



Trabajo de fuerza : determinar los parámetros para elaborar la doctrina y el empleo de los vehículos aéreos no tripulados para la Armada nacional

Jorge Miguel Padilla Ruíz
Rogelio Botero Cortes

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

2007

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



TRABAJO DE FUERZA

**Determinar los parámetros para elaborar la doctrina y el empleo de los
vehículos aéreos no tripulados para la Armada Nacional**

Mayor de Infantería de Marina. **JORGE MIGUEL PADILLA RUIZ**
Mayor de Infantería de Marina. **ROGELIO BOTERO CORTES**

Curso CEM-2007

DIRECTOR
Capitán de Navío. **JAIRO HUMBERTO GUERRERO PARDO**

Bogotá DC.

29 de agosto de 2007

TABLA DE CONTENIDO

Nota de aceptación:

vehículos aéreos no tripulados para la Armada Nacional

| | Pág. |
|--|------|
| Introducción | 1 |
| Justificación | 2 |
| Planteamiento del problema | 2 |
| Formulación del problema | 3 |
| Objetivo general | 3 |
| Objetivos específicos | 3 |
| | |
| Capítulo 1 Descripción, Antecedentes y Usos de los UAV | |
| 1.1. Antecedentes | 4 |
| 1.2. Consideraciones de diseño y desarrollo | 7 |
| 1.3. Grado de autonomía | 8 |
| 1.4. Resistencia | 10 |
| 1.5. Tipos de UAV | 10 |
| 1.6. Roles y aplicaciones de los UAV | 11 |
| 1.7. Experiencias a nivel global | 14 |
| 1.7.1. Argentina | 14 |
| 1.7.2. China | 15 |
| 1.7.3. Modelos Europeos | 15 |
| 1.7.4. Hezbollah | 17 |
| 1.7.5. Israel | 18 |
| 1.7.6. Canadá | 19 |
| 1.7.7. Francia | 20 |
| 1.7.8. Alemania | 20 |
| 1.7.9. India | 21 |
| 1.7.10. Japón | 21 |
| 1.7.11. Unión Soviética | 21 |

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

| | | |
|--|---|--------|
| 1.7.12 | Reino Unido | 22 |
| 1.7.13 | Estados Unidos Modelos Militares | 23 |
| 1.7.14 | Estados Unidos Modelos No Militares | 26 |
| Determinar los parámetros para elaborar la doctrina y el empleo de los vehículos aéreos no tripulados para la Armada Nacional | | |
| 2.1 | Uso de los UAV en Colombia | 27 |
| 2.2 | Investigación y Desarrollo | Pág. 8 |
| Introducción | 2.2.1 Tecnología de los UAV en las Universidades | 1 |
| Justificación | Tecnología de los UAV en la Fuerza Aérea | 2 |
| Planteamiento del problema | 2.2.3 Tecnología de los UAV en la Armada Nacional | 2 |
| Formulación del problema | 2.2.4 Tecnología civil de los UAV | 3 |
| Objetivo general | | 3 |
| Objetivos específicos | | 3 |
| Capítulo 1 | Descripción, Antecedentes y Usos de los UAV. | |
| 1.1. | Antecedentes en la Armada Nacional | 4 |
| 1.2. | Consideraciones de diseño y desarrollo | 7 |
| 1.3. | Grado de autonomía | 8 |
| 1.4. | Resistencia | 10 |
| 1.5. | Tipos de UAV | 10 |
| 1.6. | Roles y aplicaciones de los UAV | 11 |
| 1.7. | Experiencias a nivel global | 14 |
| 1.7.1 | Argentina | 14 |
| 1.7.2 | China | 15 |
| 1.7.3 | Modelos Europeos | 15 |
| 1.7.4 | Hezbollah | 17 |
| 1.7.5 | Israel | 18 |
| 1.7.6 | Canadá | 19 |
| 1.7.7 | Francia | 20 |
| 1.7.8 | Alemania | 20 |
| 1.7.9 | India | 21 |
| 1.7.10 | Japón | 21 |
| 1.7.11 | Unión Soviética | 21 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| 1.7.12 | Reino Unido | 22 |
| 1.7.13 | Estados Unidos | 23 |
| 1.7.14 | Estados Unidos Modelos No Militares | 26 |
| Capítulo 2 | Los UAV en Colombia | |
| 2.1 | Usos de los UAV en Colombia | 27 |
| 2.2 | Investigación y Desarrollo | 28 |
| 2.2.1 | Tecnología de los UAV en las Universidades | 28 |
| 2.2.2 | Tecnología de los UAV en la Fuerza Aérea | 29 |
| 2.2.3 | Tecnología de los UAV en la Armada Nacional | 30 |
| 2.2.4 | Tecnología civil de los UAV | 33 |
| Capítulo 3 | Aplicación de los UAV en la Armada Nacional | |
| 3.1 | Campo Operacional | 35 |
| 3.1.1 | Operaciones Marítimas | 35 |
| 3.1.2 | Operaciones Fluviales | 36 |
| 3.1.3 | Inteligencia | 36 |
| 3.2 | Campo Táctico | 37 |
| Capítulo 4 | Tipos de Escenarios | 38 |
| 4.1 | Escenario Naval | 39 |
| 4.2 | Escenario de Guardacostas | 40 |
| 4.3 | Escenario de Infantería de Marina | 40 |
| | 4.3.1 Operacional | 40 |
| | 4.3.2 Táctico | 41 |
| | Conclusiones | 42 |
| | Recomendaciones | 43 |
| | Bibliografía | 44 |

INTRODUCCIÓN

En la amplia y variada gama de intereses geopolíticos que son agudizados por las nuevas tendencias de globalización y alta tecnología, en este contexto la Armada nacional se ha

El aprovechamiento del espacio aéreo en el mundo representa una categoría de poder, por lo tanto, muchos estados están dispuestos a desarrollar tecnologías enfocadas al máximo provecho de mencionado espacio. Los costos de diseñar equipos para éste control sobrepasan lo presupuestado por muchas naciones, con la propuesta de los aviones no tripulados para sus diferentes usos, los beneficios aumentan en razón del costo de adquisición y operabilidad. Colombia no puede retardarse en la aplicación de ésta tecnología, se requiere de estímulos por parte Colciencias, universidades y Fuerzas Militares para direccionar los avances y enfocar los posibles usos que se le pueda dar a este tipo de aeronaves.

Para comenzar, vamos a definir bien que es un vehiculo aéreo no tripulado o UAV. Esta es una aeronave que no tiene piloto a bordo, esto quiere decir que los UAV son controlados remotamente o vuelan de forma autónoma, basados en unos planes de vuelo previamente programados por un especialista o en complejos sistemas dinámicos automatizados. Los UAV son aeronaves que al no ser tripulados, pueden realizar labores usualmente peligrosas para los pilotos y tripulación, por esto son utilizados en un número de roles militares, principalmente misiones de reconocimiento y ataque, pero cada día se utilizan en tareas mas variadas y complejas como lo veremos más adelante.

de manera que existe una falencia doctrinal en este ámbito y una falta de conocimiento real de cual debe ser el rol que juegan estos equipos dentro del esquema operacional de la institución.

JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

En la amplia y variada geografía Colombiana, convergen factores de interés geopolítico que son agudizados por las nuevas tendencias de globalización y alta tecnología, en este contexto la Armada nacional se ha formulado dentro de su plan estratégico naval, una estrategia coherente con los esfuerzos nacionales e internacionales, con el propósito de contribuir efectivamente a garantizar la seguridad democrática de los colombianos.

Esta estrategia se fundamenta en el fortalecimiento del programa de control e interdicción marítimo, fluvial y terrestre en los tres escenarios operacionales: El mar Caribe, el océano Pacífico y los ríos Colombianos, donde la Armada nacional focaliza su estrategia. En ello se busca fortalecer la fuerza mediante la adquisición de AVIONES NO TRIPULADOS, para hacer más efectiva la aplicación de la fuerza de forma conjunta y combinada, lograr mediante el empleo eficiente de estos equipos y bajo una doctrina eficaz el desarrollo de operaciones exitosas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la Armada Nacional no existe una doctrina que oriente y contextualice como deben ser los tipos de aviones no tripulados que se utilicen, los tipos de operaciones que deben ejecutar y bajo que condiciones deben ser empleados estos equipos. De tal manera que existe una falencia doctrinal en este ámbito y una falta de conocimiento real de cual debe ser el rol que jueguen estos equipos dentro del esquema operacional de la institución.

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo debemos determinar los parámetros para elaborar la doctrina y el empleo de los vehículos aéreos no tripulados para la Armada Nacional?

OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros y escenarios operacionales para la elaboración de una doctrina y empleo de los vehículos aéreos no tripulados para la Armada Nacional.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Recopilar la información doctrinaria acerca del empleo de los vehículos aéreos no tripulados.
2. Determinar los parámetros específicos para emplear los vehículos aéreos no tripulados en la Armada nacional.
3. Proponer los escenarios en los cuales se debe utilizar los vehículos aéreos no tripulados y que determine el uso en la Armada Nacional.

