planificación y conducción de las operaciones militares. Estos UAVs fueron entregados a los Comandos Operacionales a nivel nacional.

Cabe recalcar que estas dos unidades militares poseen personal entrenado en uso de UAVs que se adquirieron.

Por otra parte el Comando de Operaciones Terrestre (COT), recibió como donación ocho (08) UAVs por parte de la SGR, específicamente para realizar operaciones de apoyo a las unidades militares que intervengan en desastres naturales o antrópicos a nivel nacional. Este equipamiento se entregó en custodia para su operación al Agrupamiento de Comunicaciones y Guerra Electrónica (AGRUCOMGE).

Un equipo de reconocimiento y vigilancia de corto alcance está compuesto por un binomio de UAVs, actualmente se cuenta con la tecnología PHANTOM 4Dji.

Adicionalmente los medios de transporte del equipo serán provistos inicialmente por la unidad orgánica al que pertenezca el CCTNT y posteriormente en la operación por la unidad apoyada.



Figura 3. Equipo en dotación del CCTNT

5.10. Modo de operación de UAS/RPAS de corto alcance del CCTNT

Dentro de los modos de operación de los sistemas UAS/RPAS de corto alcance, al no existir doctrina, se plantea una metodología acorde a la realidad y capacidad de la Fuerza Terrestre del Ecuador para lo cual se propone:

- Para la operación de una aeronave controlada a control remoto, el personal mínimo requerido será de dos personas (un operador y un hombre de apoyo);

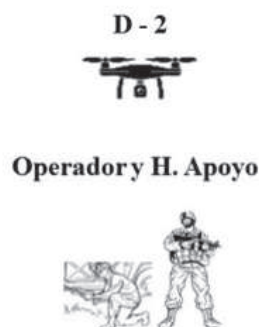


Figura 4. Binomio para operación de RPAS/UAS de corto alcance

- Los binomios de drones estarán constituidos por dos aeronaves;

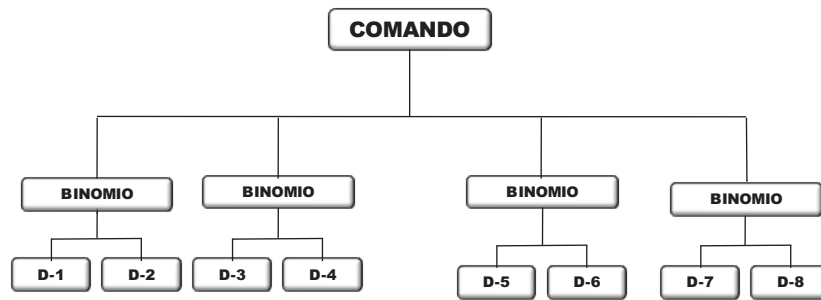


Figura 5. Binomio de UAVs para operación de RPAS/UAS de corto alcance

- La unidad mínima para dar apoyo a las operaciones militares será de dos UAVs es decir cuatro personas (dos operadores y dos hombres apoyo);
- El personal debe tener conocimiento de las normas establecidas por la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador (DGAC);
- Para la ejecución de misiones de apoyo, se destacará dos equipos de operación, el primero será el encargado de cumplir la misión principal, y el segundo encargado de dar seguridad, interceptar e incautar UAVs ilegales y estar en condiciones de relevar al equipo principal en caso de ser necesario, asegurando la continuidad en las operaciones;
- El operador del UAV se encargará específicamente de operar el RPAS/UAS y de obtener información, mediante la toma de fotografías y filmaciones;
- El hombre de apoyo será el encargado de brindar seguridad al operador controlando su entorno y siguiendo visualmente el desplazamiento del UAV.

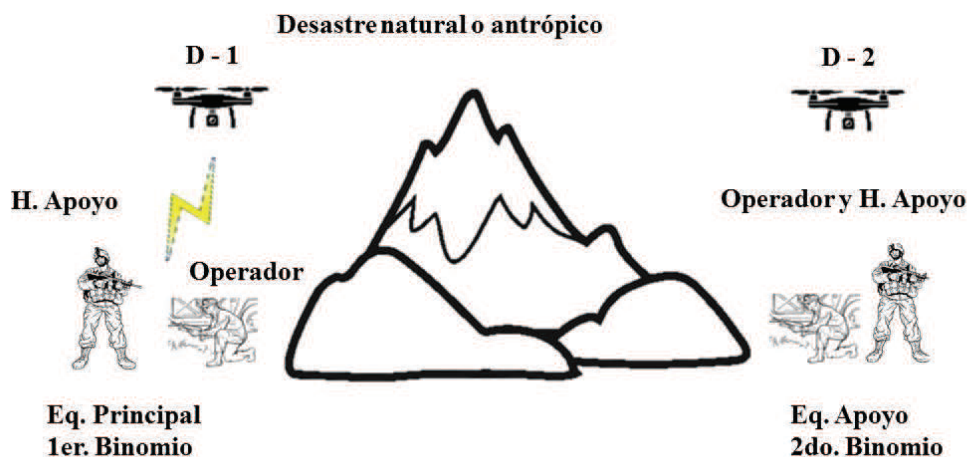


Figura 6. Modo de operación de RPAS/UAS de corto alcance

5.11. Modos de comunicación de UAS/RPAS de corto alcance del CCTNT

Teniendo el conocimiento claro de las capacidades en el campo de las comunicaciones de la Fuerza Terrestre del Ecuador se plantea que el sistema de comunicación de los UAS se verá reflejado mediante dos modos de comunicación:

- Comunicación de voz de UAS/RPAS, y;
- Comunicación de datos de UAS/RPAS.

5.11.1. Comunicación de voz de UAS/RPAS de corto alcance del CCTNT

Entiéndase como comunicación por medio radio de la información obtenida por personal perteneciente al CCTNT desde un UAV.

Se utiliza los canales de radio ya establecidos y mediante un radio operador, que en este caso sería el hombre apoyo, dotado del material necesario para cumplir su misión.

La información debe ser clara, precisa y concisa, no obstante no se debe omitir información relevante que pueda aportar al conocimiento de la situación.

Se debe tomar en cuenta que dentro de los sistemas de comunicación del Ejército se cuenta con los sistemas VHF y HF los cuales difieren en la utilización o no de repetidoras, dependiendo el área de operaciones, la misión y distintos factores que pueden alterar estos medios.