Capítulo 1

Descripciones, antecedentes y usos de los UAV.

1.1 Antecedentes

La idea de utilizar armas o maquinas para atacar al enemigo sin exponer la vida de los propios soldados es muy antigua, se han encontrado escritos Chinos de hace miles de años que discuten sobre el uso de grandes cometas para arrojar bombas a los defensores de ciudades sitiadas. Nunca sabremos si esta idea se llevo a cabo, el hecho es que hace énfasis en que sistemas no tripulados eran capaces de atacar al enemigo sin arriesgar la vida de los propios soldados. Se cree que otro concepto del UAV fue creado por Leonado Da Vinci en 1488, se han descubierto muchos bosquejos realizados por Da Vinci que sugieren esto. Se cree que él llamo a ese prototipo de avión "non il volo umano", que traduce a "vuelo no humano". A pesar del concepto elaborado de Da Vinci, la idea no fue puesta en acción hasta mucho después.¹

Entonces vemos que el uso de los UAV como armas no es un concepto nuevo, el primer sistema no tripulado históricamente documentado fue el sistema de balón aéreo creado por el Francés Charles Rogier en 1818. Este vehículo utilizaba un fusible con mecanismo de acción retardada, que mientras estaba suspendido sobre las posiciones enemigas, lanzaba un bombardeo.² La precisión y letalidad de esta arma son cuestionables, pero como arma psicológica definitivamente despertaba los temores del enemigo.

Hay literalmente cientos de ejemplos en la historia de armas no tripuladas remotamente posicionadas desarrolladas en tiempos de guerra. Mientras algunas se vieron rodeadas de mitos, otras se convirtieron en sistemas de armas viables y capaces. Para el año de 1890, Los

¹ 1 Steven M. Shaker, "Robots in Warfare: From Ancient Myth to Modern Weapon," Army, April 1989, p.68.

² Ibid. p.71

investigadores del Ejército de Los Estados Unidos estaban experimentando con un sistema de fotografía aérea montado en una cometa. Más o menos en ese mismo periodo los científicos Británicos estaban probando torpedos controlados remotamente para defender sus bahías. Pero el desarrollo era lento y no era prioritario, las armas robóticas dieron un salto dramático con la llegada de la Primera Guerra Mundial. En un esfuerzo por reducir las bajas de sus pilotos y para proveer un medio para interceptar a los dirigibles Alemanes Zeppelin, los Británicos iniciaron un programa para desarrollar una aeronave no tripulada capaz de maniobrar hacia un blanco y que explotara en el impacto. Muchos vuelos de prueba fueron prometedores, sin embargo nunca se probó en batalla debido al fin de la guerra. Sin embargo se continuó con la investigación y desarrollo de estos. El avión mas antiguo de este tipo, el *Hewitt-Sperry Automatic airplane* fue desarrollado durante y después de la Primera Guerra Mundial.³

Ya para la Segunda Guerra Mundial, el UAV había alcanzado un nuevo estado de letalidad y notoriedad. Un ejemplo de esto fue la bomba V-1, desarrollada por los Alemanes, fue letal y precisa, aun con muchas dificultades mecánicas...“solo un cuarto de todas las V-1 lanzadas contra Inglaterra (aproximadamente 2500) sobrevivió las fallas mecánicas y a las defensas aéreas Británicas. El 25 por ciento que logro traspasar infligió 14,665 bajas”...⁴ El desarrollo de la V-1 fue una maravilla tecnológica y un terror psicológico, pero su mayor influencia fue en desarrollo del misil crucero Soviético y Americano después de la guerra.

Después de La Segunda Guerra Mundial y en los años 50, se continuo con el desarrollo de los sistemas UAV, cuando llego la década de los años 60 los UAV habían evolucionado en sofisticados sistemas de entrega aéreos. Estos se utilizaron ampliamente en la Guerra de Vietnam entre el año 1964 y 1975 con gran éxito. Se emplearon en muchas misiones pero eran

³ Major Kenneth S. Smith Jr, USAF, *The Intelligence Link--Unmanned Aerial Vehicles And The Battlefield* Commander, CSC 1990

⁴ Steven M. Shaker, "Robots in Warfare: From Ancient Myth to Modern Weapon," *Army*, April 1989, p.151.

invaluables identificando fortificaciones enemigas, áreas de reunión de las tropas enemigas, ubicación de defensas aéreas y cuantificando los daños en el campo de batalla. Ellos le proporcionaban al comandante de la línea de frente, inteligencia reciente que probablemente salvo miles de vidas de soldados Americanos. A pesar de éxito de las UAV de reconocimiento en Vietnam, increíblemente cinco años después de la guerra, los Estados Unidos no tenían un solo UAV en su inventario.⁵

Esto se debió a que los defensores de los UAV no pudieron convencer a los altos mandos que estos habían probado su valor, tanto monetario como militar. Otros países como Gran Bretaña, Israel, Bélgica, y la Unión Soviética, continuaron desarrollando y mejorando estos sistemas. En ciertas instancias importantes, Israel aplicó con éxito la tecnología UAV al ambiente del campo de batalla.⁶

A pesar de todo lo anterior el gran énfasis en desarrollo e investigación de los Estados Unidos en la década de los años 70 continuó siendo en el área de los misiles crucero, que podían ser lanzados desde plataformas en tierra, aire y mar. El ejército finalmente financió el proyecto del UAV *Aquila* a mediados de los años 70. Éste no obtuvo gran interés hasta que los israelíes probaron con un éxito fenomenal los UAV y más tarde con el desarrollo de la miniaturización de tecnologías aplicables, creció el interés en este tipo de aviones entre los niveles más altos de los militares de los Estados Unidos. Ya que estos ofrecían la posibilidad de ser máquinas capaces de combate más económicas que pueden ser utilizadas sin arriesgar a la tripulación. Desde entonces la investigación y el desarrollo de estos han proliferado en los Estados Unidos.⁷ La guerra contra el terrorismo ha dado alta importancia a la misión primaria de los UAV, la recolección de inteligencia. Además, los

⁵ William Wagner, *Lightning Bugs and Other Reconnaissance Drones*, (Armed Forces Journal International, 1982), p.105.

⁶ *Ibid.* p. 107

⁷ James Bryan Miller, "Unmanned Air Vehicles--Real Time Intelligence without the Risk," (Masters Thesis, Defense Technical Information Center, March 1988), p.36.

resultados militares efectivos de los UAV en los recientes conflictos de Irak (2003), Afganistán (2001), y Kosovo (1999) han abierto los ojos de muchos a las ventajas y las desventajas que proveen las aeronaves no tripuladas. Antes relegados a las márgenes de las operaciones militares, los UAV ahora están siendo utilizados en formas normalmente reservadas para aeronaves tripuladas.

Las primeras generaciones han sido primordialmente aviones de reconocimiento, pero algunos han sido equipados con armamento (como el MQ-1 *Predator*, que utiliza misiles aire- tierra AGM 114 *Hellfire*)⁸. Cada vez más y más misiones serán realizadas por estos aviones no tripulados, inicialmente bombardeos y ataque a tierra, dejando así el combate aire - aire como último dominio de los pilotos de combate por ahora.

Otra área de interés en este campo es la utilización de los UAV como instrumento de búsqueda y rescate. A estos se les pueden adaptar sensores de calor para ayudar a encontrar personas perdidas en montañas o en el mar.

Al parecer ahora que entramos en una nueva década, los programas de UAV continuaran su crecimiento. Sus defensores creen que son los sistemas de armas del futuro. La economía y ferocidad de las guerras, hoy y mañana, hacen que los UAV sean muy atractivos.

1.2 Consideraciones de diseño y desarrollo

El diseño de los UAV es una actividad global, con fabricantes alrededor del mundo. Los Estados Unidos e Israel fueron los pioneros iniciales en esta tecnología, los fabricantes americanos tenían una participación del mercado de más del 60% en el 2006, con una tendencia a incrementar en un 5 – 10%

⁸ US Atlantic Command, After Action Report, "Remotely Piloted Vehicle Employment Considerations," USCINCLANT, 4th Marine Expeditionary Brigade, Solid Shield-89, 19 May 1996, p.6.

hasta el 2016.⁹ *Northop Grumman* y *General Atomics* son los fabricantes que dominan esta industria, con la fuerza de los sistemas *Global Hawk* y *Predator/Mariner*. En un segundo escalón están los fabricantes Israelíes y los europeos debido a una menor inversión y que los gobiernos de esas naciones planean adquirir los equipos de fabricación americana debido a su nivel de capacidad superior. La participación en este mercado de Europa era apenas el 4% de los ingresos globales en el 2006.¹⁰

1.3 Grado de autonomía

Algunos de los primeros modelos son llamados zánganos o drones por que no son más sofisticados que un simple avión con control por radio, controlado por un piloto humano (llamado el operador) en todo momento. Las versiones más sofisticadas tienen un control incluido y/o sistemas de guía para realizar algunas funciones básicas como velocidad de vuelo, estabilización de la dirección de vuelo, y funciones de navegación simples como seguimiento de punto guía.

Desde esta perspectiva, los primeros UAV no son nada autónomos. De hecho, el campo de los vehículos aéreos autónomos es reciente, y su economía es conducida por los militares para desarrollar tecnología lista para la batalla. Comparado con la fabricación de equipos de vuelo para los UAV, el mercado para la tecnología para vuelo autónomo es bastante inmaduro y poco desarrollado. Por esto la autonomía ha sido y puede ser, el cuello de botella para el desarrollo futuro de los UAV, el valor y grado de expansión del mercado futuro de los UAV será conducido por los avances realizados en el campo de la autonomía.

La tecnología que será de mucha importancia para el futuro desarrollo de los UAV cae en las siguientes categorías:

⁹ Dickerson, L. "UAVs on the Rise." *Aviation week and space*, January 15, 2007.

¹⁰ *Ibid.*

- Fusión de Sensores: Combina la información de diferentes sensores para uso a bordo del vehículo.
- Comunicaciones: Manejo de la comunicación entre elementos múltiples en la presencia de información incompleta e imperfecta.
- Planeamiento del camino: Determinar el camino óptimo a seguir mientras se cumple con ciertos objetivos y limitaciones, tales como obstáculos.
- Generación de trayectoria: Determinar una maniobra de control óptima para tomar un camino indicado o para ir de una ubicación a otra.
- Asignación y programación de tareas: determinar la distribución óptima de tareas dentro de un grupo de agentes, con limitaciones de tiempo y equipos.
- Tácticas Cooperativas: Formular una secuencia y distribución espacial óptima de las actividades entre elementos para maximizar las oportunidades de éxito en cualquier escenario de misión.¹¹

La autonomía es comúnmente definida como la habilidad de tomar dediciones sin intervención humana. La meta de la autonomía es enseñar a las maquinas a ser "inteligentes" y actuar mas como humanos. El observador agudo puede asociar esto con el campo de la inteligencia artificial popularizada en la década de los años 80 y los 90 por desarrollos como *expert systems*, *neural networks*, *machine learning*, *natural language processing* y *vision*.¹² Sin embargo el modelo del desarrollo tecnológico en el campo de de la autonomía ha seguido un acercamiento de abajo hacia arriba, los avances recientes han sido conducidos por los practicantes en el campo de la ciencia del control, no de sistemas. Similarmente la autonomía ha sido y probablemente seguirá siendo considerada una extensión del campo del control. En el futuro predecible, sin embargo, las dos ciencias se unirán en un grado más grande, y los practicantes y científicos de ambas disciplinas trabajaran juntos para producir desarrollos tecnológicos en el área.

¹¹ Acceso en: www.vectorsite.net/twuav.html. Junio 16 de 2007.

¹² Acceso en: www.vectorsite.net/twuav.html. Junio 16 de 2007.

• La meta última en el desarrollo de la autonomía es reemplazar al piloto humano. Falta por verse si en los futuros desarrollos sobre la autonomía, la percepción de la tecnología, y mas importante, el clima político que rodea la utilización de tal tecnología, limitara el desarrollo y la utilidad de la autonomía y su aplicaciones en los UAV.

1.4 Resistencia

Por que los UAV no tienen que cargar con las limitaciones fisiológicas de los pilotos humanos, ellos pueden ser diseñados para tiempos de uso máximo. La duración de vuelo máxima de los vehículos aéreos no tripulados varía ampliamente. El rendimiento del motor de combustión interna de una aeronave depende firmemente en el porcentaje de combustible como una fracción del peso total (ecuación de resistencia de Breguet),¹³ entonces es en gran parte independiente del tamaño de la aeronave. Los UAV solares y eléctricos tienen el potencial de vuelo ilimitado, un concepto liderado por el *prototipo Helios*, que infortunadamente fue destruido en una colisión en el 2003. Una de los mayores problemas con los UAV actualmente es que no hay capacidad para retanqueo en vuelo. Actualmente la Fuerza Aérea Americana esta promoviendo la investigación que finalice en la capacidad de retanqueo aéreo, que debe estar disponible para el 2009.¹⁴

1.5 Tipos de UAV

Los UAV típicamente caen dentro de una de cinco categorías (aunque las plataformas con marcos aéreos multipropósito se están convirtiendo en los más utilizados):¹⁵

- Blanco y señuelo – Proveen a las armas de tierra y aéreas un blanco que simula a una aeronave enemiga o a un misil.
- Reconocimiento – Provee inteligencia del campo de batalla.

¹³ Dick, Ron; Dan Patterson (2003). "Great Names", *Aviation Century: The Early Years*. Erin, Ontario: Boston Mills, 208.

¹⁴ Wall Robert, "Uncertainty engulfs Pentagon's UAV Plans" *Aviation Week &Space Technology*, Sep 16, 2002, p.27.

¹⁵ Acceso en: www.wikipedia.org/wiki/unmanned_aereal_vehicle. Junio 16 de 2007.

- Combate – Capacidad de ataque para misiones de alto riesgo.
- Investigación y desarrollo – Utilizados para desarrollar tecnologías UAV a ser integradas a las UAV desplegadas en el área.
- UAV civiles y comerciales – Diseñados específicamente para operaciones civiles y comerciales.

Los UAV varían desde el tamaño de un insecto hasta el de una aeronave comercial. El Departamento de Defensa de Los Estados Unidos posee cinco tipos de UAV: El *Predator* y el *Global Hawk* de la Fuerza Aérea, el *Pioneer* de la Armada y de la Marina, el *Hunter* y *Shadow* del Ejército. Otros proyectos en desarrollo incluyen las aeronaves de combate no tripuladas (UCAV) de la Armada y de la Fuerza Aérea, la aeronave no tripulada de despegue y aterrizaje vertical (VTUAV) de la Armada, la aeronave de vigilancia marítima en áreas extensas (BAMS), el *Dragón eye* y el *Dragon Warrior* de la Marina. Las fuerzas continúan siendo innovadoras en la utilización de las UAV. Ejemplos recientes incluyen el equipamiento con armas de los UAV (*Predator* y *Hunter*), usando a los UAV para extender los ojos de los submarinos, y haciendo equipos de UAV con aeronaves de ataque y helicópteros.¹⁶

1.6 Roles y aplicaciones de los UAV

El rol militar de los UAV esta creciendo en un grado sin precedentes. En el 2005, los UAV tácticos y en el teatro de operaciones juntaron más de 100,000 horas de vuelo en apoyo de la Operación Libertad Duradera (OEF) y Operación Libertad Iraquí (OIF).¹⁷ Los rápidos avances en la tecnología están permitiendo más y más capacidad para construir marcos aéreos más pequeños y esto está promoviendo un aumento en el número de UAV destacados al campo de batalla. El uso de los UAV en combate es tan nuevo que no se han establecido procedimientos para rastrear el número de horas de vuelo de los UAV.

¹⁶ Acceso en: www.vectorsite.net/twuav.html. Junio 16 de 2007.

¹⁷ Bone E, Bolcom C, Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress, April 25, 2003.

Como las capacidades crecen para todos los tipos de UAV, las naciones continúan subsidiando su investigación y desarrollo para alcanzar más avances que les permitan llevar a cabo múltiples misiones. En la actualidad los UAV no sólo realizan misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, aunque estas son el tipo predominante. Sus roles se han expandido incluyendo áreas como el ataque electrónico, misiones de ataque, supresión y/o destrucción de defensas aéreas enemigas, nodo de red o relevo de comunicaciones, búsqueda y rescate en combate, y derivaciones de estas. Los UAV varían en costo desde unos cuantos miles de dólares a millones de dólares, y las aeronaves varían en tamaño desde un Micro Vehículo aéreo (MAV) que pesa menos de una libra a una aeronave grande con un peso de más de 40,000 libras.¹⁸

Los cinco mayores UAV que se vuelan hoy todavía se utilizan primordialmente para propósitos de reconocimiento. Estas aeronaves proveen a los comandantes con inteligencia de imágenes, inteligencia electrónica, y video simultáneo. Esta información puede utilizarse para todo desde conducir aeronaves de combate a sus blancos, monitorear movimientos de tropas enemigas, hasta cuantificar los daños en el campo de batalla.

El *Predator* es el primer UAV que le añade misiones de ataque a su repertorio, acechando líderes Talibanes y de Al Qaeda en Afganistán y Yemen golpeando estos blancos con misiles *Hellfire*. Mas recientemente al *Predator* se le han acreditado dos ataques en la Operación Libertad Iraquí en Marzo 2003. Un ataque tenía como blanco un vehículo antiaéreo, mientras otro disparo su misil *Hellfire* contra una antena de satélite en el centro de Bagdad. Otro rol que ha surgido de las operaciones en Afganistán es el soporte de las operaciones especiales. El *Predator* ha sido utilizado para enviar imágenes a buques de operaciones especiales AC - 130 y a grupos de operaciones especiales en tierra.¹⁹

¹⁸ Acceso en: www.wikipedia.org/wiki/unmanned_aereal_vehicle. Junio 16 de 2007.