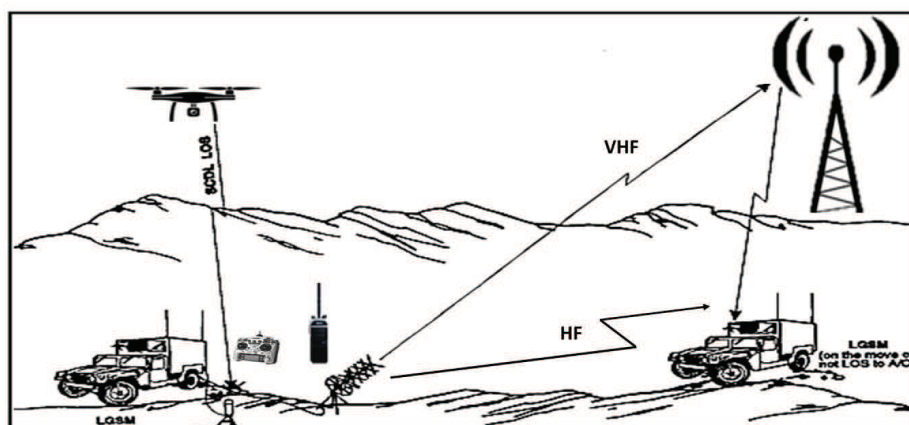


Figura 7. Modo de comunicación de voz de los RPAS/UAS

5.11.2. Comunicación de datos de UAS/RPAS de corto alcance del CCTNT

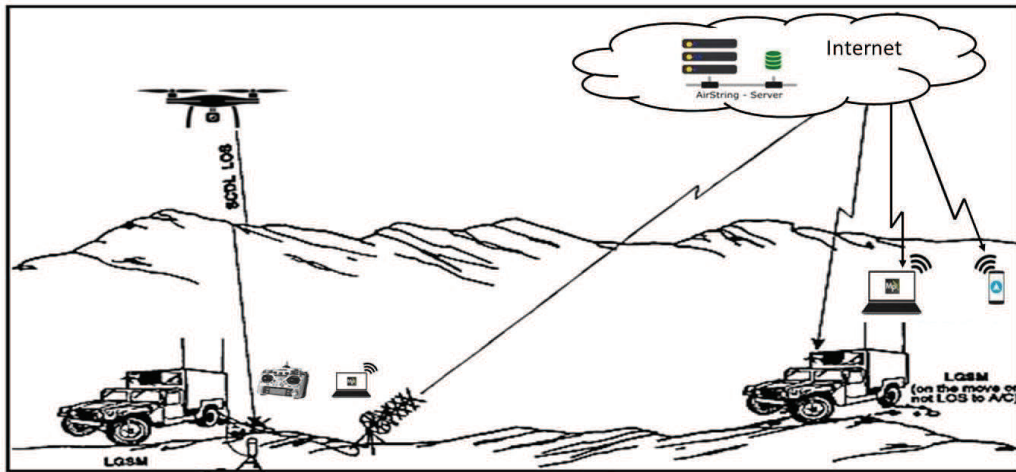


Figura 8. Modo de comunicación de datos de los RPAS/UAS

Para la comunicación de datos de la información obtenida por el UAV, es una necesidad fundamental el contar con cobertura de un proveedor de internet, caso de no ser factible este requerimiento, es necesario el contar con acceso a la internet por medio satelital, y dentro del proceso de captura y transmisión de datos se lo realiza accediendo a un servidor de video en tiempo real mediante una aplicación móvil, ingresando a una sesión de video conferencia con clave y usuario, garantizando así la seguridad de la información y accesibilidad desde cualquier dispositivo inteligente, observando la transmisión en tiempo real de la cámara del UAV, cuyas imágenes son capturadas por un dispositivo de transmisión de contenido multimedia y subidas al repositorio del servidor de video.

5.12. Tecnologías implementadas

Dentro de la transmisión de datos de un UAV hacia otros dispositivos remotos, se identificó la necesidad de solventar la forma de extraer los datos de la pantalla del dispositivo móvil del control remoto del UAV sin necesidad de modificar algún módulo del control remoto, para lo cual se dio solución implementando las siguientes tecnologías para poder capturar dicha imagen y poder transmitirla en tiempo real a los mandos a cargo de la operación militar facilitando así la toma inmediata de decisiones por parte de ellos.

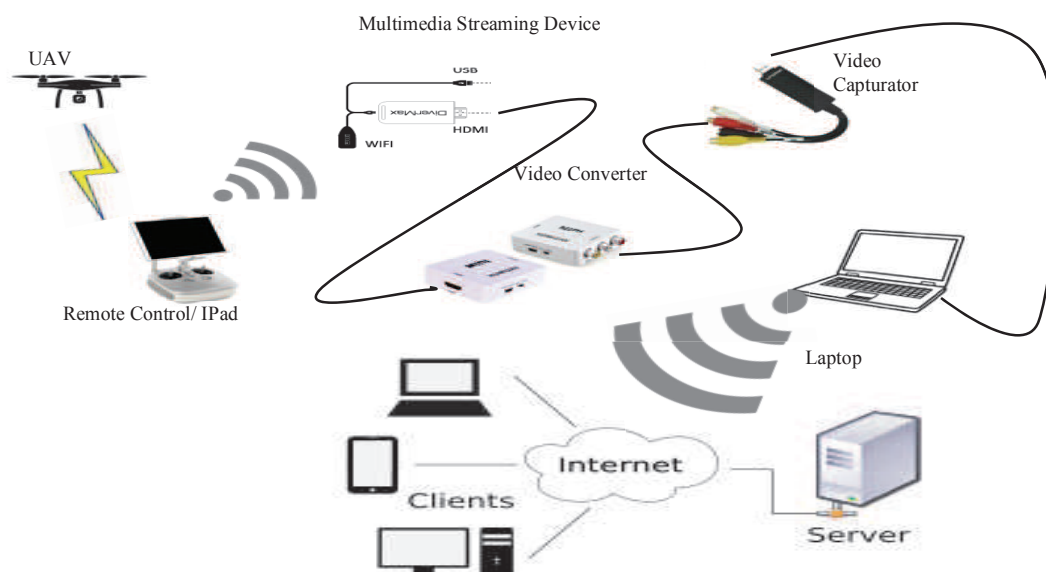


Figura 9. Diagrama de sistema de comunicación mediante video conferencia [36]

La imagen captada por la cámara del UAV es transmitida por defecto al dispositivo móvil del control remoto, este a su vez estará conectado en forma alámbrica o inalámbrica a un dispositivo de transmisión multimedia, las pruebas se las realizaron con algunas opciones, determinando que la mejor opción por ser el UAV DJI y el controlador un iPad, usar una Apple TV, y a esta señal mediante un doble procesamiento poder capturarla en un ordenador que tenga acceso a una red de datos militar o si la situación lo amerita a la red de datos de un proveedor civil, para que por medio de un software seguro y rápido se pueda transmitir a un sitio remoto.

5.12.1. DJI Phantom 4

Es un UAV con cámara de visión con capacidad de realizar fotografías y videos aéreos profesionales con dispositivos Apple o Android, que vuela de forma inteligente, crea imágenes de seguimiento fácilmente y además, esquiva obstáculos de manera autónoma, entre otras funciones.

Su estructura es de muy bajo peso, 1380 g. incluyendo la batería y hélices. Velocidad máxima de ascenso de 6 m/s y de 4 m/s en descenso. En desplazamiento horizontal dependiendo el modo de operación es de 20 m/s y de hasta 72 m/s. Su desempeño máximo en altitud es de 19685 pies (6000 m) y su tiempo máximo de vuelo es de aproximadamente 28 minutos.

Está dotado de GPS y sensores de proximidad en su parte frontal, además se puede estabilizar en los tres ejes. [37]

5.12.2. Cámara de video

La cámara de dotación del Phantom 4, puede capturar vídeo a 30 fotogramas por segundo y es full HD. Está compuesto de un lente esférico de 20 mm con un campo de visión (FOV) 94 °. Las fotografías capturadas por la cámara pueden estar en formatos JPEG o DNG mientras que en video puede grabar en formatos MP4 o MOV. Esta provista de una tarjeta Micro SD con capacidad máxima de 64 GB. [37]

5.12.3. Dispositivo de transmisión multimedia

Dispositivo que se conecta al puerto HDMI por el cual se puede transmitir aplicaciones y contenidos directamente a una pantalla desde un teléfono o dispositivo móvil. Existen dos formas de transmitir la pantalla del dispositivo móvil, la primera es por medio de su aplicación por defecto y por medio de la función Mirroring, la segunda opción es la que se opta en nuestra propuesta de solución pues así se podrá visualizar toda la información que nos brinda el UAV. [38]

5.12.4. Convertidor HDMI a RCA AV

Un convertidor de entrada HDMI a Salida RCA/AV se lo utiliza para la conexión entre el dispositivo de transmisión de contenido multimedia y el capturador de imágenes de video logrando reproducir el contenido en una televisión o reproductor ya que puede convertir las señales digitales, además cabe recalcar que soporta formato NTSC / PAL. El dispositivo usado en las pruebas preliminares necesita de una fuente de alimentación USB.

5.12.5. Capturador de video

Se utilizó un capturador de video USB para obtener un video de alta calidad y audio sin necesidad de tarjetas de sonido ni requiere ningún otro controlador. Entre sus especificaciones

tenemos que soporta formatos NTSC.PAL y no necesita alimentación de energía externa. Se lo utilizó entre el convertidor de HDMI y la computadora en la cual deseamos obtener el video.

5.12.6. Software para transmisión de video

Para el procesamiento del video obtenido por el capturador se utilizó dos software: ManyCam y Amcam, el primero permite aplicar diversos efectos especiales a la imagen. Su interfaz es bastante sencilla ya que todos los menús están a la vista del usuario. [39]

El segundo programa es el que permite subir el video al servidor e iniciar la sesión de video conferencia en una sala con su respectiva clave y usuario, en este caso se lo realizó con Spontania que es la herramienta para organizar reuniones remotas con sus clientes, desde cualquier dispositivo de una manera; rápida, sencilla y sin necesidad de grandes inversiones en su infraestructura actual, en sus PCs, Macs, smartphones y tablets, sin ningún conocimiento técnico previo, con alta calidad de video y audio.