¹⁹ Bone E, Bolkcom C, Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress, April 25, 2003.

Los UAV del futuro probablemente serán letales por su diseño. Los planes del departamento de Defensa de Los Estados Unidos plantean que los UAV tengan un rol integral en las operaciones en el campo de batalla. Plataformas de Investigación y desarrollo como las UCAV están siendo desarrolladas con la misión ofensiva de ataque y supresión de las defensas aéreas de las fuerzas enemigas.

El Ejército americano esta desarrollando un helicóptero llamado *Unmanned Combat Armed Rotocraft* (UCAR). El nuevo y mejorado *Predator* tendrá capacidad para cargar ocho misiles *Hellfire* envés de dos. La armada está considerando emparejar un UAV como el *Global Hawk* o el *Predator* con sus proyectados aviones para múltiples misiones, como reemplazo de sus viejas aeronaves de patrullaje de larga distancia, el P-3C *Orion*. El Ejército visualiza helicópteros como el AH-64 *Apache* controlando UAV recibiendo video directo desde los UAV. También se ha ordenado añadir un UAV compañero a su nueva adquisición el helicóptero RAH-66 *Comanche*.²⁰

Roles adicionales para los UAV pueden incluir seguridad interna y reabastecimiento medico. La Guardia Costera y la Patrulla Fronteriza ya tienen planes para destacar UAV para vigilar las aguas costeras, patrullar las fronteras y proteger los principales oleoductos y gasoductos. Otro uso potencial es la vigilancia de larga duración como apoyo a la Policía. También se ha planteado que estos UAV pueden seguir y vigilar camiones con cargas peligrosas. Los UAV *Army's Shadow* se han propuesto como vehículos que podrían llevar al campo de batalla implementos médicos que se necesiten. Mas allá en el futuro, UAV de gran tamaño pueden llevar a cabo tareas de retanqueo que ahora son llevadas a cabo por los aero tanqueros KC-10 y KC-135. Otra tarea futura mas difícil es el combate aire- aire. De hecho se reporto que un UAV tipo *Predator* ya tuvo un combate aire –aire con una aeronave de combate Iraquí. En Marzo de 2003 se reporto que un UAV *Predator* lanzo un

²⁰ Fulghum David, "Air Force Chief Predicts Growth of UAV Use By Military," Aviation Week and Space Technology, March 17 2003.

misil aire- aire *Stinger* hacia una aeronave *MIG* Iraquí antes de que esta lo derribara.²¹

1.7 Experiencias a nivel global

Con el objetivo de profundizar y enterarnos de las capacidades de las aeronaves no tripuladas, queremos dar a conocer entre otros, algunos países que se encuentran experimentando y utilizando estos tipos de aeronaves.

1.7.1 Argentina

El proyecto *Yarará* es el primer programa de UAV en América Latina, y el primero en ser producido en serie para exportación. El sistema es desarrollado por *Nostromo Defensa* para vigilancia, patrullaje fronterizo y reconocimiento. Revelado en el show de la Fuerza Aérea Argentina el 10 de agosto de 2006. Su nombre se deriva de la culebra Yarará.²²



Córdoba, Argentina - Nostromo Defensa S.A.

²¹ David Fulghum. "Predator's Progress." *Aviation Week & Space Technology*. March 3, 2003.

²² Acceso en: www.nostromo-defensa.com. Junio 17 de 2007.

1.7.2 China

- *ChangKong-1*, blanco y reconocimiento (1966).
- *WuZhen-5*
- *WZ-2000*, reconocimiento (2003).

El *WZ-2000* es un UAV multipropósito desarrollado por el Grupo Industrial de aviación en la Republica Popular de China. Su desarrollo comenzó en 1999. Su primer vuelo se llevo a cabo en Diciembre 26 de 2003.²³



1.7.3 Modelos Europeos

El *Barracuda* es el nombre del proyecto europeo para un UAV actualmente en desarrollo por la *EADS*, esta hecho para operaciones de reconocimiento y combate. Este proyecto es desarrollado por Alemania y España. El primer prototipo se estrello en su primer vuelo de prueba en las costas de España en Septiembre 23 de 2006.²⁴

²³ Acceso en: www.sinodefence.com/airforce/uav/wz2000.asp. Junio 17 de 2007.

²⁴ Acceso en: www.eads.net. Junio 17 de 2007.



El *NEURON*, éste prototipo está siendo desarrollado por Suecia, Grecia, Suiza, España, Francia e Italia, como un prototipo para demostrar tecnología. Un número reducido de unidades serán producidas para explorar conceptos operacionales nuevos para aeronaves de combate autónomas tipo stealth que serán producidas para el 2020 o el 2025.²⁵



²⁵ *Ibid.*

1.7.4 Hezbollah

El *Mirsad-1* es un UAV de reconocimiento operado por la milicia Libanesa Shiita *Hezbollah*. El grupo asegura que este UAV puede ser equipado con explosivos para atacar blancos Israelitas.

El origen de esta aeronave es muy disputado. Hezbollah dice haber creado este UAV ellos mismos, sin embargo reportes dicen que Hezbollah adquirió hasta ocho de estos UAV de Irán, estos reportes indican que personal del Hezbollah, hasta 30 personas, recibieron entrenamiento para la operación de estas aeronaves en las bases de la Guardia Revolucionaria en Irán. El primer vuelo de estos en espacio aéreo Israelí ocurrió a mitad de mañana en Noviembre 7 de 2004. El UAV voló a baja altura desde el Líbano sobre el pueblo de Nahariya al oeste de Galilea, retorno volando hacia el norte sobre el mar Mediterráneo, habiendo estado hasta media hora en espacio aéreo Israelí. El segundo vuelo tuvo lugar en Abril 11 de 2005, y fue corto, una incursión de 18 millas. El UAV ya había pasado a espacio aéreo libanés cuando aviones de combate Israelíes despegaron para interceptarlo.²⁶



²⁶ Acceso en: english.aljazeera.net/NR/exeres/87DC1342-0728-47CA-8EA8-CDE0F3E2CB20.htm Aljazeera news report November 8, 2004

1.7.5 Israel

Top I Vision Casper 250, éste UAV fue desarrollado por empresa civil *Top VisionLtd.* Está diseñado como un UAV de reconocimiento con adquisición de información en tiempo real. Está diseñado para una forma simple de despliegue e interfase humano maquina.

El *RQ-2 Pioneer* desarrollado conjuntamente por la *AAI Corporation* y la *Israelí Aircraft Industries*. Sus misiones incluían reconocimiento y vigilancia para fuerzas anfibias, lanzados por asistencia de rocket a bordo de un barco, catapulta, o desde una pista. Desde 1991, el *Pioneer* ha volado misiones de reconocimiento en el los conflictos del Golfo Pérsico, Bosnia, Kosovo e Irak.²⁷

Otros modelos que ha desarrollado Israel son:

- *Top I Vision Aerostat* (con los Estados Unidos)
- *RQ-5 Hunter* (con los Estados Unidos)
- *IAI General*
- *IAI Heron / Machatz-1*, reconocimiento
- *IAI Ranger*
- *IAI Skylite* – Mini-UAV sistema lanzado desde un recipiente
- *Elbit Hermes 450*
- *Aeronautics Defense Systems - Aerostar*
- *EMIT Blue Horizon 2*

²⁷ Acceso en: www.iai.co.il. Junio 18 de 2007.



Pioneer valando sobre Irak.

1.7.6 Canadá ²⁸

- *Canadair CL-89*, reconocimiento (1964)
- *CL-227 Sentinel*, reconocimiento (1977)
- *Silver Fox ALIX* (Experimento de vigilancia y reconocimiento del litoral Atlántico) (2004)
- *SAGEM Sperwer*. (2003 - 2006)



Sperwer.

²⁸ Acceso en: www.defence-update.com/products/s/sperwer.htm. Junio 18 de 2007.

1.7.7 Francia²⁹

- *SAGEM Sperwer*, reconocimiento
- *Dassault AVE-D Petit Duc*, investigación (2000)
- *Dassault AVE-C Moyen Duc*, investigación (2001)

1.7.8 Alemania³⁰

- *Luna X 2000*, reconocimiento (2000)
- *EuroHawk*, reconocimiento desarrollado en conjunto con Los Estados Unidos)
- *EADS Barracuda*, Programa liderado por Alemania en conjunto con España.



Northrop Grumman RQ-4A Euro Hawk.

²⁹ Bronsky John, *Journal of Electronic Defense*, August 2002.

³⁰ McDaid, H., & Oliver. D. *Smart weapons*. Barnes & Noble: New York, 1997.

1.7.9 India³¹

- *Aeronautical Development Agency Nishant*
- *HAL Lakshya*
- *Searcher MkII* (con Israel)
- *HAL Heron* (con Israel)
- *Rustam UAV* mediana altitud vuelo de larga duración (con Israel)

1.7.10 Japón³²

- Yamaha R-50
- Yamaha R-MAX

1.7.11 Unión Soviética³³

El *PCHELA-1T* es un UAV fabricado por la *Russian Yakovlev*, su uso primario es la vigilancia y observación en el campo de batalla, contiene capacidad de enviar video. Tiene una duración de vuelo de dos horas.

- *Lavochkin La-17*, blanco y reconocimiento (1953)
- *Tupolev Tu-123*, reconocimiento(1964)
- *Tupolev Tu-141*, reconocimiento (mediados de los años 70)



Yakovlev en su Catapulta.

³¹ Ibid.

³² Ghaznavi, M. *Future Asia and Asia-Pacific Procurement Trends*. Published in *Unmanned Vehicles*, Nov-Dec, 2004.

³³ Acceso en: www.strategypage.com Junio 18 de 2007.

1.7.12 Reino Unido³⁴

El *Corax* también conocido como el *Raven* es un prototipo de UAV desarrollado por *BAE Systems*. Su vuelo de prueba fue en el 2004 después de un ciclo de desarrollo de diez meses. Fue revelado al público en enero de 2006. Hace parte de un programa de investigación para desarrollar UAV de combate para la Guerra del futuro.

- *Fairey Queen* (1930's)
- *The Havilland Queen Bee* (1930s)
- *Airspeed Queen Wasp* (1936)
- *Miles Queen Martinet* (1940s)
- *QinetiQ Mercator*, investigación (en desarrollo)
- *QinetiQ Observer*, experimental de reconocimiento peso liviano
- *Phoenix*, reconocimiento (1999)
- *BAE Taranis*, investigación (proyectado)
- *Thales Watchkeeper*, reconocimiento (proyectado para el 2010)
- *QinetiQ Zephyr*, Altitudes superiores vuelo de larga duración (en desarrollo)

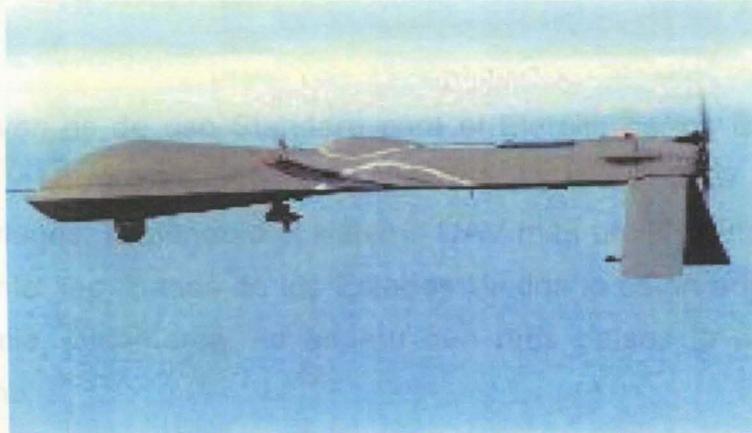


El *Phoenix* en vuelo.

³⁴ Acceso en: www.ets-news.com. Junio 18 de 2007

1.7.13 Estados Unidos³⁵

El MQ-1 Predator es un UAV diseñado para vuelos de mediana altitud y de larga duración. Puede ser utilizado para reconocimiento y también puede ser equipado con armamento, puede llevar dos misiles AGM-114 *Hellfire*. Ésta aeronave ha sido utilizada desde 1995, y ha estado en combate sobre Afganistán, Bosnia, Kosovo, Irak, y Yemen.³⁶



El RQ-7 *Shadow* Es un UAV utilizado por el Ejército de Los estados Unidos. De uso exclusivo en misiones de reconocimiento, envía video en tiempo real.



³⁵ McDaid, H., & Oliver. D. *Smart weapons*. Barnes & Noble: New York, 1997.

³⁶ Thomas, C., Director of Operational Test and Evaluation: *Operational Test and Evaluation Report on the Predator Medium-Altitude Endurance Unmanned Aerial Vehicle*, 31 October 2001.

El *RQ-11A/RQ-11B Raven* es un UAV miniatura lanzado manualmente y potenciado por un motor eléctrico. El aeroplano puede volar a una distancia de 10km. y altitudes de 1000 pies (305m) alcanza una velocidad de vuelo de 28-60 MPH.

El *Raven* puede ser controlado remotamente desde tierra o volar autónomamente utilizando navegación con punto de guía por GPS. Tiene capacidad para grabar video a color y una cámara de visión nocturna infrarroja.

El *Raven* es de uso Standard para el Ejército de los Estados Unidos, USSOCOM, y ahora el Cuerpo de la Marina. Desde el 2007, más de 5,000 han sido enviados, haciéndolo el sistema UAV más prolífico en el mundo hoy. Adicionalmente, los aliados de los Estados Unidos lo están adquiriendo como Australia, Italia, Dinamarca, se espera que más países lo adquieran en el futuro cercano.³⁷



- *Hewitt-Sperry Automatic Airplane*, arma (1916)
- *Kettering Bug*, arma (1918)
- *OQ-2/TDD-1 Radioplane*, blanco (1939)
- *Ryan A/BQM-34 series Firebee I and II*, blanco (1951)

³⁷ Winograd, Q, Erin. *Army Eyes Shadow UAVs Potential for Medical Resupply Missions*. Inside Defense. December 2002. p.14.

- *North American X-10*, investigacion (1953)
- *Northrop GAM-67 Crossbow*, multiproposito (1956)
- *Northrop AQM-35*, blanco (1956)
- *McDonnell ADM-20 Quail*, señuelo (1958)
- *Beech MQM-61A Cardinal*, blanco (1959)
- *Gyrodyne QH-50*, investigacion (1960)
- *Beech AQM-37 Jayhawk*, blanco (1961)
- *Ryan Model 147/AQM-34 series Fire Fly and Lightning Bug*, reconocimiento (1962)
- *Northrop M/BQM-74A Chukar*, blanco y señuelo (1964)
- *Lockheed D-21*, reconocimiento (1964)
- *Ryan AQM-91 Firefly*, reconocimiento (1968)
- *BQM-90*, blanco (1970) (1973)
- *Ryan YQM-98A Compass Cope R*, reconocimiento (1974)
- *Ryan AQM-81A Firebolt*, blanco (1983)
- *BAI BQM-147 Dragon Drone*, reconocimiento (1986)
- *RQ-2 Pioneer*, reconocimiento (1986)
- *General Atomics GNAT-750*, reconocimiento (1989)
- *Sikorsky Cypher*, investigacion (1992)
- *General Atomics MQ-1 Predator*, reconocimiento, combate (1995)
- *RQ-3 Dark Star*, investigacion (1996)
- *RQ-6 Outrider*, reconocimiento (1996)
- *Bell Eagle Eye*, tilt rotor reconocimiento (1998)
- *IAI RQ-5 Hunter*, reconocimiento (1999)
- *MQ-8 Fire Scout*, reconocimiento (2000)
- *RQ-4 Global Hawk*, reconocimiento (2001)
- *General Atomics MQ-9 Reaper/Mariner*, reconocimiento, combate (2001)
- *Dragon Eye*, reconocimiento (2002)
- *Boeing X-45*, investigacion (2002)
- *X-47 Pegasus*, investigacion(2003)
- *Boeing X-50*, investigacion (2003)

- *Scan Eagle*, reconocimiento (2004)
- *Boeing A160 Hummingbird*, investigación (2005)
- *Lockheed P-175 Polecat*, investigación (2006)
- *Boeing Persistent Munition*, prototipo para demostrar uso de tecnología, investigación (2006)
- BAE Skylynx II, reconocimiento (2006)
- *Boeing Dominator*, experimental (2007)
- *Composite Engineering BQM-167 Skeeter*, en desarrollo (2006)

1.7.14 Estados Unidos modelos no militares

- *General Atomics ALTUS*, investigación (1996)
- *NASA Advanced Soaring Concepts Apex research* (cancelado antes de primer vuelo, 1999)
- *NASA Helios*, investigación (2001)
- *Octatron SkySeer*



El Helios de la NASA en vuelo.

2.2 Investigación y Desarrollo

2.2.1 Tecnología de los UAV en las universidades

Capítulo 2

Los UAV en Colombia.

2.1 Usos de las UAV en Colombia.

La utilización de esta tecnología en nuestro territorio nacional se inició en el año 2000 cuando el gobierno de los Estados Unidos realizó, desde bases aéreas Colombianas, misiones de búsqueda y reconocimiento en la frontera colombo ecuatoriana, en el año 2006 estos mismos realizaron operaciones reservadas con estas aeronaves, en el sur del territorio nacional.