Es una aplicación robusta especialmente diseñada para entornos exigentes donde es necesario compartir video, audio y documentos con alta resolución. [40], [41]

5.13. Análisis de ubicación del CCTNT

Para la determinación de la ubicación del CCTNT del Ejército se realizó de una matriz en la cual se evalúa distintos parámetros como son:

- Experiencia Operacional;
- Experiencia en el Control del Tráfico en el Espacio Aéreo;
- Capacidad Instalada: Pistas Y Hangares, Bodegas y Laboratorios;
- Personal Técnico De Mantenimiento.

A cada uno de los parámetros evaluados se les dio una ponderación con coeficientes del 1 al 3 dependiendo su desarrollo o aplicabilidad. Los parámetros fueron evaluados sobre coeficiente tres se catalogaron como muy importantes, y los de coeficiente dos, catalogados como importantes.

En base a los parámetros de evaluación se tomó en cuenta las tres unidades posibles que podrían albergar al CCTNT, la Brigada de Inteligencia Militar N.- 29, la Brigada de Aviación del Ejército N.- 15 y el Agrupamiento de Comunicaciones y Guerra Electrónica.

Dentro del organigrama de las unidades evaluadas el CCTNT estaría siendo parte de ellas como se indica en los siguientes diagramas:

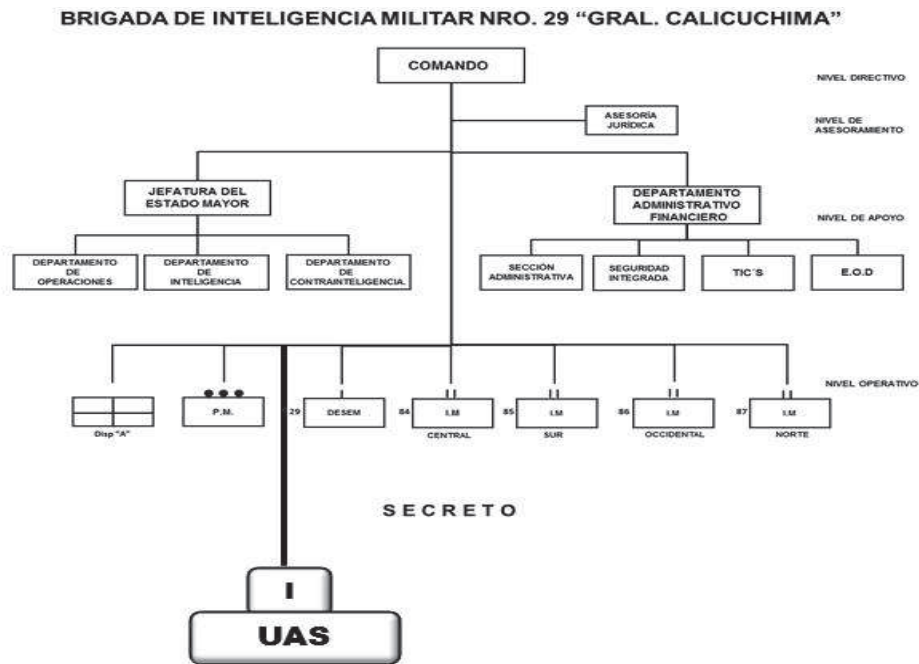


Figura 10. Diagrama de ubicación del CCTNT en la 29 BIM

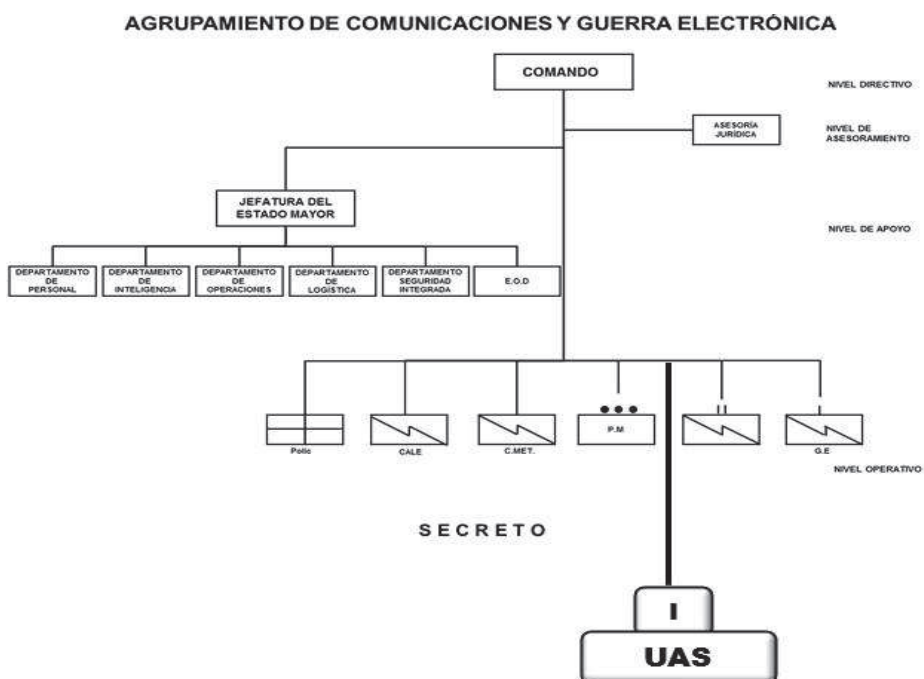


Figura 11. Diagrama de ubicación del CCTNT en el AGRUCOMGE

BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Nro. 15 "PAQUISHA"

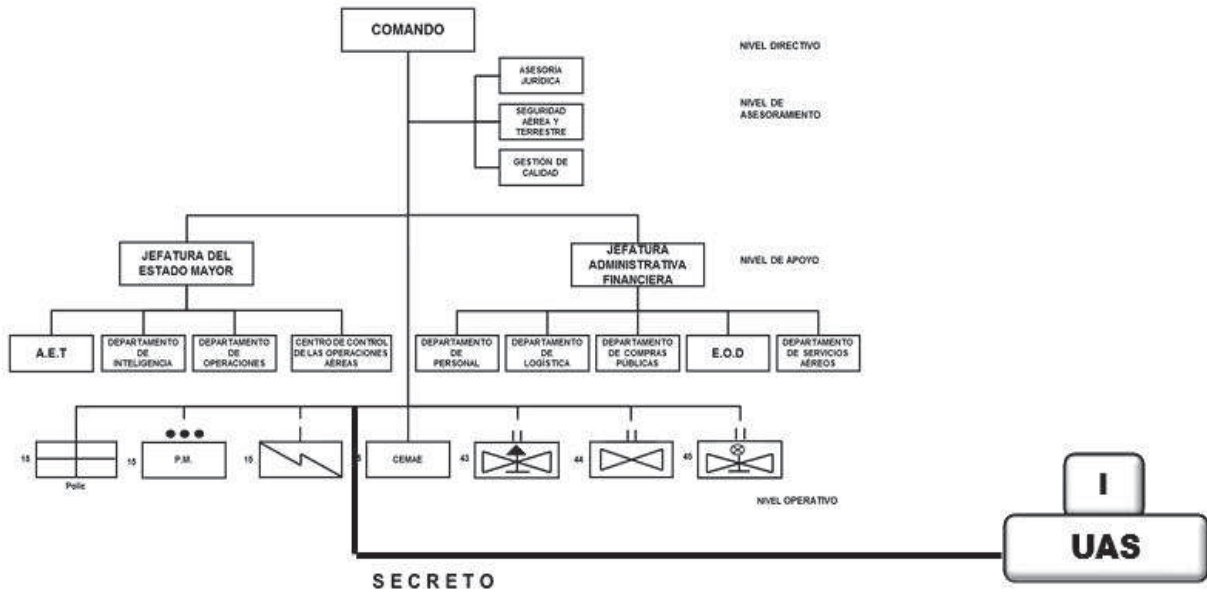


Figura 12. Diagrama de ubicación del CCTNT en la 15 BAE

Tabla 4. Matriz de valorización de capacidades de unidades para albergar al CCTNT.