A mediados del año 2006, el Comando Sur de las Fuerzas Armadas Estadounidenses enviaron a Colombia el UAV *Norteam Silver Fox Small Unmanned Aerial System* el cual consta de dos plataformas aéreas, una ECT, una rampa de lanzamiento, partes de reemplazo, antena de enganche y Terminal de video, esta plataforma puede ser equipada con cámaras infrarrojas, tiene una autonomía de 10 horas y alcanza una velocidad de 30 a 35 nudos, un rango de señal de 30 kilómetros y capacidad de carga de 5 libras.³⁸



³⁸ Rolon J, Silva C, Determinación de Procedimientos y Parámetros Básicos para el empleo de Aeronaves No Tripuladas en Colombia, ESDEGUE 2006.

2.2 Investigación y Desarrollo

2.2.1 Tecnología de los UAV en las Universidades

Unas de las investigaciones más importantes en el ámbito universitario fueron realizadas por el Ingeniero Mario Andrés Córdova en la Universidad del Cauca, en la cual se desarrollo el prototipo UAV de despegue vertical y convencional *Efigenia*.³⁹



La universidad del Valle esta trabajando en un UAV helicóptero que cuenta con cámara abordo y una cámara que lo sigue desde tierra.

En la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente se esta trabajando en un sistema mecánico de dos grados de libertad que trata de imitar la mecánica de un helicóptero.

Otras universidades que actualmente se encuentran desarrollando conjuntamente esta tecnología son la Universidad EAFIT, La Pontificia Bolivariana de Medellín y la Universidad de Medellín en las que se esta llevando acabo el diseño y la implementación de un sistema de control y navegación para un mini helicóptero robot *colibrí*.

³⁹ Ibid.

2.2.2 Tecnología de las UAV en la Fuerza Aérea Colombiana

Actualmente se encuentra en desarrollo una plataforma UAV con ingenieros aeronáuticos de la FAC y de las universidades San Buenaventura Y Bolivariana de Medellín, con las que la FAC comparte los costos de la investigación y en el uso de sus equipos y angares. Este prototipo se planea usar en misiones de vigilancia e inteligencia.

El jefe de educación aeronáutica de la FAC, general Julio González, explicó que los aviones no tripulados "van a ser muy útiles... donde no necesitemos estar arriesgando tripulaciones o donde por economía no se necesite estar con un avión encima, como la vigilancia de oleoductos o carreteras".

Este prototipo en su etapa de desarrollo más o menos se va a llevar \$200 millones (unos US \$88.000) cada unidad.⁴⁰

El Comando Aéreo de Mantenimiento desarrollo un prototipo de UAV el *ANT FAC 001*. Esta plataforma tiene un peso aproximado de 50lb una autonomía de 1.5 horas, esta equipada con una cámara de video con capacidad de transmitir imágenes en tiempo real.⁴¹

El Centro de Investigación en Tecnología aeronáutica (CITA), ha desarrollado un modelo de ala rotatoria el autocóptero.

⁴⁰ Acceso en: www.dinero.com/dinero/ArticuloView. Junio 3 de 2007

⁴¹ Rolon J, Silva C, Determinación de Procedimientos y Parámetros Básicos para el empleo de Aeronaves No Tripuladas en Colombia, ESDEGUE 2006.



Para incentivar la investigación y el desarrollo de las UAV en Colombia en el pensum académico del programa de Ingeniería Mecánica en la Escuela Militar de aviación, se estudian los UAV como parte de los proyectos de investigación en la línea de robótica.

2.2.3 Tecnología de las UAV en la Armada Nacional.

Actualmente, la armada Nacional trabaja en dos frentes acorde a sus necesidades. El primero tiene que ver con el proyecto del empleo de los UAV para los requerimientos de inteligencia naval enfocados a las características jurisdiccionales de las unidades y las condiciones geográficas y meteorológicas de las mismas. Tiene un enfoque operacional con el fin de facilitar la toma de decisiones por parte de los comandantes, al recibir una imagen en tiempo real desde un avión teledirigido a un ordenador portátil, por intermedio de la retransmisión de una cámara aérea desde el área de operaciones.

Modernizado el sistema de dirección de operaciones, las imágenes se podrían retransmitir a los centros de operaciones de las unidades que intervienen en la operación y facilitaría la toma de decisiones acertadas y

coadyuvar a evitar demandas de Derechos Humanos y del derecho Internacional Humanitario al identificar y poder registrar el desarrollo de las operaciones y la identificación de objetivos.

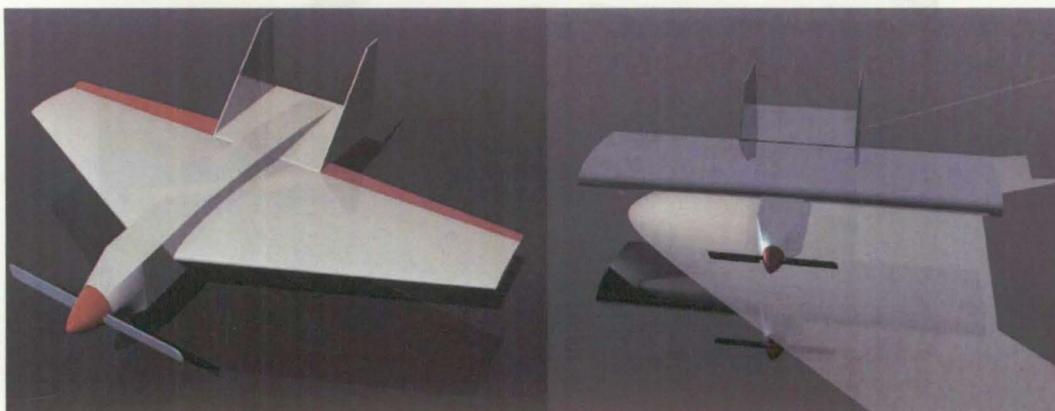
El segundo proyecto, cuenta con el trabajo de un grupo de profesionales universitarios de diferentes instituciones universidades, quienes pertenecen al GIIN, Grupo de Investigación de Ingeniería Naval, quienes manejan diferentes proyectos incluido, el diseño, construcción con materiales compuestos y pruebas de vuelo de algunos prototipos de UAV realizados en Cartagena. Este grupo multidisciplinario está bajo la dirección del señor Capitán de Navío (r) Ingeniero de sistemas Gustavo Pérez Valdés, MSc.

Los investigadores se encuentran debidamente registrados ante Colciencias por medio de GrupLAC y CvLAC en los campos de Ingeniería Naval, Aeronáutica, Electrónica, Mecatrónica, Sistemas y Diseño Industrial, conformado en el año de 1992. Adelanta proyectos relacionados con el área de control automático, robótica, visión artificial, comunicaciones y construcciones navales.

Es importante destacar que el grupo de investigación en ingeniería naval GIIN tiene gran experiencia en el desarrollo de proyectos dentro de los cuales se destacan: juegos de guerra (1994- Permanente desarrollo y actualización)... diseño de AAV (Autonomous Aerial vehicle 2004 - Permanente desarrollo y actualización), el cual es un vehículo aéreo autónomo no tripulado, para misiones de reconocimiento y vigilancia en tiempo real a larga distancia, también encontramos el programa de Reconocimiento Automático de Blancos en Imágenes Térmicas y Multiespectrales(2004- Permanente desarrollo y actualización), que se encarga de desarrollar un sistemas de Reconocimiento Automático de Humanos en Imágenes Térmicas y Reconocimiento de Uniformes Camuflados en Imágenes Multiespectrales para optimizar las operaciones de búsqueda y vigilancia, a su vez el proyecto Data Link (2004- Permanente desarrollo y actualización), que consiste en el diseño e implementación de un

sistema de multienlace de datos, para control y toma de decisiones en redes operativas, otro proyecto que podemos ver que el grupo ha realizado es Evaporador Solar, el cual es un sistemas de desalinización solar de forma practica con el propósito de recomendar al Mando el sistema y equipo mas adecuado para la instalación en los puestos destacados de la Armada Nacional.

También encontramos el UROV Underwater Remotely Operated Vehicle (2004- Permanente desarrollo y actualización), que es un vehículo submarino de operación remota, para inspección en tiempo real de buques e instalaciones portuarias, por otra parte el diseño e implementación de UAV's (Unmanned Aerial Vehicle 2005-Actualmente se mantiene en desarrollo y producción) CONDOR y DELTA que son un vehículos aéreos no tripulados, para uso de las unidades tácticas en misiones de reconocimiento y vigilancia en tiempo real a corta distancia. Específicamente el proyecto CONDOR es una aeronave para operaciones de patrullas de Infantería de Marina para vigilancia de puntos críticos. Por otro lado el sistema DELTA, unidad diseñada para ser lanzada desde una Nodriza fluvial con control semiautònomo cuyo marco operacional esta diseñado para operaciones de cubrimiento de zona, ambos sistemas son mostrados en la Imagen.⁴²



⁴² Resumen de Trayectoria del Grupo de Investigación de Ingeniería Naval, Ingeniero Ronald Messino, Escuela Naval, 15 julio de 2007.