UNIDAD	EXPERIENCIA OPERACIONAL (3)	EXPERIENCIA EN EL CONTROL DEL TRÁFICO EN EL ESPACIO AÉREO (3)	CAPACIDAD INSTALADA			PERSONAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO (2)	TOTAL
			PISTAS Y HANGARES (3)	BODEGAS (2)	LABORATORIOS (2)		
29 BIM	3	1	0	1	1	0	6
AGRUCOMGE	1	1	0	2	2	3	9
15 BAE	0	3	3	1	1	1	9

De acuerdo al análisis de ponderación de la matriz, se concluye que cualquiera de las dos unidades AGRUCOMGE y 15 BAE, podrían ser incluidas dentro de su organización el CCTNT, considerando que en cualquiera de esta dos unidades deberá existir una responsabilidad compartida tanto en el tema de la experiencia operacional y capacidad de procesamiento de la información que lo dispone la 29 BIM, así como la experiencia del control del espacio aéreo y laboratorios que dispone la 15 BAE.

Independientemente de la unidad escogida para albergar al CCTNT, la colaboración de experiencias, capacitación y capacidades operativas debe ser compartida mediante lecciones aprendidas y dificultades encontradas con sus respectivas soluciones, así también se incorpora

a esta colaboración el IGM en capacitación al personal en cartografía digital y levantamiento topográfico.

5.14. Consideraciones y requerimientos para el CCTNT

Con el fin de entregar un estudio finalizado se toma en cuenta las siguientes consideraciones y requerimientos para el CCTNT en los campos de operación, capacitación y equipamiento, además se da ciertos lineamientos de procedimientos normales que son descritos como consideraciones generales.

5.14.1. Requerimientos fundamentales de operación del CCTNT

Dentro de los requerimientos fundamentales de operación del CCTNT, se entenderá como las exigencias mínimas para considerar a un sistema como no tripulado o controlado por control remoto para satisfacer las necesidades de operación, entre ellas podemos citar:

- La aeronave debe encontrarse certificada como “aeronavegable” y convenientemente equipada para volar (o realizar operaciones) en la clase de espacio aéreo de operaciones (día-noche, reglas de vuelo, condiciones meteorológicas en las que podrá volar, tripulación mínima, misión de la aeronave);
- Se requiere que UAS puedan asegurar una permanencia en una zona de objetivo, situada a gran distancia de la base de despegue por periodos extendidos de tiempo;
- Debe poseer sensores y cámaras que permitan realizar reconocimientos en zonas montañosas y selváticas;
- Automatización para mejorar la eficiencia del sistema: se requiere que se reduzca la carga de trabajo del operador, incluyendo despegue y aterrizaje automático;
- Se requiere acceso a redes de mando y control a nivel táctico y operativo. Los sistemas deben ser interoperables, ágiles, distribuidos, escalables, redundantes y seguros, de tal manera que satisfagan las necesidades no sólo a nivel del Ejército

sino también de manera conjunta. La conexión permitirá acceder a la información en tiempo real;

- Se debe tener la capacidad de asegurar en todo momento la comunicación entre el sistema y los distintos operadores, tanto a nivel de control del tráfico aéreo como a nivel táctico. Las comunicaciones para recepción de instrucciones como para mando y control del sistema deben ser seguras, robustas y en tiempo real;
- El sistema operativo en el que se basen los UAS debe ser compatible con los sistemas de información que dispone la Fuerza Terrestre.

5.14.2. Consideraciones para equipamiento y capacitación del CCTNT

Las consideraciones tomadas en cuenta para el equipamiento y capacitación de CCTNT como más importantes se consideró las siguientes como base a la redacción del documento final para aplicarlas en la conformación del centro:

- La adquisición de los UAS se la realizará únicamente mediante la presentación de proyectos del CCTNT del Ejército para su análisis, aprobación y ejecución;
- Para el mantenimiento se contará con el Comando de Apoyo Logístico Electrónico (CALE) como unidad para mantenimiento y soporte técnico. Y el Centro de Investigación Científica y Tecnológica del Ejército (CICTE) como departamento de investigación y desarrollo;
- Realizará las coordinaciones necesarias con la SGR para la capacitación de cursos de Gestión de Riesgos;
- Preverá la realización de un curso de fotografía y video con la finalidad de replicar a todo el personal de la unidad militar y aprovechar al máximo las capacidades de los UAS;
- La empresa proveedora previa contratación deberá realizar la demostración de funcionamiento de los UAS en áreas de interés como son montañosas y selváticas;
- Se debe realizar una matriz técnica de requerimientos para adquisición, repuestos y garantía;
- El proveedor deberá incluir en la entrega de los UAS los repuestos pertinentes para el mantenimiento y reparación de los UAS de acuerdo a la matriz propuesta;

- El proveedor debe brindar soporte técnico mientras dure la garantía de los UAS;
- La capacitación inicial tanto para operadores como para personal de mantenimiento de los UAS está a cargo del proveedor. Posterior a esta capacitación se estará en capacidad de realizar la transferencia tecnológica a cargo de una escuela técnica de la Fuerza Terrestre;
- Los dispositivos para uso con los UAS serán previstos y adquiridos dependiendo el tipo de operación que se vaya a realizar, como por ejemplo cámaras de visión nocturnas, cámaras térmicas, GPS, detector de metales, detector de movimiento, red de interceptación, cargas explosivas, etc., dependiendo el avance del desarrollo de aplicativos por parte del departamento de desarrollo para el efecto, y;
- La estructura del CCTNT es para solventar las necesidades actuales, no obstante cuenta con la flexibilidad para estar en capacidad de aumentar infraestructura según requerimientos y capacidades futuras.

5.14.3. Consideraciones generales para el CCTNT

Para las consideraciones que no hayan sido tomadas en cuenta anteriormente para la implementación del CCTNT, se las detalla a continuación en forma general, intentado acaparar todos los tópicos inherentes para la operación del CCTNT:

- El personal seleccionado para ser integrante del CCTNT, no debe poseer problemas de índole profesional ni administrativa, además no estar próximo a realizar curso de ascenso o comisión de servicios, garantizando así su permanencia en la unidad y continuidad de las misiones;
- Los operadores de los UAS estarán en condiciones de adquirir la licencia de vuelo validada por la DGAC según los requisitos futuros;
- El CCTNT registrará y tomará en cuenta la cantidad de horas de vuelo con un tipo de sistema, según requerimiento futuro de la DGAC;
- El personal de apoyo ayudará en todas las actividades que deba realizar el operador, como: despegues, aterrizajes, transmisión de datos e información, retiro y entrega de los UAS;
- El personal del CCTNT tendrá la experiencia necesaria para poder solventar cualquier emergencia, necesidad o requerimiento del UAS;

- Para retirar y operar los UAS deberá ser bajo orden escrita del comandante de la unidad y bajo pedido del COT;
- El CCTNT debe tomar contacto con el comandante de la unidad apoyada y su oficial de operaciones a fin de realizar coordinaciones y tener acceso a información como: lugar de operación, condiciones meteorológicas, tiempo de operación y misión a fin de realizar su planificación y asesorar sobre el uso de uno de los dos UAS;
- La unidad apoyada proveerá de medios de comunicación para el enlace directo con el equipo destacado del CCTNT;
- El CCTNT es específicamente para apoyo en operaciones tácticas para así reducir el tiempo de respuesta de las unidades militares a diferencia de otros sistemas que tomarían más tiempo en el procesamiento de la información obtenida;
- El sistema GPS que se utilizará en el apoyo a las operaciones militares será el sistema embebido del UAV;
- Los datos se visualizarán en la interface de usuario y que serán transmitidos al puesto de mando, necesitan contar con red de datos implementada en el sector de operación entregada por el proveedor o caso contrario por la DCI;
- El CCTNT contará con un sistema de registro y monitoreo de las operaciones;

Adicionalmente el CCTNT en coordinación del COT deberá desarrollar:

- Las directrices sobre el uso de aeronaves controladas a control remoto y no tripuladas;
- Los lineamientos para la adquisición de estos dispositivos mediante normas internas que rijan a las unidades militares a nivel nacional;
- Planes de vuelo de entrenamiento;
- Planes de mantenimiento;
- Guías de usuario de los distintos UAS;
- Plan de informes periódicos e informes especiales cuando amerite notificar sobre novedades en cada operación, y;
- Consignas y procedimientos para operación de cada UAS.