2.2.4 Tecnología civil de los UAV

Algunos de los usos de esta tecnología en el campo civil es la toma de video y fotografía aérea interpretativa por medio de aeronaves no tripuladas, brindando amplias ventajas debido a su gran versatilidad y excelente nivel de detalle. Convirtiéndose en una herramienta muy útil para tareas de interpretación, ordenamiento territorial, vigilancia, proyectos ambientales, fotografía y video publicitarios, inspección de avances de obras, entre otras.

La aeronave se encuentra diseñada para vuelos a muy baja velocidad. Solo son necesarios de 20 a 30 metros de terreno medianamente preparado pudiendo despegar y aterrizar en terrenos destapados de tierra, arena, gravilla y césped.⁴³

Una empresa Colombiana que incursiona en el diseño, construcción y comercialización de plataformas UAV es la *From Sky RPV & UAV Systems*, que ha desarrollado la plataforma aérea *Terraco* y se encuentra desarrollando la plataforma *Icaro*⁴⁴.



Otra modalidad en la que se utilizan este tipo de aeronaves es el aeromodelismo, esta actividad en Colombia cuenta con un gran número de

⁴³ Maecha N, Bohórquez, Asociación Colombiana de Ingenieros. Acceso en: www.aciem.org. 15 Junio de 2007.

⁴⁴ Acceso en: www.fromsky.hrglobalideas.com. 15 de Junio de 2007.

aficionados que han conformado clubes en los que se realizan campeonatos y se comparte información tecnológica⁴⁵.



dos campos a saber:

3.1. Campo operacional

La armada nacional en su misión constitucional de preservar la soberanía en el mar, ríos y tierra de la jurisdicción asignada, utilizando los medios que le han otorgado para tal fin, denota gran importancia en la utilización de los UAV para ser aplicados en dos áreas muy bien definidas como son la operacional y la táctica.

3.1.1. Operaciones marítimas

Para la utilización de los UAV en las operaciones marítimas, son considerados de mucha ayuda en lo concerniente a las interdicciones marítimas, vigilancias y patrullajes de zonas críticas, verificación de litorales, alertas tempranas contra embarcaciones dudosas, búsqueda, comando y control.

⁴⁵ Acceso en: www.aeromodelismocolombia.org. 15 de Junio de 2007

Capítulo 3

Aplicaciones de los UAV en la Armada Nacional

Actualmente en la Armada Nacional existe un proyecto de UAV que adelanto la Escuela Naval de cadetes como proyecto de investigación científica el cual aun no ha sido probado. Existe otro proyecto que se adelanto en la Jefatura de Inteligencia de la Armada nacional con el fin de dar aplicación en algunas de las áreas de interés propias de esa jefatura. Aun los equipos que se construyeron con diseño neto Colombiano y tecnología Canadiense, se encuentran en pruebas y básicamente para ser utilizados en dos campos a saber:

3.1. Campo operacional

La armada nacional en su misión constitucional de preservar la soberanía en el mar, ríos y tierra de la jurisdicción asignada, utilizando los medios que le han otorgado para tal fin, denota gran importancia en la utilización de los UAV para ser aplicados en dos áreas muy bien definidas como son la operacional y la táctica.

3.1.1. Operaciones marítimas

Para la utilización de los UAV en las operaciones marítimas, son considerados de mucha ayuda en lo concerniente a las interdicciones marítimas, vigilancias y patrullajes de zonas críticas, verificación de litorales, alertas tempranas contra embarcaciones dudosas, búsqueda, comando y control.

3.2. Dados los parámetros anteriores estos equipos serian utilizados lanzándolos desde las unidades a flote medianas, menores tipo guarda costas o desde tierra, con patrones definidos para la optimización de lo que se quiere según la misión. Estos UAV's tendrían una configuración que les daría unas 8 horas de autonomía y un radio de vigilancia de 100 Km. muy puntuales y con un alto nivel de impacto nacional.

3.1.2. Operaciones fluviales

Para lo anterior se considera que estas unidades especiales utilizan los UAV's. En el concepto de las operaciones fluviales, se considera parecido a las marítimas desde el punto de vista del tipo de plataforma desde donde se lanza, puede ser de tierra o desde las unidades tipo Patrullera fluvial. Aquí el concepto operacional cambia, se tiene en cuenta que las condiciones de trabajo seria en los ríos y el sistema de UAV's prestaría su apoyo como vigilancia adelantada a puntos críticos, reconocimiento de las riveras, comando y control, seguridad al desplazamiento de los elementos de combate fluvial, seguridad a las áreas perimetrales de los batallones fluviales y de los puestos fluviales avanzados.

3.1.3. Inteligencia

En este campo si es que los UAV's hacen su mejor aporte a la Armada Nacional, pues la configuración silenciosa y sigilosa de los equipos dan sus mejores resultados en cualquiera de las áreas donde sean asignados. Dadas las capacidades con que se pueden equipar, estos dan información en tiempo real, toma de fotografías, videos, monitoreo del espectro electromagnético, repetidor avanzado y con su principal característica de ser poco detectado, puede sobrevolar en un área hostil, brindando esa información a las unidades de choque para que planeen mejor sus operaciones.

3.2. Campo táctico

Para la aplicación en el campo táctico, se tiene en cuenta el tipo de operación a realizar, lo más recomendable sería para las unidades tipo comando y fuerzas especiales, que realizan misiones muy puntuales y con un alto nivel de impacto nacional.

Para lo anterior se considera que estas unidades especiales utilicen los UAV's como su sistema de vigilancia avanzada y protección del área donde se encuentran. De igual manera durante los desplazamientos estos UAV's pueden ser equipados con sensores de calor el cual es mucho mas efectivo al momento de captar señales de tierra, las cuales son retransmitidas al operador, dándoles a las unidades especiales una ubicación mas exacta del enemigo.

Por las mismas características y tipo de operación, se tiene en cuenta que estos UAV's tendrían una configuración mas pequeña que los anteriores, en este caso su autonomía sería de unos 45 min, con un radio de acción de 5 Km. Lo cual lo haría un equipo portátil tipo MAN-PACK, solo para reconocimiento local y muy cercano a la unidad que lo opera.

Como última consideración, no se tuvo en cuenta el campo ESTRATÉGICO en vista que se requiere de un avión no tripulado de características especiales tipo PREDATOR, cuyos rangos de operación se salen de todo contexto nacional, pues sería utilizado para operaciones de proyección a nivel continental y bajo un concepto de guerra regular. Sería mucho más viable si se consideraría mucho más factible para esta misión aviones tripulados tipo SCHWAITZER, por su bajo costo de operación y su versatilidad de empleo.

CAPITULO IV

Tipos de escenarios

En un mejor contexto y para mayor entendimiento, la utilización en la Armada Nacional de este tipo de equipos y interacción con los diferentes tipos de operaciones que se realizan, esta circunscrito a C4-ISR (comando, control, comunicaciones, computación – inteligencia, vigilancia y reconocimiento).

El Comando y control es el ejercicio de autoridad y dirección llevada a cabo por un Comandante nombrado apropiadamente sobre fuerzas asignadas y agregadas en el cumplimiento de una misión. Las funciones de Comando y Control se desarrollan a través de una conjunción de personal, equipos, comunicaciones, instalaciones y procedimientos, que son empleados por un Comandante en el planeamiento, dirección, coordinación y control de fuerzas y operaciones en el cumplimiento de la misión.

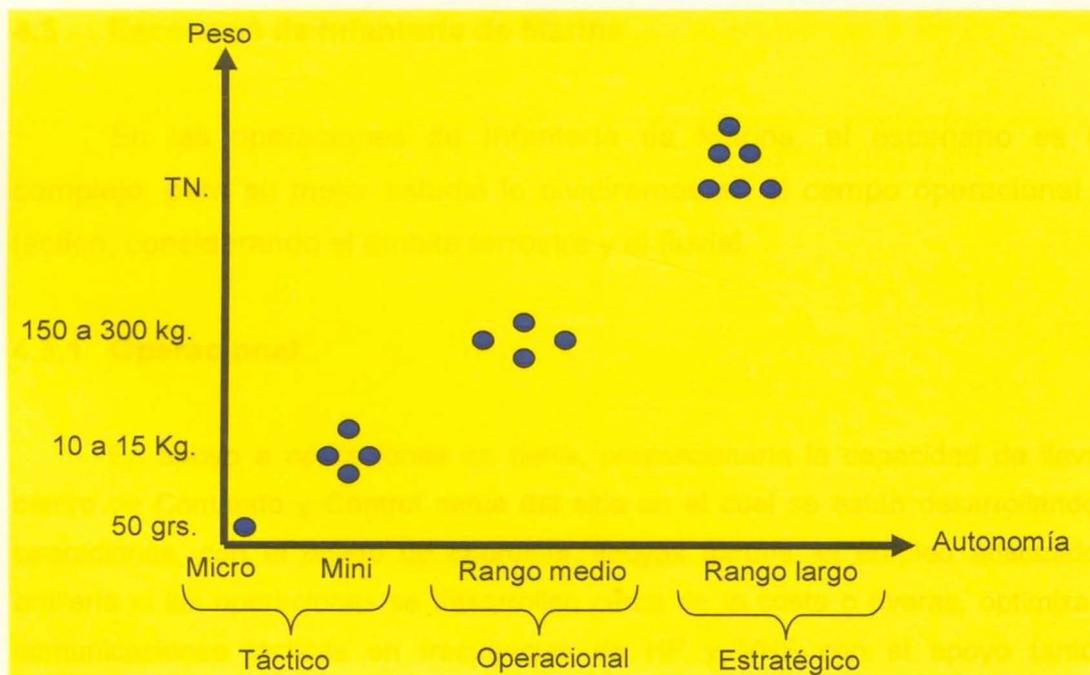
El comando y Control, por tanto, se refiere a dos cosas: el proceso y el sistema a través del cual el Comandante decide qué debe hacerse y verifica que sus decisiones se ejecuten. Como proceso, el Comando y Control involucra el planeamiento, la dirección, la coordinación y el control de fuerzas y de operaciones y como sistema incluye al personal, equipos, comunicaciones, instalaciones y procedimientos empleados por un Comandante.