5.15. Síntesis del capítulo

Como es visible en el presente capítulo se aborda la creación e implementación de una unidad militar con el nombre de Centro de Comando Táctico No tripulado, con el fin de organizar una unidad especializada y encargada de la administración y funcionamiento, a más de dar los lineamientos de operación y capacitación de los RPAS/UAS, con la estructura propuesta, con su orgánico funcional y previsión de incrementar dispositivos no tripulados de mejores características y de mayor gama se completa la solución inicial planteada ya que tiene de sustento legal para operar en los casos de desastres naturales o antrópicos.

En el capítulo también se detalla los lineamientos doctrinarios con los cuales debe operar dicha unidad, además se describe los modos de comunicación y transmisión de datos de una forma detallada y haciendo fácil el replicar su metodología en cualquier caso.

Cabe destacar que la propuesta se enmarca a la realidad que vive el Ejército Ecuatoriano y que este podría variar según el caso, adicionalmente para realizar la propuesta se observa que se buscó una tecnología de bajo costo, con soporte técnico y accesible comercialmente para cualquier estatus.

Sobre los medios de comunicación seleccionados son de gran utilidad en misiones tácticas en las cuales prima el tiempo de intervención para la toma de decisiones inmediatas por parte de la unidad militar comprometida.

En este capítulo, que conforma la segunda parte de la propuesta de solución, la cual es la necesidad de implementar un centro con ciertas características principales, describe claramente la forma de implementación, uso y operación de una unidad militar encargada específicamente de los sistemas UAS/RPAS, mediante la generación de doctrina totalmente aplicable y práctica la cual da gran ventaja para la optimización de medios y recursos con lo cual se evitará el uso innecesario de material y personal mediante una solvente gestión la cual dosificará el uso de Unidades militares de intervención rápida y garantizará el uso efectivo de todos los recursos disponibles, además el acoplamiento de esta unidad militar y su forma de operar es acorde a la forma de actuar de las unidades militares según su doctrina al igual que con los organismos de socorro, así el Ejército Ecuatoriano será un referente para otras instituciones que tengan la misma o parecidas necesidades y más que nada, que posean la capacidad de incorporar a su estructura orgánica elementos de esta índole, tomando en cuenta la base normativa y dándoles a los ejecutores legalidad en su accionar.

En el próximo capítulo se describen las pruebas efectuadas en distintos escenarios y los resultados obtenidos los cuales certifican y confirman la mejor opción de solución propuesta, observando parámetros como facilidad de instalación, conectividad, definición de imagen, capacitación, envío y recepción de video, audio y chat. Además se analizó compatibilidad y alcances teóricos vs prácticos, demostrando la funcionalidad tanto de la unidad planteada como de la tecnología usada.

6. Pruebas de aceptación

Después de toda la fase de análisis, planteamiento, propuestas de modificación e incorporación de normas y la implementación de una manera operacionalizada de una unidad militar encargada específicamente de los RPAS/UAS, descrita en los capítulos anteriores, en este capítulo serán descritos las pruebas de aceptación para la solución. Las pruebas realizadas fueron divididas en dos fases de pruebas, una para la captura y transmisión del video, y otra directamente en pruebas en el campo de operación.

Las pruebas se las realizó con los UAV Phantom 4 en dotación en el Ejército, se las realizó a partir del 21 de Noviembre del 2016, con el personal del AGRUCOMGE, CCTNT, CICTE y DCI y se realizaron las pruebas de configuración, conectividad y capacidades de los equipos tanto en la sierra como a nivel del mar, además se investigó una solución técnica para enlazar la señal de video en vivo para transmitir la señal del UAV a dispositivos de conexión remota.

En la segunda etapa de pruebas para la transmisión de la señal de video a usuarios remotos se optó por el uso del Software Spontania, dichas pruebas se las realizaron en la semana desde el lunes 29 de mayo del 2017 al viernes 02 de junio del 2017.

6.1. Pruebas de captura y transmisión de video

Para esta fase del proyecto las pruebas fueron enfocadas a probar los diferentes Software y dispositivos que nos brindan la facilidad de transmisión de video, detectando los siguientes resultados para la solución de la transmisión en vivo de la señal de los RPAS/UAS, mediante investigación y pruebas de campo se determinó lo siguiente:

Tabla 5. Resultados de pruebas de software

ORD.	SOFTWARE	OBSERVACIONES	NOVEDADES
01	iMediaShare	Aplicación, compatible con iOS y Android, que permite enviar contenido a cualquier dispositivo que soporte los protocolos definidos de forma inalámbrica. Es igual que sea	El software no está en la capacidad de poder retransmitir la señal de video del UAV hacia un

		un televisor, un disco duro multimedia, videoconsola, etc.	dispositivo externo.
02	Reflector	Aplicación que recepta transmisiones y proyecciones inalámbricas que funciona bien con dispositivos Android y IOS. Proyecta la pantalla de un dispositivo móvil en una computadora sin cables o configuraciones complicadas.	Esta aplicación tiene conflicto con la retransmisión en vivo de la señal de video del UAV hacia un dispositivo externo. Posiblemente por factor de compatibilidad.
03	TeamViewer	Aplicativo que sirve para conectarse remotamente a otro equipo. Posee funciones de compartir y controlar escritorios, reuniones en línea, videoconferencias y transferencia de archivos entre ordenadores.	Esta aplicación tiene conflicto con la retransmisión en vivo de la señal de video del UAV hacia un dispositivo externo.
04	Chome cast	Dispositivo de reproducción de contenido multimedia que se conecta al puerto HDMI de una TV. Solo se necesita un dispositivo móvil y una TV para enviar contenido de música, programas de TV, películas, deportes, juegos, etc. Chromecast funciona con iPhone, iPad, teléfonos y tablets Android, portátiles Mac y Windows y Chromebook.	Permite la transmisión del video del iPad del UAV, a una pantalla pero no es robusto, presentó retraso en la transmisión e inestabilidad en la conexión, (congelamiento de imagen), además no da libertad de acción para el operador, restringiéndolo a estar a máximo 3 metros de distancia del dispositivo.
05	EzCast	Dispositivo que usa una aplicación que permite receptar la señal de un dispositivo ya sea Android, Apple, iPad, etc., transmitiéndola a una pantalla de TV, con una señal de unos 5 metros a la redonda permitiendo así la visualización en vivo.	Permite la transmisión pero no permite alejarse del dispositivo ya que se pierde la señal, es un medio fácil de usar y permite una conexión rápida y manual.
06	Apple TV	Dispositivo de la misma marca comercial que los dispositivos móviles de los controladores de los UAVs en dotación, permite receptar la señal de un dispositivo ya sea	Permite la transmisión y da la mayor libertad de acción al operador, permitiéndole

		Android, Apple, iPad, etc., Transmitiéndola a una pantalla de TV, con una señal de unos 7 metros a la redonda permitiendo así la visualización en vivo.	alejarse del dispositivo a mayor distancia, la imagen es en alta definición y sin perturbaciones.
--	--	---	---

Adicionalmente de todos los dispositivos vistos en la tabla anterior, se modificó a un control remoto de un UAV para colocarle un módulo el cual permita sacar la señal del dispositivo en forma alámbrica, pero esta solución limita la libertad de acción del operador.

Por medio de la Dirección de Comunicaciones e Informática de la Fuerza Terrestre (DCI), se identificó la necesidad de proyectar en tiempo real la información obtenida por parte de RPAS/UAS en dotación en el AGRUCOMGE por parte del COT, a los comandantes de las unidades que se encuentren interviniendo en operaciones de apoyo a la Gestión de Riesgos.

Se propone la implementación de este software, ya que nos da un conjunto de herramientas unificadas de video conferencia y colaboración por medio de la intranet o internet, como solución a la transmisión de datos en vivo de las imágenes y videos captados por los RPAS/UAS que intervienen en las operaciones en apoyo a la Gestión de Riesgos.

Las pruebas se realizaron con las grandes unidades con las cuales constantemente se encuentran enlazado el COT por medio de video conferencia. IDE, IIDE, III DE, IV DE, CEE, COLOGE, 15 BAE, AGRUCOMGE, COT y CIECE.

Entre las especificaciones del software que se probó se tiene:

- Participación de aplicaciones o del escritorio.
- Traslado de archivos
- Pizarra electrónica
- Petición de palabra
- Mensajería instantánea
- Administración de la plataforma
- Gestión de adaptabilidad de ancho de banda
- Grabación de video y audio
- Flexibilidad de integración con distintos sistemas operativos y hardware
- Acceso seguro
- Soporta comunicaciones de 64 /128 kbps

En el cronograma de pruebas se realizaron las siguientes actividades detectando los siguientes inconvenientes:

Tabla 6. Cronograma de pruebas, actividades y novedades

Fecha	Actividades y novedades
Lunes 29 de mayo del 2017	<p>Se procedió a la instalación del aplicativo tanto en computadoras de escritorio como en dispositivos móviles. Se solventaron inquietudes del procedimiento de descarga e instalación.</p> <p>Se tuvo como novedades que tres unidades no se conectaron pero justificaron debidamente su inasistencia.</p>
Martes 30 de mayo del 2017	<p>Se procedió a verificar conectividad con todas las unidades, poniendo a prueba el software con 15 usuarios a la vez.</p> <p>Se atendió inquietudes técnicas de ancho de banda y conectividad, se realizaron las pruebas respectivas y se dio asesoramiento remoto a las unidades.</p> <p>Todas las unidades se conectaron sin problema, pero se detectó pérdida de video, audio y congelamiento de imagen durante la videoconferencia debiendo proceder a reiniciar la conectividad.</p>
Miércoles 31 de mayo del 2017	<p>Se realizó una capacitación de usuario a los operadores de las unidades mediante video conferencia.</p> <p>Por cuestiones de ancho de banda y restricciones de red la capacitación por video conferencia tuvo inconvenientes de retardo pero se pudo superar este percance enviando el archivo a las unidades sin novedad, además ruidos externos que fueron solucionados con uso de audífonos o disminuyendo el volumen de los parlantes de las respectivas computadoras.</p>
Jueves 01 de junio del 2017	<p>Se realizó las últimas pruebas para la presentación final del día viernes en la DCI.</p> <p>En la medida de las posibilidades se logró mejorar la video conferencia y demostración con las limitaciones dadas por el ancho de banda de cada unidad.</p>
Viernes 02 de junio del 2017	<p>Se procedió a realizar la exposición del aplicativo en la DCI con todas las unidades conectadas a la video conferencia.</p>

El reporte consolidado en la DCI de la Fuerza Terrestre sobre las pruebas realizadas del aplicativo Spontania es el siguiente:

Tabla 7. Reporte consolidado de las pruebas realizadas con Spontania.

Los resultados presentados están descritos en %.

UNIDAD	FECHA	PARAMETROS						
		INSTALACION	CONECTIVIDAD	DEFINICION	CAPACITACION	VIDEO	AUDIO	CHAT
I DE	29/MAY/017	100	100	90	0	80	80	100
II DE		100	100	100	100	100	100	100
III DE		100	80	50	40	75	50	95
IV DE		0	0	0	0	0	0	0
15 BAE		100	100	100	100	100	100	100
CEE		100	100	0	0	80	80	100
CIECE		90	90	90	90	90	80	90
COLOGE		75	75	75	75	75	75	75
I DE	30/MAY/017	100	100	90	0	30	30	100
II DE		100	100	100	100	100	100	100
III DE		100	80	50	40	75	50	95
IV DE		100	90	80	80	60	50	100
15 BAE		100	100	100	100	100	100	100
CEE		100	100	0	0	80	80	100
CIECE		95	85	80	90	90	75	90
COLOGE		75	75	75	75	75	75	75
I DE	31/MAY/017	100	100	90	0	30	30	100
II DE		100	100	100	100	100	100	100
III DE		100	80	50	40	75	50	95
IV DE		100	90	80	80	50	40	100
15 BAE		100	100	100	100	100	100	100
CEE		100	100	0	0	80	80	100
CIECE		95	90	90	90	90	80	90
COLOGE		75	75	75	75	75	75	75
I DE	01/JUN/017	100	0	90	0	0	0	0
II DE		100	100	100	100	100	100	100
III DE		100	80	50	40	75	50	95
IV DE		100	90	80	80	80	80	100

15 BAE		100	100	100	100	100	100	100
CEE		100	100	0	0	80	80	100
CIECE		95	90	90	95	90	80	90
COLOGE		75	75	75	75	75	75	75
I DE	02/JUN/017	100	0	90	0	0	0	0
II DE		100	100	100	100	100	100	100
III DE		100	80	50	40	75	50	95
IV DE		100	90	80	80	85	80	100
15 BAE		100	100	100	100	100	100	100
CEE		100	100	0	0	80	80	100
CIECE		95	90	90	90	90	95	90
COLOGE		75	75	75	75	75	75	75

SUBTOTALES	94%	85%	71%	59%	75%	71%	88%
TOTAL	77%						

Tabla 8. Particularidades de las pruebas realizadas con Spontania.

Dispositivo usado	Computadoras de escritorio, portátiles y dispositivos móviles
Sistema operativo usado	Windows, IOS y Android
Ancho de banda usado	256 Kbps óptimo, 128 Kbps intermedio, 64 Kbps lo mínimo

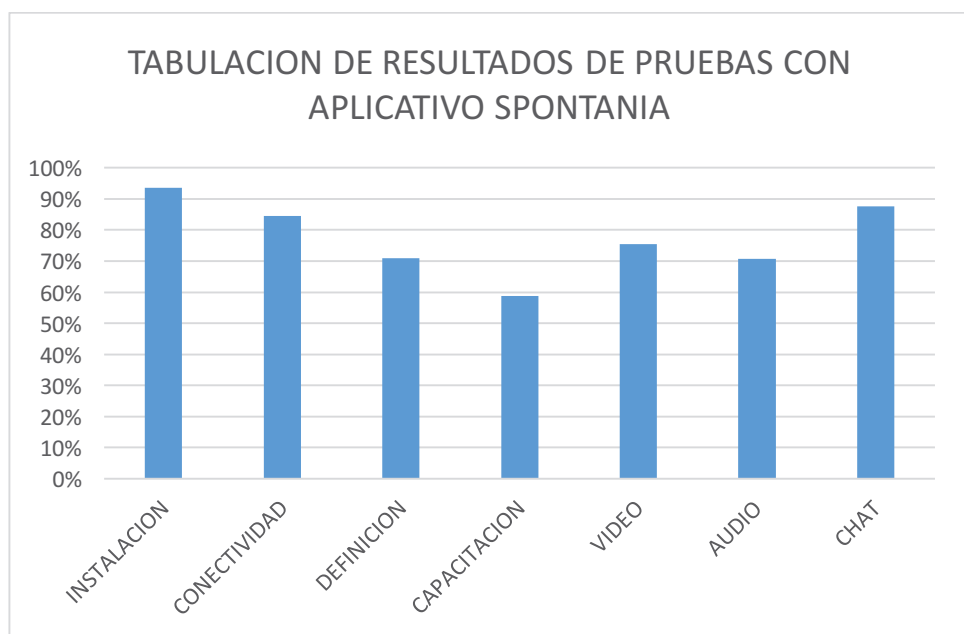


Figura 13. Tabulación de pruebas del aplicativo Spontania para el CCTNT

6.2. Pruebas de Campo

Las pruebas de campo se las realizó inicialmente en la ESPE, donde se determinó parámetros reales como:

- ✓ El uso práctico de radio enlace entre el radio control y el UAV fue entre 3000 a 1000 metros en línea de aire sin obstáculos y dependió de las condiciones meteorológicas en sector que en este caso fue sierra a mas de 2000 metros de altura sobre el nivel del mar. Esta prueba se la realizó en la ESPE campus Sangolquí;
- ✓ La definición de la cámara de dotación del UAV fue considerada de buena definición hasta trecientos metros de un objetivo del tamaño de una persona, pero para visualizarlo mejor se debe acercar el UAV a 50 metros para identificarla;
- ✓ Existe la posibilidad de mejorar las imágenes de la cámara del UAV desde el radio control mediante la utilización de los selectores de nitidez y brillo del radio control;
- ✓ La visualización desde el ángulo de los UAVs da una perspectiva diferente, como fue en el caso del ejercicio de guerra en la población de Engabao en la operación de blindados, por la gran cantidad de polvo levantado por los vehículos era imposible verlos o numerarlos a simple vista, pero desde la cámara del UAV se observó con claridad su maniobra;



Figura 14. Columna de tanques de guerra en Engabao

- ✓ En el ejercicio militar en Engabao gracias a los UAVs no existieron ángulos muertos para el puesto de mando ya que su señal era transmitida a una pantalla gigante junto a la tribuna de observación;



Figura 15. Tribuna de observación del Puesto de Mando en Engabao

- ✓ Por falta de cobertura de red de datos no fue posible la transmisión en vivo de toda la operación realizada en Engabao;
- ✓ En el tiro de Artillería la aplicabilidad de los UAVs pueden cumplir la tarea de corrección de tiro y adquisición de blancos sin exponer a personal de la unidad;



Figura 16. Corrección de tiro de la Artillería en Engabao



Figura 17. Adquisición de blancos en Engabao

- ✓ Es altamente útil en el reconocimiento para la detección de tropas a pie o motorizadas como ocurrió en la toma de playa por parte de los hombre ranas de Fuerzas Especiales.