Por consiguiente es de vital importancia dejar muy bien definido que doctrinariamente estos equipos serán de gran valor para los comandantes de unidades mayores tipo brigadas y su equivalente, unidades tácticas y sus equivalentes, para ejercer un verdadero comando y control en el desarrollo de

las operaciones que ejecutan en las diferentes jurisdicciones de la Armada Nacional.

Acuerdo lo anterior y las diferentes clasificaciones de UAV existentes y que se puedan aplicar a nuestras características especiales de geografía, clima y principalmente el tipo de operaciones que se desarrollan en los diferentes escenarios podemos determinar lo siguiente:

La clasificación anteriormente obtenida de los UAV se puede referenciar con la carga útil que puede levantar VS la autonomía del tipo de equipo, la cual se representa en el siguiente diagrama:



4.1 Escenario naval

Acuerdo el anterior diagrama y los escenarios donde ejecuta operaciones la Armada Nacional se pueden dividir en un tipo de operación

estratégica con las unidades tipo fragatas y submarinos, pero se descarta la utilización de los UAV clasificados en esta zona, toda vez que son unidades para largas distancias y son utilizadas para proyección de la fuerza intercontinental, ejemplo los utilizados por EE.UU, para ejercer un C4-ISR sobre el medio oriente.

4.2 Escenario de guardacostas

El siguiente grupo de operaciones son las realizadas por Guardacostas, dado su comprometimiento con la interdicción marítima y el control policivo de las zonas costeras, podrían utilizar un tipo de UAV de mediano alcance para que les facilite ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento).

4.3 Escenario de Infantería de Marina

En las operaciones de Infantería de Marina, el escenario es más complejo, para su mejor estudio lo dividiremos en el campo operacional y el táctico, considerando el ámbito terrestre y el fluvial.

4.3.1 Operacional

En apoyo a operaciones en tierra, proporcionaría la capacidad de llevar el centro de Comando y Control cerca del sitio en el cual se están desarrollando las operaciones, con el objeto de coordinar apoyos aéreos, el empleo adecuado de artillería si las operaciones se desarrollan cerca de la costa o riveras, optimizar las comunicaciones tácticas en frecuencias de HF y VHF con el apoyo tanto de plataformas aéreas como de plataformas navales de superficie y permite además garantizar un mejor empleo de helicópteros en operaciones de extracción y de evacuación de heridos. En este campo se consideran las operaciones realizadas a nivel Brigada de Infantería de marina y Brigada Fluvial de Infantería de Marina, los UAV serian herramienta de mucha importancia para los oficiales que se desempeñan como comandantes de estas unidades. Los equipos a utilizar serian los de mediano alcance y funcionarían como ISR (inteligencia,

vigilancia y reconocimiento) y cuando se esta ejecutando una operación, utilizarían los UAV como C3 (comando, control y comunicaciones).

CONCLUSIONES

4.3.2 Táctico

En este campo se consideran las operaciones realizadas a nivel Unidad táctica de Infantería de marina, como son los Batallones, Puestos fluviales avanzados, Patrulleras de apoyo fluvial. Aquí los UAV serian herramienta de mucha importancia para los oficiales que se desempeñan como comandantes de estas unidades. Los equipos a utilizar serian los Mini y funcionarían como ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento). En este ámbito es donde adquiere una de las mayores funciones y habilidades el UAV, pues como se menciono anteriormente de gran ayuda en la protección de los perímetros de las bases, batallones y puestos, se lanzarían descubiertas a fin de minimizar los riesgos de la tropa.

| | |
|---|--|
| <p>Terrestre I.M</p> <p>RM</p> <p>C2-ISR</p> <p>Brigada</p> | <p>Fluvial I.M</p> <p>RM</p> <p>C2-ISR</p> <p>Brigada</p> <p style="text-align: center;"><u>OPERACIONAL</u></p> |
| <p>Mini</p> <p>C2-ISR</p> <p>PFA – BAT</p> | <p>Mini</p> <p>C2-ISR</p> <p>CIA - PAF</p> <p style="text-align: center;"><u>TACTICO</u></p> |

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El grupo propone trabajos futuros que acuerdo a las necesidades
- A nivel de grandes potencias y países altamente desarrollados en tecnología, han logrado un altísimo avance en materia doctrinal específica para el empleo de los UAV, posicionándolos como elementos vitales y estratégicos.
- Es importante que la Armada Nacional, bajo un presupuesto especial
- La tecnología regional ha sido adaptada a las necesidades de cada país pero en ocasiones desconociendo la doctrina y normatividad de procedimientos para el empleo de los UAV.
- Se hace necesario la elaboración de un manual doctrinario teniendo
- La multiplicidad de usos planteados en este trabajo para los UAV, debe estar bajo una doctrina estándar, la Armada Nacional en Colombia esta apoyando la tecnología y algunos empleos muy especializados pero sin doctrina.

RECOMENDACIONES

- El grupo, propone trabajos futuros, que acuerdo a las necesidades focalizadas por la Armada nacional y el tipo de operaciones que se requieran hacer bajo la utilización de los UAV, con el fin de crear normatividad para los distintos ambientes donde se operara el equipo.

- Es importante que la Armada Nacional, bajo un presupuesto especial para investigaciones y el apoyo de colciencias, inviertan más en la tecnología y el desarrollo de los UAV.

- Se hace necesario la elaboración de un manual doctrinario teniendo en cuenta el estudio aquí realizado.

BIBLIOGRAFÍA

US Air Force Command. After Action Report. "Remotely Piloted Vehicle
Bone E, Bolkcom C, Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for
Congress, April 25, 2003. 19 May 1996, p.8.

Dick, Ron; Dan Patterson (2003). "Great Names", *Aviation Century: The Early
Years*. Erin, Ontario: Boston Mills, 208

David Fulghum. "Predator's Progress." *Aviation Week & Space Technology*.
March 3, 2003.

Dickerson, L. "UAVs on the Rise." *Aviation week and space*", [January 15,
2007](#).

James Bryan Miller, "Unmanned Air Vehicles--Real Time Intelligence Without
the Risk," (Masters Thesis, Defense Technical Information Center, March
1988), p.36.

Major Kenneth S. Smith Jr, USAF, *The Intelligence Link--Unmanned Aerial
Vehicles And The Battlefield Commander*, CSC 1990

Maecha N, Bohórquez, Asociación Colombiana de Ingenieros. Acceso en:
www.aciem.org. Consultado 15 Junio de 2007.

Resumen de Trayectoria del Grupo de Investigación de Ingeniería Naval,
Ingeniero Ronald Messino, Escuela Naval, 15 julio de 2007.

Rolon J, Silva C, *Determinación de Procedimientos y Parámetros Básicos para
el empleo de Aeronaves No Tripuladas en Colombia*, ESDEGUE 2006.

Steven M. Shaker, "Robots in Warfare: From Ancient Myth to Modern Weapon," Army, April 1989, p.68.

US Atlantic Command, After Action Report, "Remotely Piloted Vehicle Employment Considerations," USCINCLANT, 4th Marine Expeditionary Brigade, Solid Shield-89, 19 May 1996, p.6.

Acceso en: www.vectorsite.net/twuav.html.

Acceso en: english.aljazeera.net/NR/exeres/87DC1342-0728-47CA-8EA8-CDE0F3E2CB20.htm Aljazeera news report [November 8, 2004](#)

Acceso en: www.aerodelismocolombia.org. Consultado 15 de Junio de 2007

Acceso en: www.dinero.com/dinero/ArticuloView. Junio 3 de 2007

Acceso en: www.fromsky.hrglobalideas.com. Consultado 15 de Junio de 2007.

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM
"TOMAS RUEDA VARGAS"