Figura 18. Seguimiento a patrulla a pie en Engabao



Figura 19. Toma de playa de los Hombre Ranos de FF.EE en Engabao

6.3. Resultados obtenidos

Una vez obtenido el video en una computadora, por medio de software se procesa el video y se lo captura para poder compartir el escritorio de la pantalla de la computadora por medio de una videoconferencia a la cual se puede acceder mediante la autenticación de un usuario y un aula desde cualquier parte donde disponga de señal de datos, ya sea desde otro dispositivo móvil o de escritorio.

Existe una gran acogida y predisposición por parte de las unidades para efectuar las pruebas previstas con el aplicativo Spontania.

Las fallas de retardo, congelamiento y ruido son causadas porque el ancho de banda en la red no es el adecuado además de inestable. Para lo cual se recomienda que se considere el dotar de mayor ancho de banda a ciertas unidades, vista que el aplicativo Spontania así lo demanda.

Fue posible ingresar al aplicativo desde el internet y la intranet de la Fuerza Terrestre garantizando así su uso comercial y su uso militar con mayores seguridades informáticas.

Las unidades manifiestan su percepción de potencializar la video conferencia no solo con las grandes unidades sino con sus subunidades y no solo usar este aplicativo para la trasmisión de imágenes y video en Gestión de Riesgos.

La capacitación para los usuarios fue por medio de un seminario a través de videoconferencia y fue suficiente con pocas horas y remotamente para el personal, lo cual demuestra lo amigable e intuitivo que es el software, además de económico y flexible.

Las unidades que contaban con un enlace y ancho de banda adecuado, mediante el aplicativo SPONTANIA, obtuvieron una excelente experiencia (en audio, video y chat) sin presentar novedad alguna en la instalación y manejo.

Existen grandes unidades de magnitud División con el inconveniente de fallas en el enlace, tanto desde la División hacia el COT, como desde estas grandes unidades hacia sus unidades subordinadas.

El aplicativo Spontania, optimizará los enlaces tipo videoconferencia con las unidades del Ejército a nivel estratégico, operacional y táctico.

El programa es accesible y amable con el usuario ya que no existen restricciones sobre el tipo de aplicaciones o archivos que se pueden compartir pero en las pruebas se pudo constatar que el ancho de banda que disponen algunas Unidades es insuficiente para su correcto funcionamiento. Además el aplicativo permite en sus sesiones grabar y se reproducir, incluyendo los eventos interactivos tales como la carga de archivos a otros usuarios, interfaz interactivo, etc.

Durante los días de prueba, se logró superar todos los inconvenientes con el aplicativo mediante consultas en el momento por parte de los usuarios al moderador que a su vez era el instructor.

Dentro de la capacitación, que se realizó mediante la video conferencia, misma que fue expuesta por parte del moderador en la DCI, el funcionamiento del aplicativo fue de manera muy explicativa y clara, además se procedió a descargar el archivo compartido del moderador acerca de la presentación expuesta.

La instalación del Software se lo pudo realizar en distintos dispositivos como computadoras de escritorios y portátiles, además con diferente sistema operativo y por medio alámbrico e inalámbrico. Dentro de las computadoras de escritorio se realizó el cambio de Proxy para poder acceder desde la intranet del ejército.

El Software TeamViewer funciona para la transmisión de video siempre y cuando se use la versión pagada caso contrario no es factible compartir el escritorio de un dispositivo informático a un usuario remoto.

Con respecto a la utilización de dispositivos para la captura del video del control remoto de los UAVs en dotación, se evidencio que por ser dispositivos desarrollados en IOS, la mejor solución es la utilización de Apple TV.

El Software del dispositivo EZcast de DiverMax (dispositivo de transmisión de contenido multimedia), presento una buena solución para la transmisión en vivo de la cámara del UAV, es estable y no presenta delay (retrasos).

La comunicación inalámbrica del EZcast presenta la limitación de distancia entre el dispositivo y el radio control (5 m).

Solicitud que se continúe con las pruebas del aplicativo SPONTANIA, con personal de las diferentes unidades a fin de conocer la utilidad, bondades y limitantes del aplicativo para poder explotar de mejor manera el aplicativo.

Con el apoyo técnico del CICTE y asesoramiento del centro de investigación de IPL, se pudo retransmitir la señal de video en vivo del UAV hacia el Puesto de Mando de la Fuerza Terrestre.

Se logró capturar el video del UAV y subirlo a la plataforma Spontania a un repositorio al cual se tiene acceso mediante una sesión con usuario y clave a una video conferencia desde cualquier dispositivo móvil y desde cualquier lugar.

Las mini Ipad presentaron conflictos para la retransmisión de la señal de video, al ser equipos Apple, tienen configuraciones de fábrica para la protección y compartición de señales. Para lo cual se recomienda la migración a dispositivos con sistema operativo Android.

Las cámaras que fueron compradas con los UAV permiten la captación de imágenes óptimas a distancias cortas, limitando las bondades de las características de los UAV.

Como conclusión después de analizar las pruebas realizadas se puede señalar que la propuesta de solución presentada en el presente trabajo es totalmente viable, práctica y aplicable en el Ejército Ecuatoriano, en un ambiente real, con pequeñas e identificadas falencias que durante

el tiempo de ejecución serán fácilmente sobrellevadas y pulidas mientras más se practique y opere el CCTNT, ya que se conseguirá la pericia de los operadores deseada y a la par la tecnología está constantemente cambiando y mejorando a un ritmo vertiginoso, lo cual nos permite mejorar el software y hardware de nuestro sistema. Además mediante las pruebas realizadas y consientes que la tendencia es la migración a tener cobertura total de datos en todo el territorio nacional, según la primicia de “en todo el tiempo, en todo lugar”, nos da la fortaleza de estar preparados contando con una doctrina, infraestructura y metodología acorde para explotar esta capacidad.

6.4. Síntesis del capítulo

En este capítulo fueron descritos las pruebas realizadas de toda índole, probando el sistema y tecnología usada para la solución propuesta, además como fue visible a lo largo del capítulo, todas las pruebas efectuadas sirvieron para determinar la mejor solución y detectar falencias así también como trabajos futuros para mejorar el sistema.

Adicional se puede observar que para tener una libertad de acción en las operaciones que ejecutará el CCTNT es prioritario tener el sustento legal propuesto en la primera fase de la propuesta de la solución.

Se describe los resultados del sondeo realizado mediante la retroalimentación de las unidades con las cuales se realizaron las pruebas, manifiestan su interés por continuar con la experimentación.

En el próximo capítulo se realiza un breve análisis de todo el trabajo desarrollado como conclusiones previo un análisis de los objetivos concluidos, dificultades encontradas y trabajos futuros.

7. Conclusiones

En el capítulo anterior fueron descritos las pruebas de aceptación y los resultados obtenidos. Como se puede constatar del análisis, todas las pruebas efectuadas obtuvieron resultados bastante positivos para la propuesta de solución tanto en la parte de legislación como en la de implementación del CCTNT.

Es este capítulo serán descritas las conclusiones obtenidas en el trabajo efectuado mostrando así los objetivos trazados y alcanzados y se plantea trabajos futuros tomando como base esta investigación.

7.1. Conclusiones sobre los objetivos trazados

En la presente investigación se describió los UAS/RPAS, sus definiciones, ventajas y desventajas, tareas y su clasificación entregando información adecuada y suficiente para estandarizar los conocimientos para comprender de mejor manera la propuesta de solución que se planteó, enmarcada a la realidad del Ejército Ecuatoriano.

Dentro de la investigación se aprecian dos fases principales, la de legislación y la de implementación, y dentro de cada una de estas fases se plantearon diferentes objetivos los cuales fueron alcanzados y se logró concluir:

- Se conoce sistemas aéreos no tripulados de bajo costo, los cuales se encuentran físicamente en unidades militares, los cuales no tenían ningún tipo de levantamiento o ingreso a estados de la Fuerza Terrestre, con los cuales se logró incorporar la posibilidad de transmisión en vivo de video mediante la plataforma existente lo cual dio la ventaja de haber trabajado sin ningún gasto adicional para adquisición de infraestructura o material, además la capacitación fue realizada con personal propio del Ejército, por lo tanto se buscó una tecnología de bajo costo, con soporte técnico accesible comercialmente para cualquier estatus.

- Se conoce la legislación existente de uso de UAS/RPAS en el ámbito internacional haciendo hincapié en el aspecto que se referirá la investigación, y vuelos especiales como lo son los vuelos en catástrofes naturales o emergencias. Además se realizó el estudio de incorporación de RPAS/UAS al espacio aéreo, las medidas necesarias como certificaciones y comunicaciones, y se realizó una comparación entre el desarrollo y uso de RPAS/UAS entre los campos militar y civil;
- Se conocer la legislación nacional de uso de UAS/RPAS ya que fueron descritos y analizados los artículos que forman parte de la legislación actual en el Ecuador abordados por su autoridad competente, DGAC;
- Se propuso como solución en la primera fase, los cambios e incorporaciones en la legislación actual nacional, mediante modificaciones a las normas generales dictadas por la DGAC y la propuesta de la implementación de artículos referentes a temas generales, privacidad, casos de emergencia, certificación, capacitación, limitaciones de aéreas, requisitos y obligaciones de operadores de los RPAS/UAS. Donde se dio la pauta de una adecuada normalización, además se justificó dichos cambios e implementación de los artículos para un mejor control, seguimiento y organización de estos sistemas a nivel nacional.
- Se propuso como solución en la segunda fase la creación de una unidad militar dedicada a UAS/RPAS denominado Centro de Comando Táctico no Tripulado (CCTNT) del Ejército Ecuatoriano con el fin de organizar, administrar, verificar el uso y funcionamiento de los UAS/RPAS, a más de dar los lineamientos de operación y capacitación, detallando su estructura y orgánico funcional, con previsión de incrementar dispositivos no tripulados de mejores características y de mayor gama, manteniendo el respectivo sustento legal para operar en los casos de desastres naturales o antrópicos incluyendo normas de utilización para vigilancia, monitoreo y acción en situaciones críticas, además se detalló los lineamientos doctrinarios con los cuales debe operar dicha unidad, modos de comunicación y transmisión de datos de una forma detallada y haciendo fácil el replicar su metodología en cualquier caso, optimizando el tiempo de intervención y toma de decisiones inmediatas por parte de la unidad militar comprometida. Este centro optimiza de medios y recursos con lo cual se evitará el uso innecesario de material y personal mediante una solvente gestión la cual dosificará el uso de Unidades militares de intervención rápida y garantizará el uso efectivo de todos los recursos disponibles, además el acoplamiento de esta unidad militar y su forma de operar

es acorde a la forma de actuar de las unidades militares al igual que con otros organismos de socorro, mediante esta iniciativa queda el Ejército Ecuatoriano como referente para otras instituciones que tengan la misma o parecidas necesidades, que posean la capacidad de incorporar a su estructura orgánica elementos de esta índole, tomando en cuenta la base normativa y dándoles a los ejecutores legalidad en su accionar;

- Se realizaron pruebas de toda índole en ambiente real y comparó diferentes posibilidades, como los sistemas y tecnologías usadas para la solución propuesta, dichas pruebas sirvieron para determinar la mejor solución y detectar falencias así también como trabajos futuros para mejorar el sistema.

Los objetivos trazados inicialmente todos fueron alcanzados satisfactoriamente, poniendo en evidencia que la ambición de alcance y dimensionamiento del proyecto era el adecuado. Además la división por partes permitió una mejor estructuración del trabajo y complementariedad entre los dos ámbitos propuestos, en la parte de normalización y en la implementación de una unidad militar.

7.2. Trabajo futuro

Para tópicos de trabajos futuros se pretende que para la solución presentada se optara por la DGAC la fase de legislación, y la fase de implementación se la expanda a la Fuerza Aérea Ecuatoriana y a la Fuerza Naval del Ecuador con el fin de mantener una estructura adecuada y con opción de crecimiento amparada en la ley.

Los diferentes organismos de socorro que se activan en casos de desastres naturales como Cruz Roja Ecuatoriana, Bomberos y Policías Nacional, pueden emular la organización, estructura y doctrina de operación del CCTNT.

Como trabajo futuro también está el generar y mejorar doctrina acorde con el desarrollo e incorporación de esta tecnología mediante reglamentos y directivas las cuales darán los lineamientos adecuados para la operación de los RPAS/UAS.

Se debe trabajar en la línea de investigación y desarrollo, incorporando material de UAV de ala fija con los cuales se aumentan las capacidades técnicas y operativas tanto para las unidades como para el CCTNT.

Existen varias funcionalidades y capacidades de los UAV que aún no se las ha experimentado ni explotados en la práctica lo cual es necesario hacer y continuar permanentemente.

Se continúe buscando y/o desarrollando aplicativos que posean amplia flexibilidad y seguridad, a fin de que sean utilizados por las diferentes unidades a nivel nacional para comunicarse con los Comandos Operacionales y/o localmente con sus unidades subordinadas.

Realizar la investigación y desarrollo de aplicativos para uso de UAVs por parte del CICTE, para explotar al máximo las capacidades que nos ofrece los medios, inclusive llegar hasta el desarrollo integral de este material y poder usarlos no solo para la intervención en desastres naturales o antrópicos, sino en control de fronteras, pasos ilegales, tráfico de droga como por ejemplo.

7.3. Conclusión final

La solución presentada logró el alcance planteado y un nivel de calidad elevado ya que se propuso la normalización del uso correcto de vehículos aéreos multirrotores de micro escala en áreas de emergencia, accidentes y/o desastres naturales en Ecuador para regular el procedimiento de un equipo militar de intervención rápida, proyecto que es real, aplicable y práctico. Se considero para la solución propuesta todos los aspectos como son los legales y operacionales que contemplan parámetros como mantenimiento, capacitación y coordinaciones pertinentes tanto laterales como verticales con las unidades empleadas en un evento adverso como los que se mencionó anteriormente, además la solución propuesta genera la necesidad de creación de nueva doctrina la cual también esta contemplada en esta investigación, flexible y adaptable a la doctrina existente que es conocida por el personal que va actuar en estas operaciones.

Gracias a las pruebas realizadas de modos de operación y de comunicaciones, tanto de voz como de datos, la solución fue adoptada como referente en el ejército ecuatoriano puesta en marcha y actualmente se encuentra conformado el CCTNT en fase de prueba para hacer frente a la época de incendios forestales y época de inundaciones en todo el país, con lo cual se espera que existirá una intervención mas rápida, adecuada, racionalizada y ordenada de los elementos militares que apoyaran a otras instituciones gubernamentales, siendo un referente para emular dicha acción y replicar unidades similares a su nivel, necesidad y realidad garantizando su operacionalidad y factibilidad de crecimiento dependiendo de las necesidades actuales y

futuras tomando en cuenta la dinámica de las amenazas existentes. Con esta intervención del CCTNT se espera demostrar su gran importancia y utilidad para conseguir el financiamiento necesario para el fortalecimiento del Centro.

Para finalizar, excluyendo los tópicos presentados como trabajos futuros es necesario indicar que todos los objetivos trazados fueron alcanzados y puestos a prueba en la fase aplicativa para comprobar la metodología aplicada, obteniendo el éxito deseado, por lo que se puede decir que esta fase del proyecto ha sido concluida satisfactoriamente.